

TRANSPORTE, MUDANÇAS CLIMÁTICAS E A IMPORTÂNCIA DOS CO-BENEFÍCIOS NA DEFINIÇÃO DE MEDIDAS DE MITIGAÇÃO PARA O SETOR

Luiz Antonio Cortez Ferreira¹

Resumo

Neste artigo o autor apresenta uma análise da importância do controle de emissões atmosféricas no setor de transportes e das principais linhas de ação aplicáveis para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa do setor, com foco no transporte rodoviário urbano e de longa distância, tanto para carga quanto para passageiros. A análise é acompanhada de uma resenha de evidências dos co-benefícios à saúde, resultantes das diversas alternativas de controle de emissões de gases de efeito estufa no setor de transportes, apontando para a importância da implantação de políticas de mitigação intersetoriais, integradas e de longo prazo, que considerem as avaliações de co-benefícios à saúde e ao desenvolvimento sustentável durante os processos de tomada de decisão.

Palavras-chave: Transporte; transporte de baixo carbono; emissões veiculares; efeito estufa; mudanças climáticas; saúde e poluição; controle de emissões; políticas públicas; ações de mitigação.

¹ Arquiteto pela Universidade de São Paulo, especialista em Gestão Ambiental e Conservação de Energia (OCU/AOTS – Osaka, Japão, 2006), especialista em Planejamento de Transportes Públicos Urbanos (MLIT/JTCA – Tóquio, Japão, 2000). Especialista técnico na Companhia do Metropolitano de São Paulo – Metrô, Conselheiro titular no Conselho Estadual do Meio Ambiente – CONSEMA e no Comitê Gestor da Política Estadual de Mudanças Climáticas – CG-PEMC

Endereço para correspondência: Luiz Antonio Cortez Ferreira. Rua Mirassol, 272 - 6º andar, 04044-010 São Paulo - SP. Email: lcortez@gmx.com

TRANSPORTATION, CLIMATE CHANGE, AND THE RELEVANCE OF CO-BENEFITS ASSESSMENT DURING THE DEFINITION OF MITIGATION ACTIONS FOR THE SECTOR

Abstract

In this article the author presents an analysis of the importance of controlling air emissions in transport sector and the main lines of action applicable to the mitigation of greenhouse gases emissions from the sector, focusing on urban and long distance road transport, both freight and passengers. Analysis is accompanied by a review of evidences of health co-benefits resulting from the various alternatives of greenhouse gases emissions control in transport sector, pointing to the importance of implementing intersector, integrated and long-term mitigation policies, and urges policymakers to consider health and sustainable development co-benefits assessments during mitigation actions decision-making processes.

Keywords: Transportation; transport sector; low-carbon transport; vehicle emissions; greenhouse effect; climate change; health and pollution; emission control; public policies; mitigation actions.

1. Introdução

O transporte é uma atividade essencial à vida em sociedade e a demanda por transporte cresce rapidamente à medida que as relações econômicas e sociais se tornam mais complexas e intensivas. As interações sociais e econômicas dependem da habilidade de mover pessoas e bens, superando as distâncias que de outra forma impediriam essas interações. “Sistemas de mobilidade eficientes são facilitadores essenciais do desenvolvimento econômico”, conforme KAHN RIBEIRO et al. (2007, p. 328), afirmando que “desenvolvimento econômico e transporte estão inextricavelmente conectados. O desenvolvimento aumenta a demanda por transporte, enquanto a disponibilidade de transporte estimula ainda mais desenvolvimento ao permitir o comércio e a especialização econômica. A industrialização e a crescente especialização fomentam a necessidade de grandes volumes de deslocamentos de bens e materiais a distâncias substanciais, enquanto a globalização acelerada faz aumentar fortemente esses fluxos”. Crescem, assim, os fluxos de bens e pessoas, tanto localmente quanto a grandes distâncias, demandando modos mais rápidos de deslocamento e resultando em um uso mais intensivo de energia para sua realização.

O modelo de desenvolvimento consolidado ao longo do século XX baseia-se fortemente no uso de combustíveis fósseis – petróleo, gás natural e carvão – e na transferência de recursos naturais para manter os níveis de atividade econômica. Produtos agrícolas, madeira, minério e outras commodities (produtos não-especializados) originárias dos países em desenvolvimento são utilizados em quantidades cada vez maiores para manter os padrões de consumo e de conforto das populações dos países desenvolvidos. Essa população dos países economicamente afluentes representa hoje cerca de 1,2 bilhões do total de 6,5 bilhões de pessoas no globo, mas deverá permanecer inalterada enquanto a população mundial crescerá para 9,1 bilhões em 2050 (ONU, 2005: POP/918. In: CORTEZ FERREIRA, 2007).

A criação de infraestrutura de transporte adequada é uma questão crítica para os países em desenvolvimento. Infraestruturas inadequadas tendem a impedir ou limitar o desenvolvimento econômico e social, perpetuando a pobreza em países menos desenvolvidos. Por sua vez, ao atingir níveis mais avançados de desenvolvimento os países se vêem à frente de novos problemas, como o crescimento dos congestionamentos, dos acidentes de trânsito e da poluição ambiental, aumentando custos e impactando seriamente a saúde e qualidade de vida da população (JICA, 2007, p. 10). Esses três problemas - congestionamentos, acidentes e poluição – têm impacto imediato e ocupam a agenda da sociedade, da imprensa e, por consequência, dos formuladores de políticas públicas, fazendo com que muitos requeiram as providências relacionadas às mudanças climáticas para um segundo plano.

Os derivados de petróleo – recurso fóssil – respondem por 95% da energia total utilizada pelo setor de transportes em todo o mundo. Em 2004 o setor foi responsável por 23% das emissões mundiais de gases de efeito estufa (GEE) provenientes do uso de energia, com cerca de três quartos dessa parcela oriundos do transporte rodoviário².

2 Neste artigo, o termo “transporte rodoviário” é utilizado para designar o transporte motorizado por caminhões, ônibus, utilitários leves, automóveis, triciclos, motocicletas e similares, em usos urbanos e interurbanos.

Ao longo da última década, as emissões de GEE dos transportes cresceram a taxas mais elevadas que as de qualquer outro setor que utiliza energia (KAHN RIBEIRO et al., 2007, p. 325).

As evidências disponíveis mostram claramente que as mudanças climáticas decorrentes do aumento da concentração de gases de efeito estufa na troposfera constituem o maior problema ambiental da atualidade. Suas consequências já superam os cenários mais pessimistas de previsões científicas elaboradas há menos de uma década e a aceleração da velocidade dessas mudanças deixa clara a ameaça real que o aquecimento global representa para o desenvolvimento digno da humanidade.

Os efeitos das mudanças climáticas serão sentidos especialmente em duas vertentes: a quebra da produção agrícola e industrial, redução da disponibilidade hídrica e destruição da infraestrutura, provocadas pelos fenômenos meteorológicos extremos – furacões, inundações, secas e desertificação – e os impactos gravíssimos que serão provocados pela elevação do nível dos oceanos, inundando regiões litorâneas e ameaçando instalações portuárias e cidades à beira-mar, juntamente com toda sua infraestrutura, incluídos os sistemas de transporte. Desses efeitos resultarão graves riscos à saúde da população, seja pela disseminação de doenças, pelos acidentes no curso de tais fenômenos extremos, pela carência de alimentação adequada e de água potável, ou pelas migrações forçadas de enormes contingentes de desabrigados. À medida que os efeitos sobre a saúde da população forem se agravando, os orçamentos públicos poderão ser onerados por crescentes gastos nos setores de saúde, seguridade social e defesa civil, comprometendo os recursos orçamentários disponíveis para investimento no setor de transportes.

Resulta imperativo, portanto, que medidas apropriadas de mitigação e adaptação sejam implantadas imediatamente. Este artigo apresenta as possíveis ações para mitigar emissões do setor de transportes e demonstrar a importância de uma análise abrangente de seus co-benefícios na seleção das medidas e políticas públicas a serem priorizadas.

2. Panorama das emissões do setor de transportes

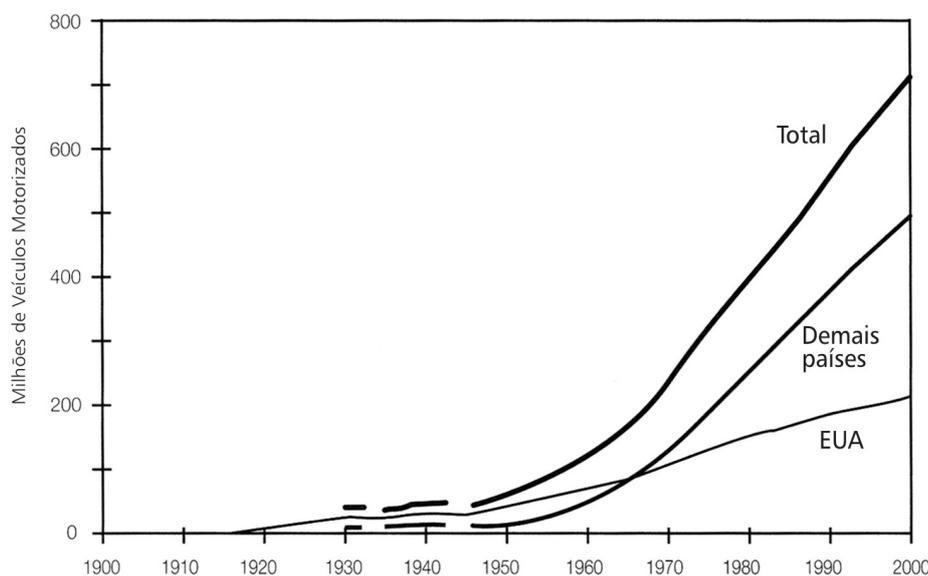
Responsável por 23% do total mundial de emissões de CO₂ do setor energético, em 2004 o setor de transportes emitiu 6.300.000 GgCO₂, sendo que o transporte rodoviário foi responsável por 74% dessa emissão. Os países em desenvolvimento (não-OECD) responderam por 36% do total, parcela que deverá crescer rapidamente para 46% até 2030 se forem mantidas as tendências atuais (KAHN RIBEIRO et al., 2007, p. 325).

