



**ITDP**

Instituto de Políticas de Transporte  
& Desenvolvimento

# CENÁRIOS GLOBAIS PARA UMA MOBILIDADE MAIS SUSTENTÁVEL:

Impactos e potencial da redução do uso  
do carro, promoção do transporte coletivo,  
modo a pé e bicicleta

Dezembro de 2014

Michael A. Replogle, Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento  
& Lewis M. Fulton, Universidade da Califórnia, Davis

Publicado por



**Lewis M. Fulton**

Co-Diretor do Programa NextSTEPS

Universidade da Califórnia, Davis

1605 Tilia St., Suite 100, Davis, CA 95616, USA

**Michael A. Replogle**

Diretor Executivo de Políticas Públicas e Fundador

Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP)

9 E. 19th Street, 7th Floor, New York, NY 10003 USA

Esta publicação é uma adaptação para o português do original em inglês  
“A Global High Shift Scenario: Impacts and potential for more public transport,  
walking and cycling with low car use”, publicado pelo Institute for Transportation  
& Development Policy (ITDP) em setembro de 2014.

Tiragem: 250 exemplares.

#### FICHA TÉCNICA DA VERSÃO EM PORTUGUÊS

Coordenação editorial: Thais Lima

Tradução: Reginaldo Alcântara

Revisão: Ana Nassar e Thais Lima

Produção gráfica: Aline Lima

Impressão: Copyhouse

## Agradecimentos

Os autores desejam agradecer à Ford Foundation, ClimateWorks Foundation e Hewlett Foundation por seu generoso apoio financeiro, sem o qual este estudo não teria sido possível, bem como aos seus representantes neste trabalho: Don Chen, Joe Ryan e Margarita Parra.

Também agradecemos às pessoas que participaram das reuniões do comitê consultivo para este estudo de cenários de mobilidade sustentável, algumas das quais proveram acesso inestimável a dados de pesquisas e cálculos de custos do Banco Mundial, Banco Asiático de Desenvolvimento e Banco Interamericano de Desenvolvimento, bem como aos escritórios locais do Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP), World Resources Institute/EMBARQ, além de outras ONGs. Entre os membros desse grupo estão Shomik Raj Mehniratta, Andreas Kopp, Roger Gorham, Dario Hidalgo, Ramiro Alberto Rios Flores, Ko Sakamoto, Rafael Acevedo Daunas, Cornie Huizenga, Francois Cuenot, Karl Fjellstrom, Xiaomei Duan, Shreya Gadepalli, Bernardo Baranda, Ulises Navarro, Clarisse Linke e Yoga Adiwinarto.

Sem esse suporte não teríamos sido capazes de levar à frente a nova abordagem – elaborada para este estudo – de avaliação de impactos, em termos de equidade, dos investimentos em transportes alternativos. Agradecemos também ao pessoal da Agência Internacional de Energia, do Fórum Internacional de Transporte e da OCDE que dividiram conosco novas possibilidades e métodos em desenvolvimento para aplicar o modelo MoMo da AIE de forma mais eficaz. Assim fomos capazes de aplicar nessa pesquisa toda a gama de estratégias de evitar-mudar-melhorar (adaptado do termo original em inglês *shift-avoid-improve*); e por isso um agradecimento especial a Aimee Aguilar Jaber, Philippe Crist, Jean Francois Gagne e Francois Cuenot.

Gostaríamos também de agradecer a Kate Blumberg, Cristiano Façanha e Joshua Miller do Conselho Internacional de Transportes Limpos

(ICCT) por seu generoso apoio na aplicação do modelo de Roadmap do ICCT para avaliar as condições de poluição do ar e os impactos à saúde em ambos os cenários avaliados nesse estudo, e por resumir seu trabalho no capítulo de resultados sobre poluição do ar e saúde pública.

Finalmente, os autores agradecem a todos os membros da equipe de pesquisa da UC Davis (University of California/Davis) e do ITDP que realizaram grande parte do trabalho de coleta, depuração, refinamento e análise dos dados. Mais particularmente, Rosaria Berliner prestou uma contribuição inestimável ao projeto durante toda a sua duração ao empreender, junto a Jacob Mason, um trabalho valioso para ampliar e refinar o banco de dados global de transporte público elaborado para este projeto. Também agradecemos às contribuições de Duaa Getanni (UC Davis) e Colin Hughes, Jemilah Magnusson e Aimee Gauthier (ITDP), além de Dan Klotz (Burness Communications), que ajudaram a lidar elementos específicos desse estudo e a gerenciar de forma estratégica a comunicação dos resultados. Paulo Humanes e Andre Münch, da Planning Transport Verkeher AG, nos ajudaram a considerar como integrar as questões de segurança viária a este estudo, trabalho este ainda em curso e que esperamos poder divulgar em breve.

Várias outras pessoas, em número grande o bastante para citar todas aqui, contribuíram para o êxito deste trabalho e gostaríamos de agradecer a todas elas. Desde já declaramos que quaisquer falhas nos resultados finais divulgados nesse estudo são de exclusiva responsabilidade dos autores.

