

TRANSPORTE REGIONAL SUSTENTÁVEL: ALAVANCAS PARA REDUÇÃO DAS SUAS EMISSÕES DE CO₂

Fabiano Mezadre Pompermayer*

1 INTRODUÇÃO

O transporte regional envolve tanto a movimentação de pessoas quanto de mercadorias entre diferentes cidades e regiões. No Brasil, a movimentação de pessoas ocorre principalmente pelo modal rodoviário, tanto por transporte coletivo (ônibus e similares) quanto por veículos próprios (automóveis, motocicletas etc.). Em menor quantidade está o transporte aéreo de passageiros, mas com forte crescimento na última década, o que, associado a seu alto nível de emissões por passageiro-quilômetro, suscita preocupações a respeito deste modal. O uso do modal ferroviário para o transporte regional de passageiros é muito pequeno no Brasil, mas há diversos projetos para sua expansão.

A matriz de transporte regional de cargas é também fortemente dominada pelo modal rodoviário. Segundo o Plano Nacional de Logística de Transportes (PNLT), este modal respondeu, em 2005, por quase 60% da movimentação de mercadorias no país, seguido pelos modais ferroviário (25%) e aquaviário (13%) (BRASIL, 2009). Considerando-se as dimensões do país, a matriz brasileira é desbalanceada em comparação com outros países. A predominância do modal rodoviário é não apenas resultado de características intrínsecas da escolha do transporte pelos usuários – como custos, flexibilidade e tempo total de viagem –, mas também da oferta limitada dos modais ferroviários e aquaviário, tanto em capacidade quanto em abrangência geográfica. Boa parte das cargas hoje movimentadas por caminhões – em especial, as *commodities* agrícolas e minerais para exportação – utilizaria ferrovias e hidrovias caso estivessem disponíveis.

Tratando-se apenas do consumo de combustíveis, o principal impacto ambiental do transporte regional está relacionado às emissões de poluentes e gases de efeito estufa (GEE), originados da queima de combustíveis para a propulsão dos veículos. O nível e o tipo de emissões dependem, basicamente, dos modos de transporte utilizados, além do tipo de combustível. *Grosso modo*, um caminhão consome até dez vezes mais combustível por tonelada-quilômetro transportada que um trem ou um navio, emitindo, conseqüentemente, dez vezes mais GEE e também, proporcionalmente, uma série de poluentes. Outros impactos ambientais relevantes são a poluição sonora e os impactos locais devido à implantação das vias, principalmente. O objetivo deste artigo é apresentar uma estimativa das emissões de dióxido de carbono (CO₂) no transporte regional no Brasil e, em seguida, discutir algumas alavancas para reduzir estas emissões, com foco em redução da demanda por transporte, aumento da eficiência energética e maior uso de combustíveis de fontes renováveis. O foco nas emissões de GEE justifica-se pelo fato de ser indicador globalmente utilizado, inclusive nos acordos internacionais, e por apresentar correlação com outros indicadores de impacto.

2 EMISSÕES DE CO₂ NO TRANSPORTE REGIONAL

O setor de transportes como um todo – incluindo-se o transporte urbano – foi responsável por 28,7% de toda a energia consumida no país em 2010, 1,3 ponto percentual acima da média dos anos 2000. Em termos absolutos, de 2000 a 2010 o consumo do setor subiu de 47,4 para 69,5 milhões de tonelada equivalente de petróleo (tep) –EPE, 2011. O setor respondeu por 8,1% das emissões de CO₂ do Brasil em 2005 (BRASIL, 2010c). Porém, apesar de consumir menos de 30% da energia do país, este emitiu 43% do CO₂ oriundo da geração de energia. Isto ocorre porque a energia consumida no setor provém, principalmente, de combustíveis fósseis. Trata-se de

* Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea.

característica bastante comum do setor de transportes ao redor do mundo. O Brasil até se destaca por utilizar cerca de 15% de fontes renováveis no transporte, em grande parte graças ao uso do etanol em automóveis, enquanto, nos demais países, isto está próximo de zero. Porém, há muito espaço para ampliar a utilização de energia elétrica¹ no transporte público de grandes cidades e, principalmente, para aumentar a eficiência energética do setor de transportes como um todo, o que reduziria o nível de emissões com relação à produção de transporte, tanto no transporte regional de carga quanto no transporte urbano de passageiros.²