No Brasil, em 2005 o setor de transportes foi responsável por 43% das emissões de CO₂ do setor energético e 8,1% do total do país, totalizando a emissão de 133.431 GgCO₂, dos quais 92% pelo transporte rodoviário. As emissões de CO₂ do transporte rodoviário cresceram 72,1% entre 1990 e 2005, enquanto o total de emissões de CO₂ no Brasil cresceu 65,2% (MCT, 2010, p. 140-141). As emissões do setor de transportes no Estado de São Paulo em 2005 totalizaram 36.820 GgCO₂, representando 47% das emissões de CO₂ do setor de energia e 41,4% do total de 88.844 GgCO₂ emitidos no estado. O transporte rodoviário totalizou 33.767

GgCO₂, representando 92% das emissões de CO₂ do transporte (CETESB, 2011, p. XXVII e 106-109).

Juntamente com o crescimento das emissões antrópicas de gases de efeito estufa, o século XX assistiu a um explosivo crescimento da utilização de automóveis. O primeiro automóvel movido à gasolina foi vendido nos Estados Unidos em 1896. Em 2000, a taxa de motorização americana era de 771 veículos por 1.000 habitantes, mais que um veículo por motorista habilitado, enquanto no restante do mundo era de 89 veículos por 1.000 pessoas – a mesma dos EUA em 1920. Mas desde 1950 a taxa de crescimento da frota no restante do mundo é mais que o dobro da taxa americana. A China, em 2000, já era o quarto maior mercado de novos automóveis no mundo, atrás apenas dos EUA, Japão e Alemanha. Os 6,1 bilhões de pessoas na Terra em 2000 possuíam 735 milhões de veículos. Se a mesma taxa de motorização americana fosse aplicada, seriam 4,7 bilhões de veículos, praticamente todos queimando combustíveis fósseis. Apenas para estacioná-los seria necessária uma área equivalente à Inglaterra ou à Grécia. Mantida a atual tendência de crescimento da frota, serão cinco bilhões de veículos em 2100. A esse respeito, SHOUP (2005) pergunta: “Poderá o mundo suprir todo o combustível necessário para mover cinco bilhões de veículos? Os humanos serão capazes de respirar a fumaça expelida por cinco bilhões de canos de escapamento? Onde esses cinco bilhões de veículos poderão estacionar?” Da mesma maneira, podemos perguntar: Que dizer das emissões de gases de efeito estufa?

Gráfico 1 - Total de Veículos Motorizados no Mundo



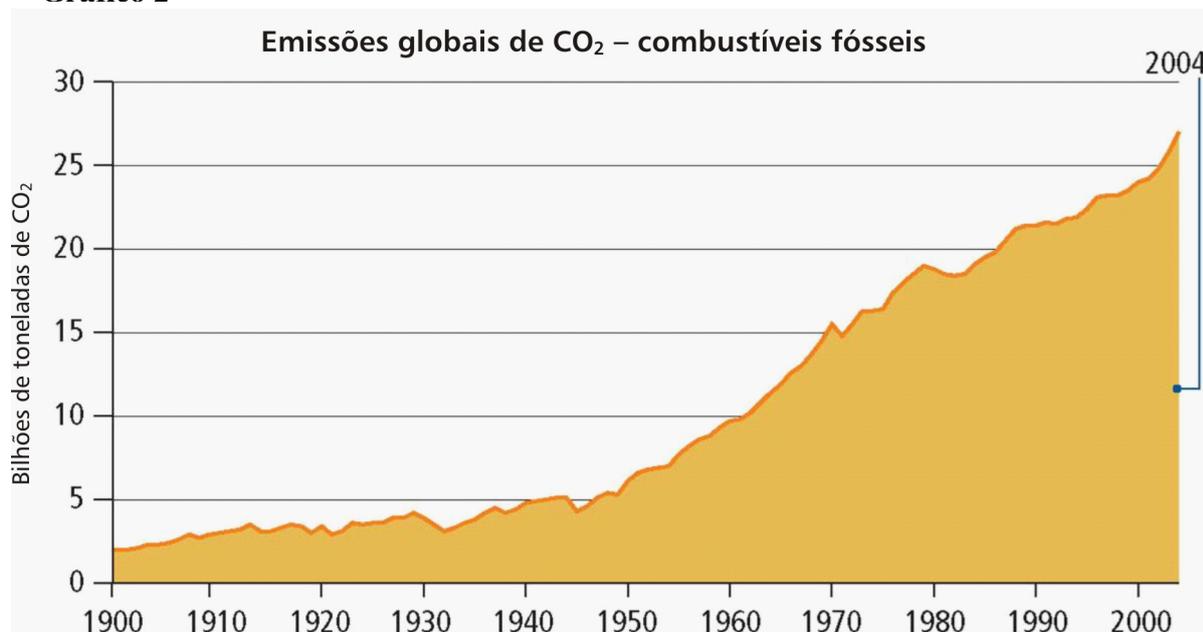
Fonte: Shoup, 2005: *The High Cost of Free Parking*, p.6

É nesse cenário alarmante que fica clara a necessidade de uma mudança radical no estilo de vida das populações mais favorecidas. Especialmente, fica claro que esse modelo baseado nos automóveis não pode ser o objetivo a ser almejado por todos, não pode ser o parâmetro a ser perseguido pelos países em desenvolvimento. O atual padrão de consumo de energia e de recursos naturais é insustentável até mesmo para a pequena parcela da humanidade que dele usufrui, que dizer da ideia de aplicá-lo a todos. Junto com grandes avanços tecnológicos que possam permitir um crescimento brutal na eficiência da utilização dos recursos não-

renováveis, será necessária também uma mudança de atitudes, uma mudança de comportamentos.

Nesse mesmo cenário o transporte público tem sua grande oportunidade, pois pode representar um enorme ganho de eficiência em comparação aos automóveis. Políticas públicas bem focadas e a conscientização e mobilização dos operadores e da indústria são fundamentais, de forma a garantir a canalização de investimentos maciços na expansão e melhoria dos sistemas coletivos. Entretanto, tal oportunidade pode rapidamente transformar-se em ameaça. Não apenas o setor ainda é amplamente dependente dos combustíveis fósseis, como é também dependente da capacidade de pagamento da população, da existência de um ambiente regulatório favorável e da disponibilidade de uma infraestrutura minimamente adequada para poder operar de forma eficiente. Fatores que poderão evoluir de forma muito negativa caso o aquecimento global não seja controlado e seus impactos não sejam mitigados a tempo (CORTEZ FERREIRA, 2007).

Gráfico 2



Fonte: WRI - World Resources Institute

As emissões de gases de efeito estufa pelo setor de transportes estão crescendo mais rápido que as de qualquer outro setor e já representam cerca de 26% das emissões globais de CO₂. Ainda mais, o crescimento das emissões do setor de transportes está anulando os efeitos dos esforços empreendidos por outros setores da economia para reduzir suas emissões (UITP, 2007). Dada sua característica dispersa, o setor de transportes é de difícil controle e o estabelecimento de metas é muito mais complexo, se comparado a outros setores da economia. Por essa razão, o setor de transportes ficou fora das metas de emissões atribuídas internamente pelos países do Anexo B do Protocolo de Kyoto, para o primeiro período de compromisso (2008–2012).

A tabela a seguir ilustra a situação das emissões de GEE dos Estados Unidos, UE-15 e Japão, em 1990 e 2003, permitindo a comparação entre as variações de emissões totais e do setor de transportes. A coluna à direita indica as metas de redução preconizadas pelo Protocolo de Kyoto.

Tabela 1

Emissões de GEE, em milhões de toneladas de CO₂e

	1990	2003	Variação	Meta 2008-2012
Estados Unidos	6.082,51	6.893,81	13,3%	- 8%
<i>Transportes</i>	1.494,39	1.810,59	21,2%	
UE-15	4.237,98	4.179,61	-1,4%	- 7%
<i>Transportes</i>	704,68	872,31	23,8%	
Japão	1.187,25	1.339,13	12,8%	- 6%
<i>Transportes</i>	215,88	259,89	20,4%	

http://ghg.unfccc.int/tables/atwo_luluc_p.html (sem LULUCF)

http://ghg.unfccc.int/tables/a3_transport_p.html

20/5/2006

Fica patente que o setor de transportes não estava participando do esforço de redução de emissões, mesmo no caso da União Europeia (UE-15). As figuras a seguir ilustram a situação na mesma data para a Alemanha e Espanha, ambas participantes do grupo UE-15. Neste caso, a meta de redução do grupo UE-15 (-7%) foi distribuída pela União Europeia entre cada um dos países que compõe o grupo, tendo resultado em metas bastante distintas conforme o país (no exemplo, Alemanha -21% e Espanha +15%).