# Índice

Agradecimentos	3
Resumo executivo	5
Introdução	7
Antecedentes e contexto do estudo	7
Tendências e projeções urbanas	8
Metodologia	9
Cenário LB	10
Cenário HS	10
Resultados principais	11
Projeções para o transporte de alta capacidade	11
Padrões de viagens: Premissas e resultados	13
Ônibus e sistemas de BRT: Premissas e resultados	17
Transporte sobre trilhos: Premissas e resultados	18
Veículos de baixa potência e não motorizados: Premissas e resultados	19
Mudanças no padrão de viagens em transporte individual (carros e motos)	21
Energia/emissões de CO <sub>2</sub> : Resultados	22
Resultados: Infraestrutura de transporte público	26
Resultados: Custos no cenário HS e suas implicações	26
Resultados: equidade no cenário HS e suas implicações	28
Análise de sensibilidade: Cenário HS grande número de BRTs	30
Impactos da poluição do ar na saúde pública	31
Conclusões e próximos passos	35
Referências	36

## Resumo Executivo

Este relatório traz os resultados do primeiro estudo para examinar como uma grande mudança de rumo nos investimentos em mobilidade urbana no mundo inteiro poderia afetar as emissões do setor de transportes de passageiros e o acesso de grupos de diferentes níveis de renda ao transporte nas cidades. Ele começa com as projeções mundiais mais recentes de: população urbana feitas pelas Nações Unidas; e mobilidade global usadas pela Agência Internacional de Energia (IEA). O estudo amplia essas projeções com novas pesquisas sobre a extensão dos sistemas de transporte urbano de passageiros em cidades do mundo inteiro, bem como novas estimativas do alcance da mobilidade por transporte de baixo carbono (não motorizado e bicicletas elétricas).

O estudo considera dois cenários futuros. O primeiro deles é o cenário de linha de base, que iremos chamar neste estudo de Cenário LB. Esse cenário parte da observação dos deslocamentos realizadas em todo o mundo e como eles configuram uma tendência que aponta para o aumento do uso do transporte individual motorizado. No Cenário LB, o crescimento no número de viagens feitas em transporte coletivo, a pé e de bicicleta seria lento ou nulo na maior parte das regiões observadas. Este cenário foi calibrado de acordo com o cenário 4DS (2012 Energy Technology Perspectives) da AIE, que prevê aumento de 4° até 2050.

O segundo cenário, que iremos chamar nesse estudo de Cenário HS (originalmente denominado em inglês de *High Shift Scenario*), trata-se de um cenário alternativo recém-desenvolvido para esta pesquisa. No Cenário HS há estímulos à transição para uma mobilidade mais sustentável, com investimentos e priorização de transportes de baixo carbono e do transporte público, e uma redução significativa no ritmo de construção de vias, edifícios-garagens e outras infraestruturas que estimulam a posse e o uso de transporte individual motorizado, em comparação ao Cenário LB.

O estudo conclui que o Cenário HS situação permitiria uma economia de mais de US\$100 trilhões em capital público e privado e em custos operacionais do transporte urbano entre agora e o ano 2050, além de eliminar cerca de 1,7 gigatonelada de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) anualmente – uma redução de 40% nas emissões do transporte urbano de passageiros até 2050. Isto sugere que uma das formas mais econômicas de reduzir a poluição e o aqueci-

mento global é ter cidades que ofereçam às pessoas transporte público e um ambiente propício ao modo a pé e de bicicleta. Nos últimos anos, o setor de transportes - impulsionada pelo rápido crescimento do uso do automóvel - tem sido a que mais cresce ano após ano em relação à emissão de CO<sub>2</sub> no mundo.

O transporte urbano de passageiros foi responsável pela emissão de 2,3 gigatoneladas de CO<sub>2</sub> em 2010, quase 25% das emissões de carbono de todos os segmentos do setor de transportes. O rápido processo de urbanização – sobretudo em países de desenvolvimento acelerado como a China e a Índia – praticamente duplicará essas emissões até 2050, se não houver uma mudança radical nas políticas públicas e nos investimentos em infraestrutura.

Entre os países e regiões examinados neste estudo, três se destacam:

- **Estados Unidos:** A previsão é de que os EUA – líder mundial em emissão de CO<sub>2</sub> do transporte urbano de passageiros, com cerca de 670 megatoneladas emitidas anualmente – reduzirão esse valor para 560 megatoneladas até 2050 em função de um crescimento populacional mais lento, melhor eficiência no uso dos combustíveis e redução do uso do automóvel (em função de uma tendência atual na qual as pessoas estão buscando morar nas áreas centrais das cidades e deixando os subúrbios mais distantes). Contudo, essa redução poderia ser de 50% ou 280 megatoneladas, se as políticas públicas e investimentos de infraestrutura contemplassem mais o transporte público, o modo a pé e a bici-

cleta (opções do Cenário HS). Para os EUA em particular, esse cenário inclui não só mudanças nos modos de transporte, mas também reduções consideráveis nas distâncias cobertas pelos deslocamentos nas cidades, devido à tendência de recentralização urbana e da substituição de viagens por telecomunicações.