O transporte rodoviário foi responsável, em 2005, por 92% das emissões de CO₂ do setor de transportes (nisto se inclui o transporte urbano) seguido pelo transporte aéreo com 4% das emissões. As emissões dos modais aéreo, ferroviário e hidroviário podem ser consideradas quase que em sua totalidade ligadas ao transporte regional.³ Já o transporte rodoviário conta com grande participação de transporte urbano. Para estimar as emissões do transporte rodoviário regional, excluindo-se o urbano, o relatório de referência do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) – BRASIL, 2010b – permite razoável aproximação.

O consumo de combustíveis no transporte rodoviário em 2005 foi distribuído em 53,7% de óleo diesel, 28,3% de gasolina, 14,5% de etanol e 3,6% de gás natural.⁴ Assumindo-se que os três últimos combustíveis são consumidos majoritariamente no transporte urbano, o foco da análise recai sobre o óleo diesel. Este combustível foi responsável por 65% das emissões de CO₂ a partir de combustíveis fósseis no transporte rodoviário. Consomem óleo diesel basicamente três tipos de veículos: caminhões, ônibus e comerciais leves. É difícil estimar as parcelas de utilização destes veículos no transporte urbano e no regional. Como simplificação, assume-se que os ônibus e os comerciais leves pertencem ao transporte urbano e que os caminhões ao regional. Espera-se que os erros de tal classificação se anulem, ao menos em parte, permitindo uma razoável estimativa das emissões do transporte regional que direcionem o foco das medidas de redução. Segundo o MCT (BRASIL, 2010b), os caminhões foram responsáveis por 67% do consumo de óleo diesel no transporte rodoviário, os ônibus 18% e os comerciais leves 15%. Assim, o transporte regional responderia por 43% do consumo de combustíveis fósseis⁵ e das emissões de CO₂ do transporte rodoviário.

Dessa forma, o transporte regional, incluindo-se todos os modais, representa 48% das emissões de CO₂ do setor de transportes. Isto significa 20% das emissões a partir do consumo de energia e menos de 4% do total de emissões do Brasil em 2005, como apresentado no gráfico 1. Apesar de ser um valor pequeno, são emissões que vêm crescendo com a expansão da economia e a melhoria da distribuição de renda, o que indica a continuidade deste crescimento. Além disso, como a eficiência energética no transporte de cargas do país é baixa, devido à elevada participação do modal rodoviário, ações de redução de emissões neste setor tendem a ter ótima relação custo-benefício.

1. No Brasil, a maior parte da eletricidade gerada vem de fontes renováveis, potencializando-se os ganhos em redução de emissões com a eletrificação do transporte público urbano.