Figura 1 - Emissões de GEE: Alemanha, 1990 – 2003

Alemanha, 1990–2003

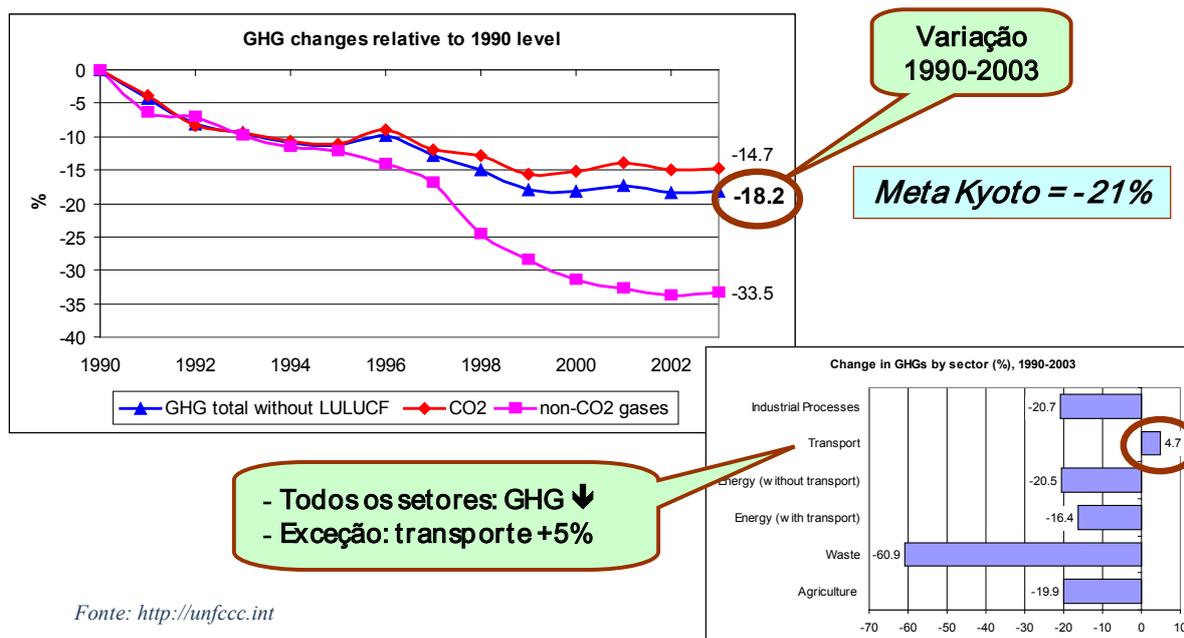
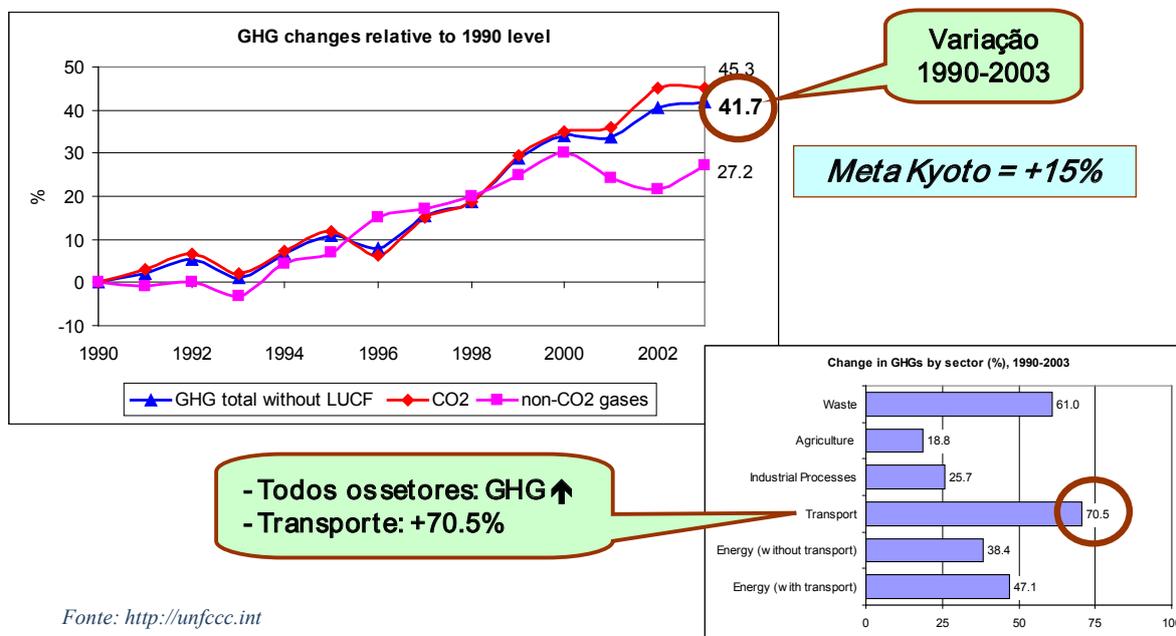


Figura 2 - Emissões de GEE: Espanha, 1990 – 2003

Espanha, 1990–2003



Ao final da década 2000-2010 os resultados de políticas de melhoria da eficiência energética dos veículos já se faziam sentir, apontando uma redução nas emissões do setor de transportes nesses países, propiciada também pelos impactos da grave crise econômica que se abateu sobre os países da OECD no final da década. Entretanto, esse ganho de eficiência será pouco a pouco suplantado pelo crescimento da frota e das distâncias percorridas, a menos que medidas complementares sejam colocadas em marcha.

3. Impactos das mudanças climáticas para a saúde humana

A extrema complexidade dos modelos de avaliação de cenários de oscilação do regime climático em razão do aumento das concentrações de GEE na atmosfera, associados às limitações do conhecimento disponível sobre suas consequências, dificultam o estabelecimento de estimativas aprofundadas e cientificamente aceitáveis quantificando com precisão os impactos das mudanças climáticas para a saúde das populações.

Entretanto, diversos estudos disponíveis comprovam as associações entre condições climáticas e ambientais com o aumento na mortalidade e na incidência de doenças, usualmente moduladas pelas condições socioeconômicas dos afetados.

Os sistemas de transporte, sejam urbanos ou de longa distância, provocam grandes danos à saúde, por acidentes e pela poluição: emissão de contaminantes atmosféricos, ruídos elevados, contaminação do solo e águas por resíduos e por vazamentos de combustíveis. Evidências disponíveis indicam que muitas das ações para mitigar as emissões de GEE do setor promovem, também, a melhora da saúde humana pela redução

nas emissões de contaminantes. Outros co-benefícios, de cunho econômico-financeiro, são: ampliação da eficiência do setor, ganhos de produtividade no trabalho e na educação, redução de custos com tratamentos de saúde, redução de custos de seguridade social e ampliação da disponibilidade de recursos orçamentários para investimentos em programas diversos.

Em que pesem as dificuldades já ressaltadas para o desenvolvimento de modelos estimativos abrangentes dos impactos das mudanças climáticas sobre a saúde da população, um grande número de estudos apresentam evidências importantes que permitem antever suas consequências (ISS et al., 2011) e justificam a importância de medidas imediatas de mitigação, sem que se descuide das providências de adaptação.

4. Importância dos co-benefícios do transporte sustentável de baixo carbono para a saúde humana

As evidências disponíveis quanto aos impactos da poluição veicular para a saúde humana são contundentes e suficientes já há muitos anos para demonstrar a importância do controle das emissões de fontes móveis. As estratégias de mitigação de emissões de GEE no setor de transportes tem o potencial de contribuir, também, para a redução de acidentes de trânsito e para a redução das emissões de contaminantes atmosféricos. Mesmo que esse não seja o objetivo primeiro das políticas de mitigação de emissões de GEE, no caso do setor de transportes os co-benefícios à saúde serão tão importantes que não poderão deixar de ser considerados na formulação das estratégias.

Em 2008, o total de óbitos decorrência de acidentes de trânsito no Brasil superou 38 mil vidas perdidas, atingindo a taxa de 20,2 óbitos por 100 mil habitantes. Em relação a 1998, houve um aumento de 23,9% no número absoluto de mortos em acidentes de trânsito, enquanto a taxa subiu 5,7%. Dentre as Unidades da Federação, em 2008 a taxa mais elevada foi alcançada em Tocantins: 35,6 óbitos por 100 mil hab., seguido por Mato Grosso: 35,5; a taxa mais baixa foi registrada no Amazonas: 11,2. Em São Paulo a taxa atingiu 18,3. Nesse mesmo período, os óbitos de motociclistas no país passaram de 3,4% do total em 1998 para 23,4% em 2008. Em número absoluto, cresceu de 1.047 para 8.939 óbitos/ano, uma variação de 753,8% e a taxa de óbitos de motociclistas por 100 mil habitantes passou de 0,6 para 4,7 - alta de 628,5% em dez anos (WAISELFISZ, 2011). Note-se que taxas tão elevadas e crescentes indicam que as motocicletas representam uma genuína tragédia em termos de saúde pública. Segundo WAISELFISZ (2011), “Em 1970, as 62 mil motocicletas registradas no país representavam apenas 2,4% do total de veículos motorizados. Para 2010 já podiam ser contadas 16,5 milhões de unidades, representando 25,5% dos veículos motorizados.” Do total de motociclistas mortos, 90% eram homens, especialmente na faixa de 18 a 29 anos. “A vulnerabilidade dos motociclistas é de tal nível que sua letalidade em acidentes chega a ser 14 vezes maior que a dos ocupantes de automóvel” (RODRIGUES, 2010, LIN, 2003. In: WAISELFISZ, 2011).