- **China:** A previsão é de que as emissões de CO<sub>2</sub> dos meios de transporte aumente quase seis vezes, passando de 200 megatoneladas anuais para quase 1.200 megatoneladas (1,2 gigatonelada) em 2050, principalmente devido ao rápido crescimento de áreas urbanas na China, do aumento da renda da população e do planejamento urbano centrado no automóvel. Contudo, este aumento poderia ser reduzido a menos de 700 megatoneladas ao considerar as opções de transporte do Cenário HS, com cidades investindo em amplos sistemas de BRT e metrô. Nesse cenário, não há redução significativa nas distâncias cobertas pelos deslocamentos nas cidades chinesas, mas os dados recentes mostram que a China já está aumentando fortemente os investimentos em transporte público.
- **Índia:** A previsão é de que as emissões de CO<sub>2</sub> saltarão de cerca de 70 megatoneladas hoje para mais de 500 megatoneladas em 2050, também devido ao aumento da renda e ao aumento demográfico. Contudo, esta previsão pode ser reduzida a apenas 350 megatoneladas se forem adotadas as recomendações do Cenário HS, resolvendo deficiências históricas de infraestrutura nos sistemas de transporte público indianos e desestimulando o uso do automóvel.

Apesar deste estudo não ter focado em ações para promover a economia de combustível em veículos automotores, ele leva em consideração políticas existentes no cenário de referência da AIE que podem melhorar em 32% o consumo médio de combustíveis em novos veículos nos países da OCDE, e em 23% nos países não-OCDE. O Cenário HS aumenta essas porcentagens para 36% e 27%, respectivamente, devido à melhores condições na condução dos veículos em uso e uma leve substituição de veículos maiores por

menores. No entanto, a organização Iniciativa Global de Economia de Combustível ([www.globalfuelconomy.org](http://www.globalfuelconomy.org)) (ou GFEI, da sigla em inglês para Global Fuel Economy) recomenda muito mais: uma redução de 50% do consumo de combustível por quilômetro rodado para veículos leves no mundo inteiro até 2030. O alcance da meta da GFEI para 2030 poderia reduzir mais 700 megatoneladas de CO<sub>2</sub> por ano, além da redução de 1.700 que seria possível alcançar no Cenário HS. O alcance dessa meta de economia de combustível, em conjunto com a oferta de melhor transporte público e condições para o modo a pé ou de bicicleta, poderia reduzir as emissões anuais de CO<sub>2</sub> do transporte urbano de passageiros em 55% até 2050, comparado ao valor do Cenário LB em 2050, e em 10%, comparado aos níveis de 2010. Programas eficientes de economia de combustível para outros tipos de veículos (caminhões médios e pesados, ônibus e veículos de 2 rodas), bem como os veículos elétricos e o uso de outros combustíveis com baixo teor de carbono, seriam estratégias complementares essenciais para reduzir drasticamente as emissões de CO<sub>2</sub> do setor de transportes. Estas opções serão investigadas mais a fundo com relação ao Cenário HS no futuro.

As emissões de fuligem em veículos a diesel não só contribuem para as mudanças climáticas mas também poluem localmente o ar. Hoje, elas são uma das principais causas de morte prematura no mundo ao poluir o ar local e responsáveis por mais de 3,2 milhões de mortes por ano. A exposição às emissões dos escapamentos de veículos está associada ao maior risco de morte prematura por doença cardiopulmonar e câncer de pulmão, bem como por infecções respiratórias em crianças e idosos. Os escapamentos de automóveis e veículos a diesel também aumentam o risco de problemas de saúde não fatais, tais como asma e doença cardiovascular.

Graças à análise feita pelo Conselho Internacional de Transporte Limpo (ICCT), este estudo considera os impactos na saúde pública do controle das emissões de partículas finas e/ou fuligem dos escapamentos de veículos motores. Apesar do transporte público, a pé ou bicicleta terem o potencial de reduzir a poluição do ar, esses benefícios podem ser anulados caso as emissões dos ônibus não estiverem sob controle. O aumento futuro da atividade veicular poderá quadruplicar o número de

mortes prematuras associadas a essa atividade até 2050, mesmo com uma adoção generalizada do transporte de alta capacidade. A adoção de melhores práticas de controle das emissões de veículos motores, e o uso de combustíveis com teor ultra reduzido de enxofre – compatíveis ou ainda melhores do que as normas Euro 6/VI mais recentes adotadas na Europa – poderia evitar 1,36 milhão de mortes prematuras anuais no mundo. A simples utilização de ônibus de tecnologia limpa seria responsável por 20% desses benefícios. O controle das emissões é uma iniciativa fundamental para estratégias que visem o cenário 2.

Esse estudo também desenvolveu uma nova metodologia para avaliar como o cenário 2 pode afetar a oferta a mobilidade de pessoas em diferentes níveis de renda e permitir o acesso equitativo ao transporte público, à pé ou de bicicleta.

Atualmente a maioria da população mundial não tem acesso a veículos particulares e continuará sem, mesmo em 2050. No Cenário LB é possível ver uma desigualdade muito maior em termos de mobilidade, a não ser que as cidades implementem sistemas de transportes mais eficientes e abrangentes, e condições seguras

e atraentes para as viagens a pé ou de bicicleta (como no Cenário HS). Com essa mudança, seria possível triplicar o acesso ao transporte de alta capacidade para pessoas de baixa renda e mais do que duplicaria para o grupo com renda ainda inferior a este primeiro. Ainda segundo o Cenário HS, a mobilidade geral (quilômetros/pessoa/ano) se nivela entre os dois grupos até 2050, o que não acontece no Cenário HS. Isso demonstra como a mobilidade pode ser peça chave para a redução da desigualdade social, e o acesso das pessoas de baixa renda a locais com melhores ofertas de empregos e serviços.