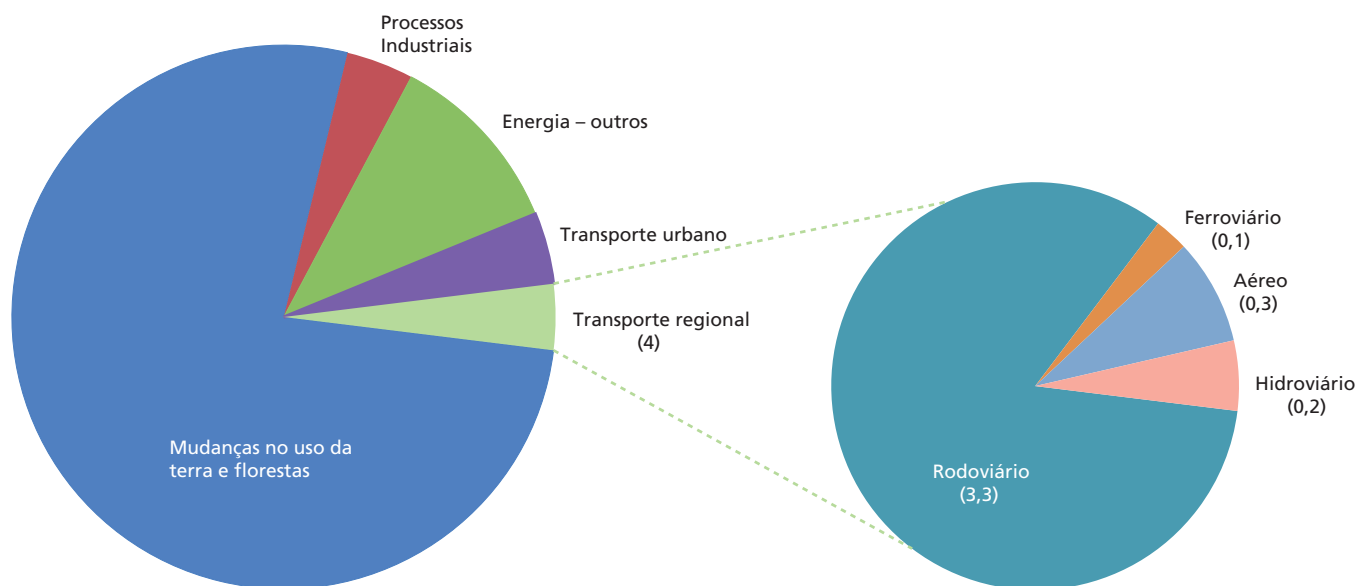
2. Por produção de transporte, entendem-se a massa – ou o volume – de carga multiplicada pela distância transportada e o número de passageiros multiplicado pela distância.

3. O transporte ferroviário urbano é movido à eletricidade. O transporte fluvial de passageiros tem uma parcela que seria classificada como transporte urbano, mas como seu montante é pequeno no total do país e não há dado para sua abertura, o transporte hidroviário será considerado em sua totalidade como regional.

4. Apesar de estarem disponíveis anos mais recentes sobre o consumo de combustíveis, foi utilizado 2005 para manter a coerência com os dados de emissões de CO₂.

5. 67% do óleo diesel consumido em caminhões multiplicado por 65% das emissões oriundas do óleo diesel.

GRÁFICO 1
Distribuição das emissões de CO₂ no Brasil por fonte (2005)
 (Em %)



Fonte: MCT (2010a, 2010b e 2010c) e estimativa do autor.
 Elaboração do autor.

3 ALAVANCAS PARA REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE CO₂ NO TRANSPORTE REGIONAL

Há diversas formas para reduzir as emissões de GEE no transporte regional, muitas das quais voltadas para a diminuição do consumo de combustíveis, o que, muitas vezes, já garante relação custo-benefício positiva. Podem-se dividir as alavancas em: *i*) reduzir a demanda por transporte; *ii*) diminuir o consumo específico de combustível; e *iii*) substituir o combustível e/ou o propulsor para reduzir as emissões de GEE. Algumas alavancas são mais adequadas ao transporte de carga, outras ao de passageiros. Algumas dependem de mudanças internas ao setor de transporte, enquanto outras, dos usuários. A seguir, são descritas algumas das abordagens mais adequadas ao cenário brasileiro.

3.1 Alavancas para o transporte de cargas

No transporte de cargas, o modal responsável pela maior parte das emissões é o rodoviário. O primeiro tipo de alavanca (redução da demanda por transporte) não é muito aplicável para a movimentação de cargas. Reduzir a demanda significaria diminuir os volumes movimentados entre pontos de produção e consumo e também aproximar estes pontos. Em vários casos, isto não é possível e, quando é, envolve a (re)configuração da cadeia de produção que é desenhada considerando-se todos os custos da produção, não apenas os de transporte. O aumento relativo do custo de transporte em relação aos demais tende a promover tal reconfiguração, mas em horizonte de tempo longo. Outra possibilidade é que os consumidores passem a demandar produtos gerados em locais mais próximos, mas isto depende de mudanças de hábitos que fogem ao escopo desta análise. Para o Brasil, espera-se exatamente o contrário, na medida em que a melhoria de renda da população induz a padrões de consumo mais sofisticados, ampliando o leque de produtos.