Comparativamente, os modos de transporte coletivo são muito mais seguros, com as taxas de óbitos de ocupantes de ônibus (incluindo ônibus urbanos e rodoviários) oscilando entre 0,1 e 0,2 óbitos por 100 mil

hab. no mesmo período. Raras são as ocorrências envolvendo passageiros de sistemas metroferroviários. Da mesma forma, as emissões por passageiro-km são inferiores no transporte coletivo, comparadas aos autos e motos. Estudo feito anualmente pelo Metrô de São Paulo apontou, em 2010, que as emissões de GEE para transportar um passageiro pela distância de um quilômetro representaram apenas 4g de CO₂eq. Comparadas com outros modos de transporte motorizado, as emissões de GEE por passageiro-km no Metrô foram quase 30 vezes inferiores às dos automóveis e 12,5 menos que dos ônibus em São Paulo (METRÔ DE SÃO PAULO, 2011). Note-se que a utilização do etanol favorece a redução das emissões médias de GEE dos automóveis. Essa comparação seria ainda mais favorável aos sistemas coletivos não fosse pela existência dos veículos flex e se a frota utilizasse apenas gasolina pura, sem adição de etanol anidro.

Confirmando a explosão no uso de motocicletas, o Inventário de Emissões Antrópicas de GEE do Estado de São Paulo (CETESB, 2011) apontou um rápido crescimento nas emissões de GEE por esses veículos: em 1990 as motocicletas totalizaram a emissão de 183 GgCO₂eq, demorando catorze anos para dobrar esse valor, atingindo 391 GgCO₂eq em 2004. Em apenas quatro anos as emissões dobraram novamente, atingindo 798 GgCO₂eq em 2008. No mesmo período 1990 - 2008 as emissões dos automóveis passaram de 7.030 para 10.894 GgCO₂eq.

Fica patente que a adoção de políticas públicas que incentivem a expansão e modernização dos sistemas e promovam a ampliação do uso dos transportes coletivos terão o duplo efeito de mitigar emissões de GEE e reduzir os impactos à saúde. Para serem efetivas, devem vir acompanhadas de medidas de desincentivo ao uso do transporte individual e de controle do risco associado de acidentes, buscando reduzir drástica e rapidamente a tragédia associada às motocicletas no país.

No que se refere ao transporte de carga, as maiores reduções de emissão são obtidas pela adoção do transporte hidroviário, seguido pelo ferroviário, modais que devem ser fortemente incentivados. No Estado de São Paulo, as emissões do transporte de cargas atingiram em 2008 17.828 GgCO₂eq (caminhões, comerciais leves, ferroviário e aquaviário), enquanto o transporte de passageiros foi responsável pela emissão de 19.151 GgCO₂eq (automóveis, motocicletas, ônibus e GNV) (CETESB, 2011). Esses números demonstram a importância de focar ações também para o transporte de cargas quando da formulação de políticas de mitigação de emissões de GEE e de combate à poluição, para que os resultados pretendidos possam ser atingidos plenamente.

Alguns dos contaminantes atmosféricos emitidos por fontes móveis, além de nocivos à saúde, podem ter um papel significativo no efeito estufa, mas somente mais recentemente é que estudos detalhados vêm sendo conduzidos. No caso do ozônio, os estudos avaliando sua interação com o efeito estufa se intensificaram nesta década e as evidências apontam para uma importância maior do que anteriormente se acreditava no que diz respeito ao seu potencial de interação com o sistema climático, especialmente em decorrência do aumento de suas concentrações na tropopausa, no limite entre a troposfera e a estratosfera. Ainda que as evidências disponíveis sejam demasiado recentes para que as conclusões a respeito tenham convergido, fica claro que o controle das emissões de precursores de O₃ pode trazer benefícios à saúde e, também, contribuir para a mitigação do efeito estufa, mesmo tendo um tempo de vida muito curto, de horas a dias. Os principais

precursores do ozônio, que é formado por reações fotoquímicas na presença de radiação ultravioleta solar, são os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis, além do metano. Reduzir o consumo de combustíveis por medidas de mitigação de GEE contribui, portanto, para a redução das emissões de precursores do ozônio troposférico. A exposição das vias aéreas ao O₃ causa danos ao sistema respiratório, induzindo a inflamação de células que podem contribuir para a formação ou exacerbação de doenças pulmonares existentes. Seus efeitos sobre a mortalidade estão bem demonstrados para exposições de curto prazo, além de sua associação à elevação da morbidade, exacerbação da asma e de admissões hospitalares por causas respiratórias. Também já foi verificada a associação entre exposições de longo prazo ao ozônio e mortalidade por complicações cardiovasculares, cardiopulmonares e respiratórias. Efeitos crônicos relacionados ao ozônio incluem evidências de déficit na função pulmonar em crianças, incremento na incidência de asma e danos à função pulmonar. Ainda que sua associação com a morbidade esteja mais bem evidenciada e seja suficiente para determinar a importância do controle das emissões de seus precursores, estudos mais recentes apontam para importantes efeitos da exposição de longo prazo na mortalidade. Desta forma, os co-benefícios de reduções da concentração de ozônio troposférico podem ser maiores que os previamente estimados (SMITH et al., 2009). Analisando os efeitos do aumento da exposição ao ozônio, estudos verificaram que a incidência do infarto do miocárdio elevou-se em 5% pelo aumento de 5 mcg/m³ diários de concentração de ozônio (RUIDAVETS, 2005; ACCETTA, 2008; MICHELOZZI, 2009. In: ISS et al., 2011).

Confirmando os efeitos da exposição à poluição veicular nas vias públicas, estudo com controladores de tráfego da Companhia de Engenharia de Tráfego da PMSP apontou alterações da pressão arterial e marcadores inflamatórios sanguíneos em dias mais poluídos. (SANTOS, 2005. In: ISS et al., 2011). Também a exposição a partículas finas inaláveis contribui para o agravamento dos impactos à saúde. Nas cidades brasileiras, o alto teor de enxofre no diesel é o principal responsável pelas emissões de MP_{2,5} (material particulado fino). O descumprimento da fase P-6 do PROCONVE (Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores), que deveria ter entrado em vigor em 1º de janeiro de 2009, postergou o enfrentamento desse problema e comprometeu o cronograma previsto para a vigência da fase seguinte, a P-7. Essa foi a primeira oportunidade em que a data de entrada em vigor de uma fase do PROCONVE, tanto para veículos leves quanto para veículos pesados, deixou de ser cumprida, desconsiderando os benefícios já obtidos com a implantação do programa em suas fases anteriores. Estudo avaliando os benefícios obtidos graças ao PROCONVE verificou que o programa reduziu em 30% a poluição do ar na RMSP entre 1996 e 2005, prevenindo 50 mil mortes no período e economizando US\$ 4,5 bilhões por conta dos gastos evitados com saúde, além da diminuição do consumo de energia e redução das emissões de GEE (MIRAGLIA, 2010. In: ISS et al., 2011), evidenciando, por sua vez, que as ações de controle das emissões veiculares, assim como o investimento em modos de transporte público de baixo carbono, produzem efeitos positivos imediatos, com relevantes benefícios econômicos.

Com o propósito de mensurar os benefícios da operação do Metrô de São Paulo para a redução da emissão de poluentes e a consequente redução dos custos de saúde pública, BASTOS (2009) examinou as variações nas concentrações médias diárias de partículas inaláveis (MP₁₀) em São Paulo, analisando as oscilações provocadas por interrupções no serviço metroviário em dias úteis (em razão de greves). Os resultados

mostraram que o Metrô contribui para reduzir a concentração de poluentes atmosféricos, especialmente o material particulado, podendo atingir reduções de cerca de 75% nas concentrações, dependendo das condições meteorológicas do período. A partir dos níveis de concentração de MP10 obtidos nos dias pré e pós-eventos, foi estabelecida a associação com indicadores de mortalidade por doenças cardiovasculares e respiratórias no segmento de idosos com 60 a 64 anos e mais de 65 anos de idade. As mortes excedentes à média diária, ocorridas nos períodos de 72 horas das paralizações, foram convertidas em valor monetário. O resultado estima que os benefícios obtidos com base na mortalidade evitada de idosos graças à redução nas emissões de MP10 pela utilização do Metrô no lugar de veículos a combustão interna atingem de US\$ 36 a 50 milhões ao ano (BASTOS, 2009. In: SALDIVA et al., 2010; BASTOS, 2010. In: ISS et al., 2011). Outros co-benefícios do Metrô também são expressivos. A redução dos tempos de deslocamentos graças ao Metrô, em 2010, permitiu um ganho de mais de 575 milhões de horas. A utilização do Metrô resultou na redução de 13 mil acidentes de trânsito em 2010, evitando custos de tratamento de saúde estimados em R\$ 138 milhões. (METRO DE SÃO PAULO, 2010A; METRO DE SÃO PAULO, 2010B. In: ISS et al., 2011).

Tanto em termos de redução de emissões de GEE quanto em benefícios à saúde resultantes do incremento de atividade física, o transporte ativo – não motorizado, por bicicletas ou a pé – merece posição de destaque como medida de mitigação. O incremento da atividade física moderada associado ao aumento das distâncias percorridas a pé ou por bicicleta levam a grandes benefícios à saúde. O UK National Health Service (NHS) gasta cerca de US\$5.000,00 por minuto em tratamento de doenças que poderiam ser evitadas por atividade física regular. A redução dessas despesas ajudaria a compensar os custos de implementação de políticas de transporte ativo (DOBBDON 2009 citado em HAINES 2009. In: ISS et al., 2011).