Um achado importante do estudo é que o aumento indiscriminado no uso do automóvel pode acentuar a crescente desigualdade social e os desequilíbrios ambientais em todo o mundo, enquanto que a adoção de alternativas pró uma mobilidade mais sustentável pode oferecer acesso a todos e reduzir os impactos das mudanças climáticas. Os resultados presentes neste relatório poderão servir de base para acordos ambientais mais amplos, no qual os custos de mitigação podem ser divididos de forma mais equitativa entre as nações.

# Introdução

## Antecedentes e Contexto do Estudo

Existem vários estudos que abordam os impactos ambientais da economia no uso de combustível por veículos automotores,<sup>1</sup> de emissões<sup>2</sup> e de combustíveis alternativos. Mas este é o primeiro estudo a examinar como uma mudança radical nas políticas públicas e investimentos em infraestrutura de transporte podem afetar as emissões do setor transporte urbano de passageiros no mundo, bem como a mobilidade de grupos de diferentes níveis de renda. Os resultados do estudo são relevantes para três discussões sobre políticas que líderes do mundo inteiro empreendem no momento: como agir em relação às mudanças climáticas, como promover o desenvolvimento socioeconômico de forma equitativo e sustentável, e como controlar um processo intenso de urbanização. Para progredir, o mundo precisa encontrar novas formas de fazer tudo isto em conjunto<sup>3</sup>. Este estudo aponta um caminho.

Lançado inicialmente em 17 de setembro de 2014 durante a reunião preparatória da conferência Habitat III das Nações Unidas, e discutido em eventos ligados à Cúpula Climática promovida pelo Secretário Geral da ONU em 23 de setembro de 2014, os resultados encontrados contribuem às discussões em curso sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) recomendados à Assembleia Geral da ONU. Como parte desse trabalho, há também um ODS focado em cidades sustentáveis e assentamentos humanos, tendo como meta essencial uma mobilidade mais sustentável.

O relatório é resultado de uma iniciativa de 18 meses de pesquisa, conduzida pelo ITDP e pela UC Davis, com financiamento da Ford Foundation e ClimateWorks Foundation. O principal objetivo era explorar um cenário futuro alternativo e estimar seus impactos potenciais, considerando que tipos de investimentos e políticas seriam necessárias para alcançar esse cenário. Para isso, a pesquisa considerou dois cenários futuros.

O primeiro deles é o cenário de linha de base, que iremos chamar neste estudo de Cenário LB. Esse cenário parte da observação dos deslocamentos realizadas em todo o mundo e como eles configuram uma tendência que aponta para o aumento do uso do transporte individual motorizado. No Cenário LB, o crescimento no número de viagens feitas em transporte coletivo, a pé e de bicicleta seria lento ou nulo na maior parte das regiões observadas. Este cenário foi calibrado de acordo com o cenário 4DS (2012 Energy Technology Perspectives) da AIE, que prevê aumento de 4° até 2050.

O segundo cenário, que iremos chamar nesse estudo de Cenário HS (denominado originalmente em inglês de *High Shift Scenario*), trata-se de um cenário alternativo recém-desenvolvido para esta pesquisa. No Cenário HS há estímulos à transição para uma mobilidade mais sustentável, com investimentos e priorização de transportes de baixo carbono e do transporte público, e uma redução significativa no ritmo de construção de vias, edifícios-garagens e outras infraestruturas que estimulam a posse e o uso de transporte individual motorizado, em comparação ao Cenário LB.

Este projeto foi inspirado pelo compromisso voluntário assumido durante a conferência Rio+20 de 2012 por oito bancos multilaterais de desenvolvimento, que incluía dedicar US\$175 bilhões para investimentos em mobilidade sustentável durante a próxima década,<sup>4</sup> bem como outros compromissos voluntários de duplicar o uso do transporte público e ampliar o transporte de baixo carbono.<sup>5</sup> Apesar desta ser apenas uma pequena parcela do esforço necessário, estes compromissos nos inspiram a compreender como seria essa transição para um mundo com uma mobilidade mais sustentável, quanto custaria essa transição, e quais seriam seus impactos.

## Tendências e Projeções Urbanas

Um importante aspecto da análise é a questão da urbanização. Este estudo usa as revisões de 2014 das projeções de crescimento demográfico feitas pela ONU (conforme documento *Perspectivas da Urbanização Mundial*) como

o ponto de partida para as projeções relativas a viagens nas cidades. As projeções da ONU são exibidas na Figura 1. Estima-se que 2/3 da população mundial viverá nas cidades em 2050 (6,3 bilhões de um total de 9,6 bilhões).