Já a segunda alavanca é perfeitamente aplicável ao transporte de carga no Brasil. A predominância do modal rodoviário na movimentação de cargas já indica a possibilidade de melhoria das emissões no setor. A matriz de transporte de carga é caracterizada por 58% de participação do modal rodoviário, mas este é responsável por mais de 90% das emissões de CO₂ do transporte regional de cargas, segundo as estimativas apresentadas anteriormente. Isto indica que o modal rodoviário emite quase sete vezes mais que os modais ferroviário e aquaviário por produção de transporte, o que é compatível com o consumo específico do modal. Como

mencionado anteriormente, um caminhão consome até dez vezes mais combustível que um trem ou navio. As emissões do modal rodoviário no Brasil só não são comparativamente maiores porque as ferrovias brasileiras são em grande parte antigas, com baixa eficiência energética, e os navios e barcas usados no modal aquaviário são relativamente pequenos.

Desde 2007, o governo federal retomou o planejamento do transporte de cargas no país e também voltou a investir na malha viária. A expansão das ferrovias promovida pela VALEC, estatal criada para a construção de ferrovias, deverá aumentar a participação do modal na movimentação de cargas do Brasil – em especial, da produção agrícola do Centro-Oeste. Há também grande espaço para aumento da participação do modal aquaviário. A movimentação de cabotagem é muito pouco utilizada para a movimentação de produtos industrializados, o que depende da oferta de navios porta-contêineres operando na costa brasileira e da capacidade dos portos, já em grande parte ocupados pelo comércio internacional. A Secretaria Especial de Portos (SEP) já demonstra preocupação com o tema, buscando identificar os gargalos para tal expansão. O transporte hidroviário interior também passou a ser preocupação do governo, com vários projetos para implantação de hidrovias previstos na segunda etapa do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC).

Tais investimentos deverão promover a mudança da matriz de transporte de cargas brasileira. O PNLT estima que, em 2025, o modal rodoviário responderá por 30% da produção de transporte; o ferroviário, por 35%; e o aquaviário, por 29%. Esta nova configuração propiciaria redução de 35% nas emissões específicas do transporte de carga. Como se espera ampliação da movimentação de cargas, as emissões totais do setor devem, contudo, aumentar. Para que esta mudança da matriz de transporte de carga realmente ocorra, é necessário garantir os investimentos previstos, em grande parte, públicos.⁶

Além da mudança na matriz, há oportunidades para a redução do consumo específico de cada modal. A própria retomada dos investimentos na infraestrutura de transportes já propicia isto, ao construir ferrovias e rodovias mais modernas, ampliar a capacidade de portos e hidrovias para a utilização de embarcações maiores – e, por isto, de maior eficiência energética – e, principalmente, recuperar e adequar as rodovias existentes, reduzindo-se o consumo específico dos caminhões.

Adicionalmente, ações de melhoria tecnológica dos veículos podem promover a redução do consumo de combustível. Um exemplo simples é atuar na resistência aerodinâmica dos caminhões, usando-se defletores e *spoilers* nas cabines e nas carrocerias.⁷ Outras medidas envolvem desenvolvimentos maiores, como caminhões com propulsão híbrida, com motores a combustão e elétricos, o que permite que os motores a combustão trabalhem em melhores faixas de eficiência termodinâmica. A adoção de caminhões puramente elétricos já é mais complicada, devido ao elevado custo das baterias e à sua autonomia ainda baixa.

Também há ações voltadas aos condutores de veículos que podem surtir efeitos sobre o consumo de combustível e as emissões de GEE. O treinamento de maquinistas em algumas ferrovias brasileiras demonstrou potencial de redução de consumo de óleo diesel de até 10%. Algumas montadoras de caminhões têm promovido ações similares para motoristas, com ganhos esperados semelhantes na economia de combustível. Maior fiscalização dos limites de velocidade nas estradas também tende a acarretar reduções de consumo de combustível, além do objetivo maior de prevenção de acidentes. O consumo de combustível em veículos cresce mais que proporcionalmente com a velocidade, e os veículos são, em geral, projetados para obter-se a maior economia em faixas de velocidade próximas das velocidades-limite das rodovias.