Os principais ganhos resultam da redução na incidência de doenças cardíacas isquêmicas, problemas cerebrovasculares, depressão, demência e diabetes. Um estudo de cenários comparativos para medidas de redução de emissões de GEE no transporte urbano de passageiros desenvolvido para Londres (Reino Unido) e Délhi (Índia) apontou importantes conclusões no que se refere à contribuição do transporte ativo. Os cenários modelaram os efeitos sobre as emissões de CO₂ e a saúde, avaliando a atividade física, poluição do ar em áreas externas (*outdoor*) e lesões por acidentes de trânsito. Foram considerados, para o horizonte 2030 e para as duas cidades, um cenário tendencial (*business-as-usual*), um cenário de adoção de veículos de baixa emissão, um cenário de incremento do transporte ativo e um quarto cenário combinando veículos de baixa emissão com transporte ativo. Os resultados obtidos para Londres e Delhi indicaram que a combinação de redução das distâncias percorridas por transporte motorizado e o incremento vigoroso do transporte ativo, combinado com a adoção de tecnologias veiculares mais eficientes (quarto cenário) ofereceu os melhores resultados de redução de emissões de CO₂, benefícios à saúde e também redução nas emissões de material particulado. Isoladamente, os benefícios da adoção de veículos mais eficientes foram pequenos e amplamente superados pelos benefícios decorrentes da implantação do cenário apenas transporte ativo. Mesmo considerando que os acidentes de trânsito envolvendo ciclistas tendem a diminuir quando o uso de bicicletas aumenta consideravelmente, ao invés de crescer linearmente, e que a redução na utilização de automóveis e motos poderia favorecer a redução de acidentes com ciclistas e com pedestres, o estudo adverte que o crescimento do transporte ativo exporá

mais pessoas ao risco remanescente. Assim, conclui que melhorias na segurança, conveniência e conforto para caminhar e pedalar serão essenciais para que a mudança modal possa ter sucesso, e que devem ser acompanhadas por medidas para reduzir a atratividade do uso de automóveis e motos (WOODCOCK et al., 2009).

Além das medidas necessárias para evitar o crescimento dos acidentes envolvendo ciclistas e pedestres, o incentivo ao transporte ativo deve considerar os efeitos nocivos da atividade física em situações de alta concentração de poluentes. A atividade física deve ser evitada próxima às vias de congestionamento e locais muito poluídos. A relação do tráfego como fator de risco para infarto é maior em ciclistas do que naqueles que usaram carros, sugerindo uma interação entre atividade física e exposição à poluição atmosférica relacionada ao tráfego (PETERS, 2004. In: ISS et al., 2011). Em outro estudo, o esforço físico ao ar livre mostrou ser um fator predisponente para infarto maior do que se realizado em ambiente fechado (LANKIT, 2006. In: ISS et al., 2011). Assim, até que os co-benefícios de redução das emissões de poluentes possam ser obtidos, as etapas iniciais de implantação de infraestrutura para o transporte ativo devem evitar a solução intuitiva de acompanhar o traçado dos corredores de tráfego mais densos, buscando trajetos alternativos favoráveis tanto no aspecto da concentração de poluentes, especialmente particulados, quanto da segurança viária, evitando a competição direta com grandes fluxos de veículos motorizados.

5. Medidas de mitigação, custos de implementação e políticas integradas

No que diz respeito ao estabelecimento de políticas públicas com o objetivo de mitigar as emissões de gases de efeito estufa do setor de transportes, muitos são os obstáculos a serem superados. Responsável por uma parcela importante das emissões globais, próxima aos 15% das emissões de CO₂ equivalente, o setor tem como característica a enorme dispersão de atores (*stakeholders*) e de abrangência geográfica de atividades, além de estar intimamente relacionado com a economia e as características de distribuição territorial das atividades em cada região, apresentando assim enorme variabilidade. Para efeito desta análise, o autor optou por deixar de lado as emissões dos subsetores aeronáutico e marítimo, por operarem em grande parte em espaços internacionais (especialmente o segundo), e focar nas possibilidades e obstáculos à mitigação das emissões do transporte rodoviário no Brasil, em razão de sua relevância frente aos demais.

As linhas de ação para mitigação das emissões de GEE no setor de transportes podem ser reunidas em quatro vertentes, melhor detalhadas logo a seguir:

substituição de combustíveis fósseis: ampla adoção de biocombustíveis ou outras fontes de energia renovável em parcela muito significativa da frota, abandonando o uso de combustíveis fósseis;

racionalização e mudança modal: a redução das emissões através da migração para modais de transporte menos poluentes e através da racionalização e aumento da eficiência dos sistemas existentes;

aprimoramento tecnológico: aumento da eficiência dos veículos no que se refere ao consumo de energia

e emissões de GEE;

gestão da demanda: redução da quilometragem total percorrida pelos veículos através de melhor controle e ordenamento das atividades no território.

Substituição de combustíveis fósseis

No que se refere à possibilidade de substituição de combustíveis fósseis por biocombustíveis, é inegável que o Brasil se encontra em posição privilegiada. A tecnologia desenvolvida em mais de trinta anos de utilização comercial do etanol de cana-de-açúcar permitiu que o combustível seja produzido a preços competitivos com os derivados de petróleo, especialmente se o preço do óleo superar US\$ 50.00 por barril (o preço nas bombas pode ser afetado por outros fatores além do preço do barril de petróleo), ao mesmo tempo em que a tecnologia dos motores evoluiu, permitindo a ampla oferta de veículos flex. Da maneira como é produzido no Brasil, o etanol de cana-de-açúcar permite reduções significativas nas emissões de GEE se comparadas à gasolina e diesel, numa análise poço-às-rodas (*well-to-wheels*), ou seja, considerando as emissões na produção, distribuição e consumo. Essa redução tem sido estimada em cerca de 80 a 85% (KAHN RIBEIRO et al., 2007, p. 343-344) e já existe tecnologia disponível para ganhos ainda maiores, decorrentes da adoção de práticas de plantio mais modernas, de equipamentos mais eficientes nas usinas e da cogeração de energia elétrica para ser distribuída a outros consumidores, medidas que ainda não foram adotadas por todos os produtores. A adoção de incentivos financeiros através da redução da alíquota do ICMS no Estado de São Paulo tem contribuído para manter os preços finais ao consumidor do etanol inferiores aos praticados em outros estados e quase sempre competitivos em relação aos da gasolina, reduzindo o impacto das flutuações de disponibilidade do etanol. Este exemplo demonstra a viabilidade de políticas públicas de incentivo econômico-financeiro à ampla adoção de biocombustíveis.

Entretanto, as barreiras para a substituição massiva dos derivados de petróleo no transporte rodoviário também são expressivas. Para os veículos leves, dois grandes avanços já foram estabelecidos no Brasil: a mistura de etanol anidro à gasolina, em proporções entre 20 e 25%, permite a redução das emissões de toda a frota, mesmo para veículos que não são flex³; e o amplo desenvolvimento da tecnologia flex, que já se tornou padrão de mercado para os novos veículos de produção nacional. Dois pontos destacam-se aqui: o grande crescimento das importações de veículos, dos quais apenas uma pequena parcela possui motores flex, trará dificuldades à implantação de políticas de substituição da gasolina; adicionalmente, a tecnologia flex permite ao consumidor optar a cada abastecimento pelo combustível que irá utilizar, tornando, assim, a decisão pelo etanol totalmente dependente da flutuação dos preços do combustível nas bombas.

3 veículos flex são aqueles cujos motores a combustão interna podem funcionar com qualquer proporção na mistura de etanol e gasolina, podendo chegar a utilizar 100% de etanol.

Adicionalmente, estudos preliminares em desenvolvimento pelo Comitê Gestor da PEMC (Política Estadual de Mudanças Climáticas) no Estado de São Paulo indicam que a ampla adoção do etanol será retardada pela lenta renovação da frota⁴, apontando a importância do estabelecimento de programas de renovação da frota para a obtenção de resultados mais imediatos. A imposição de padrões de emissão de GEE mais restritivos aos veículos importados, atingíveis seja pela adoção das tecnologias flex ou híbrida, também será fundamental para uma política de redução significativa do uso de combustíveis fósseis (CG-PEMC, 2010).

A substituição do diesel para veículos pesados apresenta, ainda, grandes barreiras tecnológicas. As reduções de emissões de GEE “*well-to-wheels*” obtidas com o biodiesel produzido com as tecnologias comercialmente disponíveis no momento estão longe de serem tão expressivas quanto as do etanol de cana-de-açúcar. Também os motores ciclo diesel para veículos pesados ainda não se encontram comercialmente disponíveis para permitir a ampla utilização de etanol ou biodiesel e seu ciclo de desenvolvimento ainda deverá demandar alguns anos. A tecnologia disponível permite propor a adoção de misturas de até 10% de biodiesel ao diesel fóssil, mas passos maiores que esse exigirão medidas concretas de incentivo e tempo de maturação. Se as políticas forem implantadas com sucesso, estimativas preliminares indicam que a ampla substituição da gasolina por etanol, a adoção do etanol nas frotas de ônibus metropolitanos e do Município de São Paulo, juntamente com a adição de 10% de biodiesel ao diesel fóssil, poderão propiciar a redução da emissão de 25.000 GgCO₂ no Estado de São Paulo em 2020, num cenário *business as usual* (CG-PEMC, 2010).