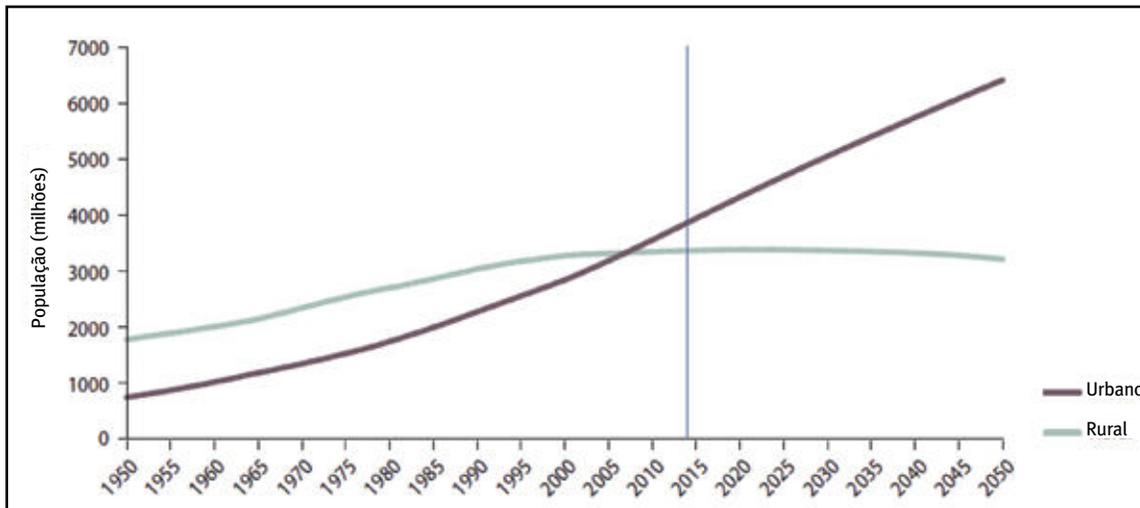


Figura 1: Projeções da ONU para populações urbana e rural até 2050

O aumento de tamanho das cidades tem uma distribuição bastante uniforme entre as várias categorias de cidades segundo seu tamanho: as megacidades crescem de forma considerável, da mesma forma que outras cida-

des de grande porte. No entanto, mais de 1/3 da população urbana permanecerá nas cidades com menos de 300.000 habitantes, como se vê na Figura 2.

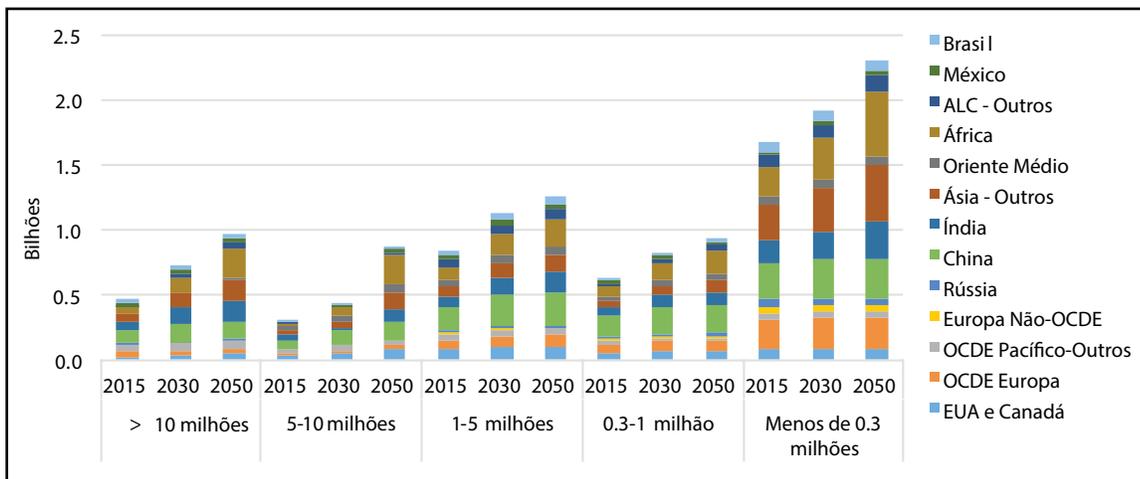


Figura 2: Valor por quilômetros de transporte público por 1 milhão de residentes até 2050 (por cenário e região)

## Metodologia

Esta análise usa uma abordagem um pouco simplificada do tipo “O que ocorreria se...?”, se bem que com considerável detalhamento regional e por modo de transporte. Ela fornece um quadro básico dos deslocamentos em cidades no mundo todo, só que com uma resolução significativamente maior do que qualquer estudo prévio – por exemplo, com mais modos e melhores estimativas de por modo de transporte. As seguintes seções descrevem a metodologia, as premissas e os dados usados no estudo, o Cenário LB e o Cenário HS, além de uma gama de resultados, implicações e conclusões.

A análise utiliza um modelo baseado no Modelo de Mobilidade (MoMo) da AIE. O MoMo é um modelo de aplicação nacional que permite uma representação detalhada dos deslocamentos, uso de energia e emissões de CO<sub>2</sub>, sendo que para o presente projeto essa estrutura foi ampliada de modo a focar apenas nos deslocamentos urbanos. O MoMo contém alguns modos (como ônibus urbanos) e outros contabilizados somente em âmbito nacional (como as viagens de carro). Neste projeto, foram considerados modos de transporte

adicionais (como metrô, bonde, trens metropolitanos), e a participação de todos esses modos nos deslocamentos urbanos foi estimada usando a estrutura mundial MoMo de 32 países e regiões.<sup>6</sup> O sistema de projeção nacional existente e os Cenários LB e HS formam a base dessa pesquisa.