Por fim, a mudança do combustível fóssil por renovável já é opção real no Brasil, dependendo ainda de ampliar a oferta e reduzir os custos de produção. Vale recordar, entretanto, que o aumento da produção deve ser ambientalmente sustentável, haja vista que a maior parcela das emissões de GEE no Brasil vem de queimadas e desmatamento. Além do etanol, já largamente utilizado nos automóveis, o biodiesel revela-se opção para substituir o óleo diesel no transporte de carga. Restrições de oferta de óleos vegetais a custo adequado e produção sustentável ainda impedem maior crescimento de sua utilização, mas o desenvolvimento de culturas

6. Ipea (2012) discute a questão do financiamento à infraestrutura de transportes no Brasil.

7. Informações adicionais podem ser vistas no *site* disponível em: <<http://arrasto.inee.org.br/index.htm>>.

mais adequadas deve reduzir estes problemas (IPEA, 2010). O etanol também pode ser alternativa para o transporte de carga, com algumas adequações tecnológicas nos motores a diesel. Alterações nos preços relativos com os combustíveis fósseis podem acelerar a adoção dos combustíveis renováveis, em que impostos pigouvianos⁸ podem promover maior equilíbrio. A adoção de biocombustíveis nos caminhões também é compatível com o desenvolvimento de caminhões de propulsão híbrida, com motores a combustão e elétricos.

3.2 Alavancas para o transporte de passageiros

No transporte regional de passageiros, as alavancas são ligeiramente diferentes. O transporte aéreo é o que mais contribui para a emissão de GEE, devido às suas maiores emissões específicas (emissões por passageiro-quilômetro transportado). Além disso, a movimentação de passageiros elevou-se em média 10% ao ano (a.a.) na última década, fruto de aumento e distribuição da renda e da redução do preço das passagens (CAMPOS NETO e SOUZA, 2011). Por sua vez, as emissões aumentaram a uma taxa média abaixo de 2% a. a. de 2000 a 2007 (MCT, 2010a). Este crescimento relativamente baixo das emissões em comparação ao número de passageiros foi, provavelmente, devido ao aumento do tamanho das aeronaves, o que as torna mais eficientes energeticamente, e a uma maior ocupação dos voos comerciais. No entanto, estes dois movimentos possuem limites físicos e operacionais que devem ser atingidos no futuro, limitando-se a possibilidade de os aumentos na movimentação de passageiros não provocarem elevações significativas nas emissões. Assim, ações que promovam a mitigação das emissões no transporte aéreo devem ser promovidas.

A redução da demanda por transporte regional de passageiros, ao contrário do previsto para o de cargas, é possível. No entanto, deve-se considerar dois tipos de viagens: a negócios e a lazer. Para estas últimas, espera-se que o aumento da renda das famílias provoque o crescimento da demanda, ampliando-se, inclusive, as distâncias entre origem e destino. Já para as viagens a negócio, há mecanismos para reduzir a necessidade de deslocamentos, apesar de o crescimento econômico trabalhar na direção oposta. Parte destas viagens pode ser substituída por reuniões via fone ou videoconferência. Esta abordagem tem a vantagem adicional de reduzir os custos de empresas, instituições e órgãos públicos que a utilizam. Entretanto, sua adoção depende de mudança de cultura. Uma boa qualidade do sistema de comunicação é fundamental já no início da implantação, a fim de evitar a resistência dos novos usuários.