Outros aspectos importantes a serem observados ao definir a implantação de políticas de substituição ampla dos combustíveis fósseis por biocombustíveis são: a garantia de disponibilidade, especialmente nas entressafas, a estabilidade de preços e os impactos de sua produção sobre a produção de alimentos e o desmatamento. Estudo publicado pelo Banco Mundial (GOUVELLO et al., 2010) analisa a demanda futura por terras para a expansão da produção agropecuária e de biocombustíveis. Referido a 2006 e considerando um Cenário de Referência e um Cenário de Baixo Carbono para o horizonte de 2030, a expansão da produção agropecuária para atender as necessidades previstas para 2030 exigirá 16,8 milhões de ha de terras adicionais; a eliminação de carvão vegetal não renovável em 2017 e participação de 46% de carvão vegetal renovável para a produção de ferro e aço em 2030 exigirá mais 2,7 milhões de ha; a recuperação do passivo ambiental no que diz respeito às “reservas legais” de florestas, calculadas em 44,3 milhões de ha em 2030, exigirá 44,3 milhões de ha; finalmente, a expansão da cana-de-açúcar, para aumentar a substituição da gasolina pelo etanol até atingir a marca de 80% no mercado interno e permitir ao Brasil responder, na forma de etanol, pelo fornecimento de 2% da demanda global estimada de gasolina em todo o mundo até 2030 exigirá 6,4 milhões de ha adicionais de área plantada de cana-de-açúcar, totalizando uma demanda de 70,4 milhões de hectares adicionais de terras até 2030. O mesmo estudo confirmou que é possível atender essa demanda por terras adicionais sem que seja necessário recorrer ao desmatamento, contanto que seja promovido o aumento da produtividade da pecuária e a consequente liberação de terras atualmente dedicadas à pastagem para a expansão do plantio.

4 a disponibilidade de veículos flex é recente e grande parte da frota antiga de veículos leves somente pode ser abastecida com gasolina.

Para aumentar a produtividade da pecuária, “o Cenário de Baixo Carbono considerou três opções: (i) promover a recuperação de áreas degradadas de pastagem, (ii) estimular a adoção de sistemas produtivos que envolvam confinamento de gado para engorda e (iii) encorajar a adoção de sistemas de lavoura-pecuária. O aumento da taxa de lotação resultante da recuperação de áreas degradadas, combinado a sistemas integrados mais intensivos de lavoura-pecuária e confinamento de gado para engorda refletem-se em acentuada redução na demanda por terra, projetada para ser de aproximadamente 138 milhões de ha no Cenário de Baixo Carbono, em comparação com 207 milhões de hectares no Cenário de Referência para o ano de 2030” (GOUVELLO et al., 2010). Estas evidências sublinham a importância fundamental de uma abordagem integrada das políticas públicas no estabelecimento das ações de mitigação de emissões de GEE. Atuando de maneira integrada na agropecuária, na produção de biocombustíveis e no setor de transportes, o Brasil poderá suprir com etanol 80% de suas necessidades de combustível para veículos leves e ainda exportar o equivalente a 2% da demanda mundial projetada para 2030, poderá manter a expansão da produção agropecuária e recuperar as reservas legais, sem que seja necessário recorrer ao desmatamento, ou seja, “zerando” o desmatamento, que é hoje responsável pela principal parcela das emissões de GEE do país.

Substituição modal

A linha de ação da substituição modal pode ser desenvolvida tanto para o transporte de passageiros quanto para o transporte de cargas. No caso dos passageiros, pela substituição de viagens realizadas em transporte motorizado individual (autos e motos) por viagens em transporte coletivo (ônibus, trens ou metrô) ou por viagens não motorizadas (a pé ou em bicicleta). No caso da carga, pela substituição do transporte por caminhões para ferrovias, hidrovias ou dutovias. As ações de racionalização e aumento da eficiência também devem ser promovidas, especialmente para o transporte de cargas. Estimativa desenvolvida pela SLT⁵ verificou que existe grande contribuição potencial advinda da racionalização dos sistemas de transporte de carga, particularmente do rodoviário: hoje em 48% dos deslocamentos os caminhões circulam vazios, correspondendo a 34% da quilometragem percorrida, enquanto na Europa esse índice é de 22-24% e nos EUA de 16-18% (CG-PEMC, 2010). A racionalização dos sistemas de transporte existentes e a substituição por modos mais eficientes, além de contribuir para a redução das emissões de GEE, aportam também grandes benefícios adicionais no controle das emissões de contaminantes atmosféricos, na redução do consumo de energia e dos custos de transporte. O transporte ativo (não motorizado) pode trazer grandes benefícios à saúde da população. Também pode promover reduções significativas nas emissões de poluentes (sejam contaminantes locais ou gases de efeito estufa) e nos custos diretos (*out-of-pocket*) de transporte. Seu potencial de crescimento no Brasil é amplo, ainda que em parte das grandes e médias cidades as barreiras a serem superadas sejam consideráveis. O primeiro ponto a ser investigado refere-se às medidas necessárias para evitar que a ampliação da letalidade e danos à saúde decorrentes de acidentes e da exposição à poluição atmosférica venham a superar os benefícios.

5 Secretaria de Logística e Transportes do Estado de São Paulo.

A segunda linha de investigação deve ater-se aos investimentos e às medidas institucionais necessárias para viabilizar uma migração ampla das viagens motorizadas, especialmente aquelas de curta distância, para o transporte ativo. Neste caso, há que se investigar os impactos e as possíveis sinergias com o transporte coletivo, lembrando que este deverá ter capacidade ociosa suficiente para absorver a demanda nas ocorrências de condições climáticas adversas, situação em que seu próprio desempenho operacional também é degradado. O aprofundamento dessas duas linhas de investigação é fundamental para que se estabeleçam bases confiáveis para a construção das políticas públicas de incentivo ao transporte ativo.

De fato, os co-benefícios decorrentes da promoção de políticas de racionalização e substituição modal para a mitigação de emissões de GEE são tão expressivos, seja por sua contribuição para a melhora das condições de saúde da população, seja por sua contribuição ao desenvolvimento econômico, que não podem deixar de ser considerados no desenvolvimento das análises e estudos de viabilidade econômica quando da avaliação dessas políticas. Ao analisar especificamente a realidade brasileira, o estudo publicado pelo Banco Mundial apresenta conclusões que são bastante semelhantes a resultados já evidenciados em estudos internacionais, demonstrando que os custos de implantação da infraestrutura necessária para que seja promovida uma ampla substituição modal são significativamente elevados, seja para a carga ou para o transporte de passageiros (GOUVELLO et al., 2010). Quando cotejados os investimentos necessários com as emissões de GEE evitadas, resulta sempre uma intensidade de capital desfavorável ao setor de transportes. Isso evidencia a relevância da inclusão de suas externalidades, amplamente positivas, nas análises que irão subsidiar os processos de decisão de políticas de mitigação.

Aprimoramento tecnológico dos veículos e redução de congestionamentos

As medidas de promoção do aprimoramento tecnológico dos veículos, resultando no aumento da eficiência dos veículos no que se refere ao consumo de energia e emissões de GEE, devem ser rapidamente implementadas. De fato, alguns países, como é o caso dos EUA, têm conduzido suas ações de mitigação de emissões no setor de transportes cada vez mais nesse sentido. Aprovada em 2007, a lei *Energy Independence and Security Act* (U.S. Congress, 2007. In: EWING et al., 2008) estabelece limite para o consumo de combustível de novos veículos de passageiros, que deverão percorrer não menos que 35 milhas por galão a partir de 2020 (equivalente a 14,9 km/l). Esse limite deverá promover uma redução média de 34% no consumo por quilômetro rodado para toda a frota em 2030. Não há proposta equivalente em discussão aprofundada no Brasil, onde apenas a ideia da adoção de um selo de eficiência energética para os veículos, a exemplo do já adotado para eletrodomésticos e lâmpadas, foi amplamente considerada até o momento. No caso brasileiro os resultados de limites mandatórios de emissão para veículos se farão sentir mais lentamente que nos EUA, dado o ritmo mais lento da renovação da frota de veículos. Ainda assim, sua rápida implantação poderá evitar que a frota de veículos novos movidos exclusivamente à gasolina (sem tecnologia flex) e sem nenhum controle de emissões de GEE cresça demasiadamente, incentivada pelo rápido crescimento das importações.

A perda de eficiência resultante de congestionamentos também contribui para o aumento das emissões de GEE e contaminantes. O consumo de combustível cresce em consequência do tempo parado em ponto morto com os motores operando e da frequente aceleração e desaceleração. Investimentos no aumento da capacidade viária e no aprimoramento da operação do trânsito significam um imediato ganho de eficiência e consequente redução de emissões. No entanto, os ganhos obtidos, resultado do aumento da velocidade média dos veículos pela redução dos congestionamentos, não se restringem à redução das emissões. São acompanhados pela redução dos tempos de viagem e redução dos custos diretos com combustível, resultando em maior atratividade e incentivo ao uso de automóveis e caminhões. No longo prazo terminam por provocar o resultado oposto, trazendo o incremento das emissões. Estudo realizado nos EUA avaliando diversas estratégias de redução de emissões no setor de transportes apontou: “Expansão da capacidade viária e alívio de congestionamentos são as únicas duas estratégias analisadas pelo estudo *Moving Cooler* que resultam em um incremento das emissões de GEE durante o período de 40 anos da análise, de 2010 a 2050. Esse incremento não ocorre imediatamente, entretanto; no curto prazo, a melhoria das condições viárias irá reduzir os congestionamentos e atrasos e, como consequência, o consumo de combustível. Apenas quando a demanda induzida começar a consumir o incremento de capacidade viária é que as emissões de GEE deverão crescer, juntamente com a quilometragem total percorrida.” (CAMBRIDGE SYSTEMATICS, 2009, p. 43).