Apesar de serem poucos os estudos já feitos sobre o potencial de uma radical transição modal, há alguns importantes. O estudo *Moving Cooler*<sup>7</sup>, de 2009, avaliou 48 estratégias e políticas de transportes que afetariam a atividade e uso de veículos motores nos Estados Unidos, agrupados de várias formas e sob diferentes cenários. Nele, foi analisado o impacto sobre as emissões gerais de CO<sub>2</sub> nos EUA até o ano 2050, considerando um cenário de linha de base e um outro projetado, usando também dados dos estoques de veículos automotores. Essa pesquisa inclusive constitui a base de um relatório entregue ao Congresso americano.<sup>8</sup> A AIE publicou uma análise de uma transição para todos os modos de transporte (sem desagregação das viagens urbanas) em seu estudo de 2009 intitulado *Transporte, Energia e CO<sub>2</sub>: Movimento em Direção à Sustentabilidade*.<sup>9</sup>

## Cenário LB

O cenário de aquecimento global ETP 2012 MoMo 4°C (4DS) da AIE é o ponto de partida para o Cenário LB do presente estudo. Apesar do cenário de 6° (ou 6DS) da AIE corresponder mais à rota que o mundo segue no momento, há razões para crer que um futuro dentro do cenário 4° é mais provável neste ponto, dadas as recentes iniciativas em termos de políticas públicas. O 4DS pressupõe—entre outras coisas—a existência de um acordo climático global que crie um sistema global de precificação de CO<sub>2</sub> para restringir o crescimento das emissões dos GEEs, mas sem as mudanças nos investimentos e nas políticas, focadas no setor, que poderiam resultar de um esforço concentrado para alcançar objetivos mais abrangentes de desenvolvimento sustentável.

Este Cenário LB parte das tendências

recentes dos deslocamentos observados no mundo inteiro, incluindo um forte e contínuo crescimento do número de automóveis em circulação, parte em função do aumento de renda da população. Nesse contexto, a participação de carros e motocicletas (em algumas regiões) nos modos de viagens aumenta rapidamente no Cenário LB, enquanto que as viagens em transporte público, a pé e de bicicleta têm crescimento lento ou ficam estagnadas na maioria das regiões. Ainda nesse Cenário LB, o aumento da eficiência dos combustíveis ocorre rapidamente nos locais onde estão em vigor normas de economia de combustível, mas começa a estagnar depois de 2030; os combustíveis alternativos não conseguem atrair muita atenção e os combustíveis fósseis ainda dominam em 2050.

## Cenário HS

No Cenário HS, a premissa básica é uma grande diferença em relação ao Cenário LB em relação à migração modal, principalmente após 2020. A mesma tendência geral de aumento no número de viagens foi considerada, mas pode ser vista uma gradual migração para modos de transporte coletivo e não motorizado, em função da melhoria da oferta e qualidade de serviço nas cidades. Por sua vez, isto exige grandes investimentos em novas infraestruturas de transporte, como os sistemas de operação exclusiva em corredores de ônibus (BRT, sigla para o original em inglês *Bus Rapid Transit*), transporte sobre trilhos e infraestrutura cicloviária. As áreas prioritárias para a implementação de sistemas de transporte de alta capacidade nas regiões metropolitanas devem levar em consideração as revisões feitas pela ONU em 2014 na previsão de crescimento demográfico até 2050 (que inclui projeções específicas para determinadas cidades até 2030), quando a população urbana deverá chegar a 66% da população mundial, comparados aos atuais 50%.<sup>10</sup>

O Cenário HS considera o que poderia acontecer se as políticas e investimentos hoje observados nos países com uma mobilidade urbana mais sustentável fossem reproduzidos mundo afora. Algumas das premissas do Cenário HS são:

- Na maior parte das áreas de estudo, a mobilidade total de passageiros nas cidades (medida em passageiros-quilômetros) seria preservada até 2050 (em comparação com o Cenário LB, no mesmo ano e região). Contudo, em alguns casos (particularmente EUA e Canadá), são aceitáveis números inferiores

como resultado de um planejamento e adensamento urbano que leva à redução da distância média das viagens, particularmente em países da OCDE. A África experimenta um grande aumento da mobilidade total no Cenário HS porque um aumento do transporte de alta capacidade e de transporte não motorizado (TNM) - semelhante ao que ocorre em outras regiões com uma redução de 50% das viagens em veículos leves - resulta em um total de deslocamentos maior do que no Cenário LB.

- A posse de automóveis projetada para o Cenário LB está relacionada ao aumento da renda e no Cenário HS ela é inferior, ao mesmo tempo em que a taxa de ocupação destes veículos sobe e o total de viagens por veículo cai no Cenário HS. Esses resultados não são fruto de mudanças voluntárias no estilo de vida das pessoas, pois essa variável já encontra-se prevista no Cenário LB, mas sim em função da adoção de políticas públicas e estratégias de desestímulo ao uso do automóvel e de gerenciamento da demanda por viagens.
- Em relação ao transporte público, a quantidade e extensão média dos sistemas, sua capacidade, frequência, velocidade e ocupação tem um aumento expressivo no Cenário HS. Todos estes são comparados a dados de sistemas de transporte de alta capacidade, reforçando a ideia de que no futuro o transporte coletivo terá um desempenho próximo ao dos melhores sistemas atualmente.