A mudança do modal de transporte é um tanto difícil de ser usada para reduzir as emissões do transporte aéreo. O movimento tem sido exatamente o contrário, devido à elevação da renda das famílias. Entretanto, à medida que esta demanda aumenta, começa a fazer sentido a implantação de trens de média e alta velocidade, operando acima de 150 km/h, entre cidades distantes até 600 km. Apesar do tempo de viagem ser maior que no modal aéreo, seria já bem menor que no rodoviário, e a um custo, para o passageiro, mais próximo das passagens de ônibus que das aéreas. Viagens a lazer poderiam migrar facilmente para o modal ferroviário. Até mesmo para as a negócio o modal seria interessante. Este viajante teria mais facilidades de trabalhar durante a viagem que em um avião, contando, por exemplo, com acesso à internet no trem. O entrave a uma maior implantação de rede de trens rápidos é o custo de construção das linhas férreas. Para operar nestas velocidades, poucas das linhas que hoje operam com carga teriam traçado adequado. E o custo de construção de novas linhas depende da velocidade de operação dos trens. Quanto maior a velocidade, maior o custo de construção. Velocidades muito baixas não seriam atrativas aos usuários. O equilíbrio entre custo da tarifa e tempo de viagem é fundamental para atraí-los. Além disso, apenas algumas ligações entre cidades teriam demanda em volume suficiente para justificar a construção destas linhas.

O uso de combustíveis renováveis no transporte aéreo também é uma possibilidade. O principal combustível fóssil usado na aviação é o querosene de aviação (QAV), mas já há formulações de “bioQAV” certificadas por autoridades aeronáuticas na Europa. A produção em larga escala deste combustível deve sofrer entraves semelhantes ao do biodiesel, sendo ainda mais elevados os níveis de exigência técnica de tal combustível. De qualquer forma, é alternativa para o setor.

8. Impostos sobre o consumo de certos produtos para compensar suas externalidades negativas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de o setor de transporte não ser responsável por grande parte das emissões de GEE no Brasil, é o mais representativo nas emissões a partir da geração de energia. No mundo, este setor é talvez o que mais receba atenção para ações de reduções de emissões, por consumir quase que apenas combustíveis fósseis e apresentar as maiores taxas de crescimento de consumo de energia. A situação no Brasil não é diferente, apesar de utilizar-se o etanol, o que confere participação de fontes renováveis de 15% na geração de energia para transportes.

Porém, o etanol tem ajudado basicamente as emissões de GEE no transporte urbano. O uso de biocombustíveis no transporte regional de cargas é ainda pequeno. Além disso, a matriz de transporte de carga brasileira apresenta forte concentração no modal rodoviário, o que reduz a eficiência energética do setor e, conseqüentemente, aumenta as emissões em relação à produção de transporte.

Dessa forma, as principais ações para reduzir as emissões de GEE no transporte regional focam-se no reequilíbrio da matriz de transporte de carga, reduzindo o uso do modal rodoviário para aumentar o ferroviário e o aquaviário, mais eficientes energeticamente. Estas ações têm a vantagem de serem, em geral, socioeconomicamente viáveis, ainda que sem considerar as reduções de GEE. Porém, deve-se ter em mente que a implantação de ferrovias, hidrovias e portos provoca impactos ambientais locais, que devem ser tratados e mitigados caso a caso. De qualquer forma, mesmo com a expansão da movimentação de cargas e passageiros no país, devido ao crescimento econômico esperado, há boas oportunidades para reduzir as emissões de GEE do setor.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério dos Transportes. e Comunicações. Ministério da Defesa. **Plano nacional de logística e transportes**. Brasília, 2009.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Emissões de gases de efeito estufa no transporte aéreo**. Brasília: MCT; MD, 2010a. (Relatórios de referência).

_____. _____. **Emissões de gases de efeito estufa no transporte rodoviário**. Brasília: MCT, 2010b. (Relatórios de referência).

_____. _____. **Inventário brasileiro de emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa não controlados pelo protocolo de Montreal: parte 2**. Brasília: MCT, 2010c.

CAMPOS NETO, C. A. S.; SOUZA, F. H. **Aeroportos no Brasil: investimentos recentes, perspectivas e preocupações**. Brasília: Ipea, 2011. (Nota Técnica).

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balço energético nacional 2011 – ano base 2010: resultados preliminares**. Rio de Janeiro: EPE, 2011.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Infraestrutura econômica no Brasil: diagnósticos e perspectivas para 2025**. Brasília: Ipea, 2010.

_____. **Brasil em desenvolvimento 2011**. Brasília: Ipea, 2012. (No prelo).