Controle da quilometragem total percorrida

Os ganhos de eficiência e a consequente redução de emissões, decorrentes do aprimoramento tecnológico dos veículos, serão rapidamente obliterados pelo crescimento da quilometragem total percorrida pela frota de automóveis. Esse crescimento é provocado: pela ampliação da frota, pelo crescimento do uso dos automóveis em viagens antes realizadas a pé ou por transporte coletivo e pelo crescimento da distância média percorrida em cada viagem, consequência do espraiamento das atividades no território.

Analisando o caso dos EUA, EWING et al. (2008) identificou que o rápido crescimento da quilometragem percorrida fará com que as emissões de GEE de automóveis e utilitários leves permaneçam estáveis, correspondendo em 2030 aos mesmos níveis encontrados em 2005, a despeito dos ganhos decorrentes do aumento de eficiência e da adição de biocombustível à gasolina impostos pela legislação vigente. Desde 1980 a quilometragem percorrida pelos americanos cresceu três vezes mais rápido que a população e cerca de duas vezes mais rápido que a frota. O tempo de viagem nas áreas metropolitanas tem crescido constantemente ao longo das décadas e muitos americanos atualmente gastam mais tempo na somatória das viagens residência-trabalho que usufruindo de férias. Da mesma maneira, a área consumida para novos loteamentos imobiliários vem crescendo a taxas quase três vezes mais rápidas que o crescimento populacional. A ocupação de áreas rurais pelo espraiamento das áreas urbanas provocou o aumento das emissões de CO₂ por automóveis, ao mesmo tempo em que reduziu as áreas plantadas disponíveis para a absorção de CO₂ (EWING et al., 2008).

O fenômeno de espraiamento das manchas urbanas vem ocorrendo a passos acelerados também no Brasil, marcadamente junto às grandes cidades. Buscando condições financeiramente mais favoráveis para

reduzir os custos com moradia, muitas famílias buscam novas áreas de ocupação urbana, localizadas cada vez mais distantes dos centros metropolitanos. Inicialmente circunscrito predominantemente à população de baixa renda, levando à criação de extensos cinturões periféricos de urbanização precária, o fenômeno da expulsão dos grandes centros atinge agora as classes média e média-alta, incentivado pelas facilidades para a compra de automóveis. Desse padrão de ocupação espraiada e pouco densa do solo, que se desenvolve ao longo dos eixos rodoviários e que é agravado em seus impactos pela quase ausência de planejamento territorial, resulta uma enorme dependência do uso do automóvel para a efetivação de todas as atividades cotidianas das famílias. Essa mesma ausência de densidade torna financeiramente inviável a oferta de transporte público adequado, consolidando um ciclo vicioso de dependência total do transporte individual. A segregação das funções urbanas – habitação em condomínios fechados exclusivamente residenciais, escolas, comércio, serviços e empregos em locais distantes, não raro em outros municípios – inviabiliza o transporte ativo, torna ineficiente o transporte coletivo e aumenta o uso do transporte individual. Grandes distâncias, grande fluxo de veículos e grandes congestionamentos, agravando o consumo de combustível e aumentando as emissões de GEE. Reverter esse quadro demandará tempo e um enorme esforço de gestão, mas a tarefa precisa ser enfrentada. Como ressalta EWING et al. (2008, p. 134) “o planejamento criterioso é crucial para a implantação de reformas no uso do solo e no transporte a nível regional. [...] Uso do solo e transporte definem um ao outro; nenhum pode ser totalmente compreendido ou racionalizado isoladamente”. Por sua vez, “a redução das emissões de CO₂ no transporte é como uma banquetta apoiada em três pernas: uma relacionada à eficiência no consumo de combustível, outra no combustível – fóssil ou renovável – e a terceira na quantidade de quilômetros percorridos. As iniciativas de energia e clima a nível federal e estadual [nos EUA] têm pendurado suas esperanças em controlar as duas primeiras pernas da banquetta. Mas uma banquetta não pode parar em pé apoiada apenas em duas pernas” (2008, p.3).

No que se refere à redução da quilometragem percorrida por veículos de carga, um resultado mais rápido pode ser obtido no transporte inter-regional com medidas para aumentar a ocupação e reduzir as viagens com caminhões vazios. A implantação de uma rede de terminais logísticos multimodais e a revisão da estrutura de recolhimento tributário, associadas a medidas complementares de incentivo, apontam para resultados efetivos na redução das viagens vazias e para uma maior racionalização de todo o transporte de cargas, com inegáveis benefícios econômicos e ambientais.

6. Considerações finais

A análise das evidências apresentadas nesta resenha permite ao autor destacar dois pontos fundamentais: primeiro, sublinhar a importância da implementação de medidas integradas, inclusive de caráter intersetorial, seja para garantir a persistência dos resultados obtidos, seja para alavancar os resultados com o aproveitamento das sinergias que se possam criar entre as diversas medidas. Isso significará um grande esforço de aprimoramento de gestão, exigindo a implementação de políticas públicas integradas e duradouras,

haja vista que os resultados somente poderão ser obtidos no longo prazo, o que exige que as medidas sejam permanentes e consistentes;

segundo, considerando o expressivo volume de investimentos necessários para a implantação de medidas de redução de emissões de GEE no setor de transportes, *vis-à-vis* os resultados de mitigação obtidos, e considerando, também, que os benefícios à saúde e qualidade de vida da população, juntamente com os benefícios econômicos, podem ser muito superiores que aqueles diretamente relacionados à mitigação das emissões de GEE, é imperativo que tais co-benefícios (externalidades positivas) sejam criteriosamente considerados quando da definição das estratégias e políticas públicas de mitigação, tanto do setor quanto intersetoriais.

Na definição das estratégias de mitigação para o setor, é preciso resistir à tentação de implantar apenas ações isoladas que prometem resultados imediatos, como as soluções de aprimoramento tecnológico dos veículos, de ampliação da capacidade viária, ou de adoção de biocombustíveis por meio de incentivos econômico-financeiros. Estas podem ser importantes, mas devem vir acompanhadas de ações de mais longo prazo. Como ressalta OWEN (2009, p. 99) “No longo prazo, dependência do automóvel ainda é dependência do automóvel. Aumentar a eficiência e reduzir o consumo dos automóveis pode, no curto prazo, de alguma forma reduzir o ritmo em que o mundo exaure sua disponibilidade de petróleo, mas, ao final, tornar o uso de automóveis mais barato apenas encoraja as pessoas a dirigirem mais. Carros melhores, isoladamente, não importa quantos quilômetros possam percorrer por litro, não poderão reduzir a pegada de carbono da humanidade”.

Transporte e uso do solo são absolutamente interdependentes. O adensamento urbano permite grandes ganhos de eficiência, mas a ideia de reunir quase toda a população mundial (as projeções indicam algo em torno de 12 bilhões de pessoas no final do século) em densas aglomerações urbanas encontra severa resistência naqueles que defendem a imagem idílica de pequenos grupos vivendo quase isoladamente em meio à natureza. Intuitivamente, muitos ambientalistas apegam-se à noção de que famílias vivendo em habitações isoladas, em áreas semi-rurais de muito baixa densidade, representam um impacto ambiental menor e que esse modelo de ocupação do território é mais sustentável, devendo, portanto, ser defendido e generalizado. Para embasar essa noção intuitiva, um *ranking* de indicadores como consumo de energia, consumo de água, geração de lixo e tantos outros certamente colocará as grandes metrópoles no topo da lista, se forem considerados os valores absolutos. Em OWEN (2009, p. 14) essa noção é contestada: “A população de Nova York é treze vezes maior que a de todo o estado de Vermont e, assim, os dados de consumo em qualquer categoria farão a cidade parecer avassaladora em qualquer comparação direta. É o consumo per capita que conta, no entanto, e por esse critério os habitantes de Vermont usam mais água que os nova-iorquinos. Eles também consomem três vezes e meia mais gasolina – 545 galões por pessoa por ano, versus 146 para todos os habitantes da cidade de Nova York e apenas 90 para os habitantes de Manhattan – resultando que, dentre os cinquenta estados, o pastoral Vermont fique na 11ª posição em consumo de gasolina per capita, enquanto o estado de Nova York, inteiramente graças à cidade de Nova York, ocupa a última e mais baixa posição. Os habitantes de Vermont

também consomem acima de quatro vezes mais eletricidade que os moradores da cidade de Nova York, têm uma pegada de carbono maior e geram mais lixo sólido, não importa quantos se dediquem a compostar seus resíduos orgânicos no quintal de suas casas”.

As evidências disponíveis são significativas para indicar que o planejamento territorial deve priorizar o assentamento populacional em áreas urbanas adensadas, permitindo o crescimento populacional e o desenvolvimento econômico sem exaurir a disponibilidade de áreas para a agropecuária e para a recuperação da cobertura florestal, garantindo a permanência dos serviços ambientais e a preservação da biodiversidade. No que diz respeito ao transporte, não há como garantir, em longo prazo, o controle das emissões de GEE do setor sem a implantação integrada de políticas de ordenamento territorial, local e regional, para contenção do espraiamento urbano.