# Resultados Principais

## Projeções para o Transporte de Alta Capacidade

Um aspecto essencial das projeções do Cenário HS é o aumento do número de sistemas de transporte de alta capacidade como metrô, bonde/veículos leves sobre trilhos (VLT), trens metropolitanos e BRT. Para projetar a extensão desses sistemas, estimamos sua extensão em cidades do mundo inteiro e estabelecemos metas de expansão e construção de novos sistemas em muitas cidades até 2050. Foi empreendida uma análise por tamanho de cidade, junto a dados sobre localização e extensão dos sistemas, de forma a identificar padrões. Estendemos de 2030 para 2050 a projeção da ONU de crescimento demográfico e população urbana com cidades classificadas por tamanho.

Usando a projeção de cidades de diferentes tamanhos, várias abordagens foram usadas para identificar como seria a expansão dos sistemas de transporte de alta capacidade em cidades de diferentes tamanhos. Foi criado um banco de dados global e detalhado de sistemas existentes, os quais foram classificados por tamanho de cidade e região. Consideramos os maiores sistemas per capita segundo o tamanho da cidade e a região, e os índices médios de extensão do sistema por população. O resultado é uma gama variada de dados

sem nenhum padrão em particular; as cidades dos países da Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) – os mais ricos do mundo – geralmente têm sistemas de maior tamanho per capita do que os países não pertencentes à OCDE. A Europa tem sistemas particularmente grandes, como mostra a Tabela 1, além de ter também porcentagens muito mais altas de cidades com sistemas de transporte desse tipo do que a maioria das outras.

Para ser bem sucedida e eficiente em sistemas de transporte, uma cidade tem que oferecer um sistema de transporte público rápido, de qualidade e de alta capacidade. Um bom exemplo é a expansão em quilômetros de linhas troncais de transporte sobre trilhos e/ou BRTs de alta qualidade, que este estudo considera junto com a frequência e a capacidade. O Cenário de HS se concentra em aumentar o índice de quilômetros de transporte de alta capacidade por milhão de moradores (RTR, sigla em inglês para *Rapid Transit per Resident*) nos países em desenvolvimento a um valor próximo ao encontrado hoje nos países desenvolvidos, e mesmo nestes últimos, elevar o nível para que se equipare às melhores práticas globais.

Índice de transporte de alta capacidade / residentes	2010					2050	
	BRT	Metrô	Bonde/VLT	Trens metropolitanos	Total	Cenário LB	Cenário HS
USA/Canadá	0.4	5.4	5.1	21.0	31.9	30.7	60.5
México	2.5	2.2	0.7	0.3	5.7	8.7	35.2
OCDE Europa	0.4	7.5	20.0	56.2	84.2	84.4	117.8
OCDE Pacífico/Outros	0.9	7.8	2.6	66.6	78.0	81.0	106.6
Europa Não-OCDE	0.0	2.1	39.7	3.2	45.0	50.8	79.9
Rússia	0.0	4.6	34.8	4.7	44.1	51.0	77.8
China	0.8	3.4	0.4	0.1	4.7	7.6	43.3
Índia	0.3	0.7	0.2	4.1	5.3	6.1	37.5
Ásia - Outros	0.5	1.0	1.1	2.2	4.8	5.1	19.3
Oriente Médio	0.8	2.2	0.2	0.2	3.4	5.2	30.9
África	0.2	0.2	0.5	1.9	2.9	4.0	19.0
Brasil	1.7	2.0	0.0	4.4	8.0	10.8	32.4
A. Latina/Caribe-Outros	1.4	1.1	0.2	8.5	11.2	13.2	32.4

Tabela 1: Índice RTR (transporte de alta capacidade/residentes) em 2010 e no Cenário HS - quilômetros por milhão de residentes, por modo e região (média de todas as cidades com mais de 300.000 habitantes)

Na China em 2010, o valor do RTR estava em torno de 5, projetado para chegar a 8 até 2050 no Cenário LB, enquanto que no Cenário HS o RTR atingiria 21 em 2030, e 43 em 2050. De forma similar, em 2010 o RTR do Brasil e do México era de 8 e 6 respectivamente. A previsão para ambos era de aumentar muito lentamente no Cenário LB (mas ainda com algum aumento), e no Cenário HS aumentar respectivamente para 19 e 20 em 2030, e 32 e 35 em 2050. Em comparação, o RTR dos EUA e Canadá em 2010 foi de 32 e na OCDE-Europa de 84 (o mais alto

entre todas as regiões), sendo que em ambas a previsão é de não haver crescimento no Cenário LB até 2050. Mas no Cenário HS, os dois subiriam para 61 e 118 até 2050. Note-se que os sistemas de transporte de alta capacidade nos EUA são relativamente subutilizados, com baixo número de passageiros (com elevado uso de transporte individual motorizado). No Cenário HS este aspecto de desempenho também aumenta com o tempo, contribuindo para um número bem mais alto de passageiros no transporte público.