As medidas de resultado imediato devem ser acompanhadas daquelas de mais longo prazo, como a implantação de infraestrutura de transporte que permita a mudança modal, tanto de passageiros como da carga, e medidas que promovam a redução da quilometragem total percorrida pelos veículos. Referindo-se ao uso do solo a ao incremento das opções de modos de transporte no capítulo de conclusões de seu estudo, CAMBRIDGE SYSTEMATICS (2009, p. 83) afirma que “enquanto algumas das estratégias do estudo *Moving Cooler* podem ser implementadas rapidamente, outras requerem muitos anos para serem colocadas em prática. Esta observação é particularmente verdadeira para medidas integradas que envolvam mudanças no padrão de ocupação territorial para aumentar a densidade e reduzir as distâncias percorridas ou reduzir a necessidade de recorrer a modos motorizados. A análise demonstrou que, ao longo do tempo, as mudanças no uso do solo e os investimentos em aprimoramento e ampliação das opções de transporte podem aumentar a eficiência e a qualidade de todas as viagens, reduzindo as distâncias percorridas ou substituindo as viagens motorizadas pelo transporte ativo, reduzindo dessa forma as emissões de GEE. As reduções mais notáveis para essas estratégias foram obtidas nas décadas mais distantes analisadas, de 2030 em diante. Trata-se de estratégias que irão requerer mudanças nas políticas públicas em curso e na legislação vigente, junto com investimentos significativos em razão dos custos de capital para expansão dos serviços de transporte público, mas essas estratégias poderão assegurar reduções significativas das emissões de GEE em 2050, na faixa entre 9 e 15%, sem recorrer a medidas simultâneas de penalização financeira para gestão da demanda”. Note-se que esse resultado é extremamente positivo, pois a implementação de medidas demasiadamente agressivas de gestão da demanda pela imposição de penalizações financeiras (como a criação de taxas de carbono, elevação de alíquotas, pedágios urbanos e outros esquemas de cobrança) pode gerar problemas de equidade pela elevação dos custos de transporte e impactar de maneira negativa o desenvolvimento da economia. Dessa maneira, a formulação das políticas de redução de emissões fica menos pressionada a adotar medidas agressivas de penalização para gestão da demanda.

Os benefícios para a saúde humana decorrentes da implantação de medidas de redução das emissões de GEE pelo setor de transportes são muito importantes, graças à redução da poluição e dos acidentes. Ao proporcionar simultaneamente a redução das concentrações de contaminantes na atmosfera, as ações de mitigação das emissões de GEE promoverão a equidade social, a redução de custos de tratamento de saúde, o

incremento da produtividade e da qualidade de vida. Em resumo, promoverão o desenvolvimento sustentável e contribuirão para evitar que esse desenvolvimento seja inviabilizado por mudanças demasiadamente acentuadas no regime climático.

A formulação das estratégias e políticas públicas de mitigação de emissões de GEE deve considerar sempre as externalidades positivas que serão potencialmente geradas por ações de mitigação no setor de transportes, de forma a obter uma análise mais adequada dos custos e benefícios envolvidos. Sem a adoção de medidas intersetoriais integradas, dificilmente será possível lograr reduções significativas e consistentes no longo prazo. O setor de transportes tem participação importante nas emissões de GEE e a eficácia das ações de mitigação será ainda mais expressiva em razão dos co-benefícios à saúde que resultarão de sua adequada implantação.

Referências Bibliográficas:

ACCETTA, G. et al. Heat effects on mortality in 15 European cities. *Epidemiology* 2008; 19: 711–19. In: ISS et al. Carta de Recomendações em Saúde - São Paulo, C40 2011.

BASTOS, C. P. S. Valoração dos Benefícios do Metrô para a Saúde Pública associados à Poluição do Ar na cidade de São Paulo. Dissertação mestrado. SENAC, 2009. Citado por MIRAGLIA, S. et al. Quanto custa viver nas metrópoles. In: SALDIVA, P. et al. Meio Ambiente e Saúde: o Desafio das Metrópoles. São Paulo: Ex-Libris Editora, 2010.

CAMBRIDGE SYSTEMATICS, INC. Moving Cooler – an analysis of transportation strategies for reducing greenhouse gas emissions. Washington, D.C. (EUA): ULI – the Urban Land Institute, 2009.

CETESB Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. 1º Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo. Coordenação: João Wagner Silva Alves; Josilene Ticianelli Vannuzini Ferrer. São Paulo: CETESB, 2011.

CG-PEMC. Comitê Gestor da Política Estadual de Mudanças Climáticas, Grupo de Trabalho sobre Transporte Sustentável – Apresentação realizada ao Conselho Estadual de Mudanças Climáticas. São Paulo, em 15 de dezembro de 2010.

CORTEZ FERREIRA, L. A. Transporte e Aquecimento Global. In: Transporte e Meio Ambiente. Série Cadernos Técnicos - Volume 6. São Paulo: ANTP, 2007, p. 26 - 39.

DOCKERY, D. W. et al. An association between air pollution and mortality in six US cities. *New*

England Journal of Medicine, 1993; 329: 1753–59. In: ISS et al. Carta de Recomendações em Saúde - São Paulo, C40 2011.

EWING, R. et al. Growing Cooler – The Evidence on Urban Development and Climate Change. Washington, D.C. (EUA): ULI – the Urban Land Institute, 2008.

GOUVELLO, C. et al. Estudo de Baixo Carbono para o Brasil. Washington, D.C. (EUA): Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento – The World Bank, 2010.

HAINES, A. et al. Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: overview and implications for policy makers. The Lancet 2009.

DOI:10.1016/S0140-6736(09)61759-1. In: ISS et al. Carta de Recomendações em Saúde - São Paulo, C40 2011.

ISS et al. - INSTITUTO SAÚDE E SUSTENTABILIDADE. Carta de Recomendações em Saúde - São Paulo, C40 2011. Disponível em: <http://www.saudeesustentabilidade.org.br/html/comunicacao/noticias/0034_carta_recomendacoes_saude_sp_c40.html>. Acessado em 05 jul. 2011.

JICA. JICA's Assistance for Mitigation to Climate Change — The Co-Benefits Approach to Climate Change. Research Group, Institute for International Cooperation (IFIC), Japan International Cooperation Agency (JICA). Tóquio (Japão), 2007. Disponível em: <http://www.jica.go.jp/english/publications/reports/study/topical/climate_1/index.html>.

Acessado em 05 jul. 2011.

KAHN RIBEIRO, S. et al. Transport and its infrastructure. Capítulo 5. In: METZ, B; DAVIDSON, O. R.; BOSCH, P. R.; DAVE, R.; MEYER, L. A. (Org). Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge (Reino Unido) e Nova York (EUA), Cambridge University Press, 2007.

LANKIT, P. & AALTO, J. P. et al. Associations of traffic related air pollutants with hospitalization for first acute myocardial infarction: the HEAPSS study. Occup Environ Med 2006; 63: 844–51. In: ISS et al. Carta de Recomendações em Saúde - São Paulo, C40 2011.

MCT - MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2010, p. 140-141.

METRÔ DE SÃO PAULO. Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa - GEE – METRÔ 2010. São Paulo: Companhia do Metropolitano de São Paulo - Metrô, DM/GMS, 2011.

MICHELOZZI, P. et al. High temperature and hospitalizations for cardiovascular and respiratory causes in 12 European cities. *Am J Respir Crit Care Med* 2009; 179: 383–89. In: ISS et al. Carta de Recomendações em Saúde - São Paulo, C40 2011.

MIRAGLIA, S. et al. Valoração Ambiental da Qualidade do Ar no Município de São Paulo: Resultados preliminares, 2010. Citado MIRAGLIA, S. et al. Quanto custa viver nas metrópoles. In: SALDIVA, P. et al., p. 170. Meio Ambiente e Saúde: o Desafio das Metrôpoles. São Paulo: Ex-Libris Editora, 2010. In: ISS et al. Carta de Recomendações em Saúde □ São Paulo, C40 2011.

OWEN, D. Green Metropolis: Why Living Smaller, Living Closer, and Driving Less are the Keys to Sustainability. New York (EUA): Riverhead Books, 2009.

PETERS A et al. Exposure to traffic and the onset of myocardial infarction. *New England Journal of Medicine*, 2004; 351: 1721–30. In: ISS et al. Carta de Recomendações em Saúde - São Paulo, C40 2011.

RUIDAVETS, J. B. et al. Ozone air pollution is associated with acute myocardial infarction. *Circulation* 2005; 111: 563–69. In: ISS et al. Carta de Recomendações em Saúde - São Paulo, C40 2011.

SALDIVA, P. et al. Meio Ambiente e Saúde: o Desafio das Metrôpoles. São Paulo: Ex□Libris Editora, 2010.

SANTOS, U.P.et al. Effects of air pollution on blood pressure and heart rate variability: a panel study of vehicular traffic controllers in the city of São Paulo, Brazil. *European Heart Journal*, v.326, p. 193-200; 2005. In: ISS et al. Carta de Recomendações em Saúde - São Paulo, C40 2011.

SHOUP, D. C. The High Cost of Free Parking. American Planning Association, Chicago e Washington, D. C. (EUA): APA Planners Press, 2005.

SMITH, K. R. et al. Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: health implications of short-lived greenhouse pollutants. *The Lancet* 2009; 374: p. 2091-2103; DOI: 10.1016/S0140-6736(09)61716-5.

UITP the International Association of Public Transport. UITP Focus Paper: A low carbon future with public transport. Bruxelas (Bélgica), 2007. Disponível em: <<http://www.uitp.org/mos/focus/FP-Climate-en.pdf>>. Acessado em 05 jul. 2011.

WAISELFISZ, J.J. Mapa da Violência 2011. Os Jovens do Brasil; Caderno Complementar. Brasília, Ministério da Justiça, Instituto Sangari, 2011. Disponível em: <http://www.sangari.com/mapadaviolencia/pdf2011/acidentes_transito.pdf>.

Acessado em 05 jul. 2011

WOODCOCK, J. et al. Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: urban land transport. *The Lancet*, 2009; 374: p. 1930-1943;
DOI: 10.1016/S0140-6736(09)61714-1.

Dados da Tabela 1 e Figuras 1 e 2 disponíveis em: <http://unfccc.int/ghg_data/ghg_data_unfccc/items/4146.php>. Acessado em 05 jul. 2011.