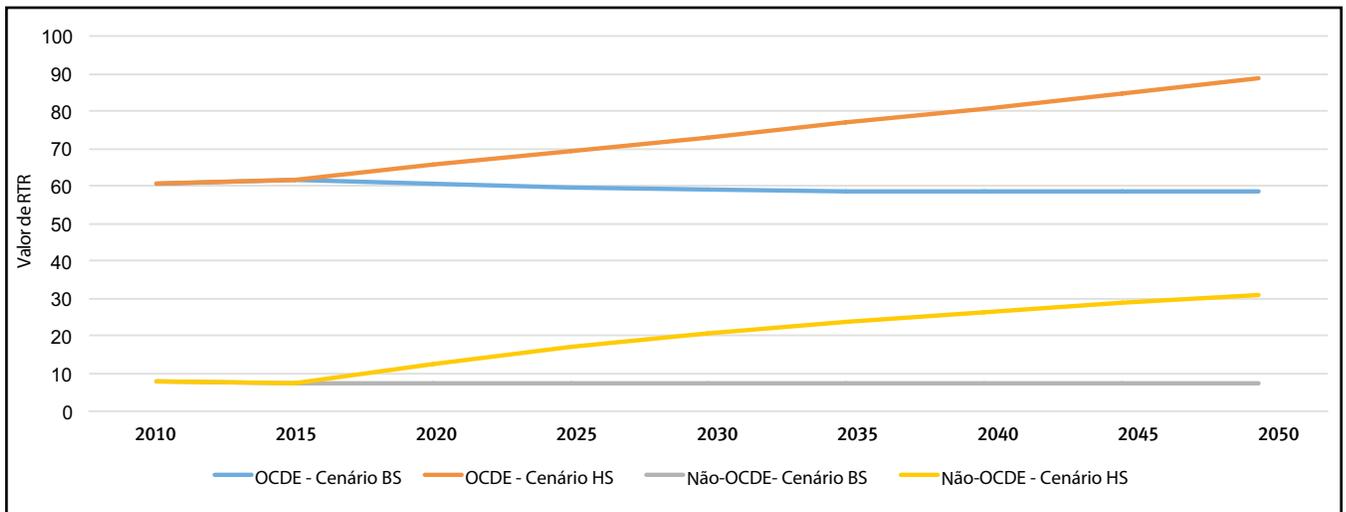


Figura 3: Valor por quilômetros de transporte público por 1 milhão de residentes até 2050 (por cenário e região)

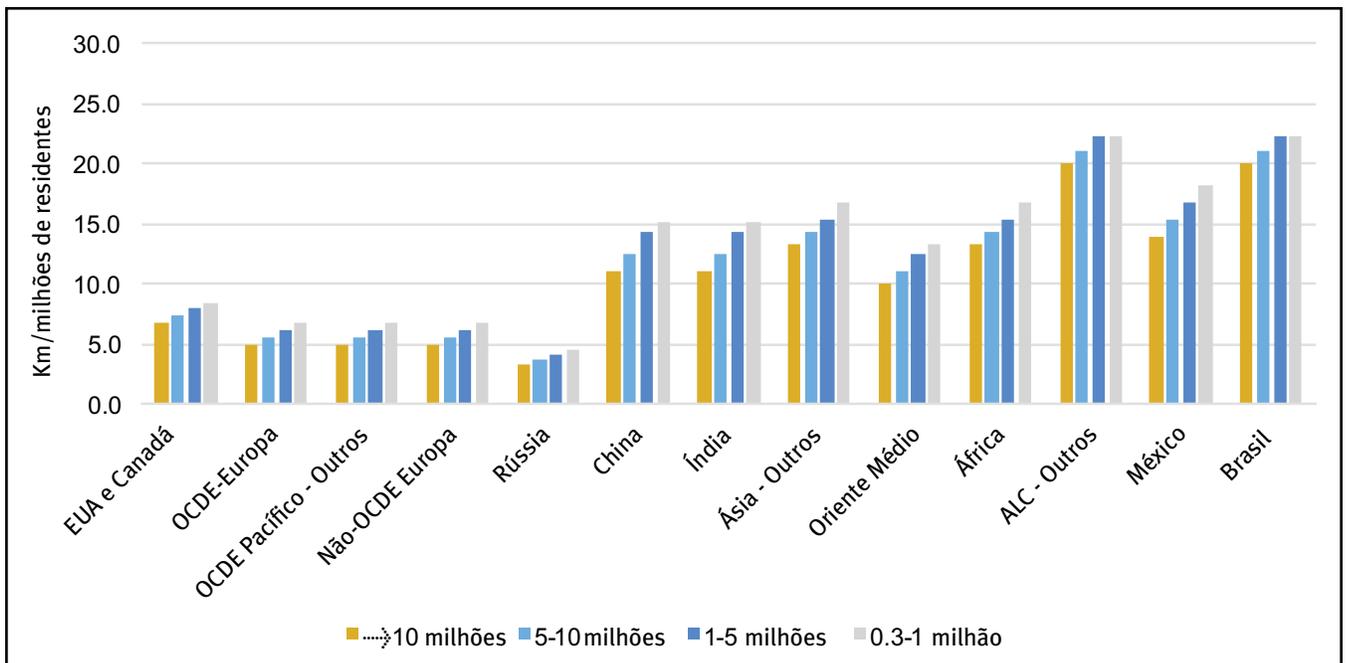


Figura 4: Extensão-alvo para sistemas de BRT em 2050 por tamanho de cidade (média de todas as cidades na classe de tamanho por região) para o Cenário HS

Essas mudanças são exibidas ao longo do tempo tanto para países OCDE como não-OCDE na Figura 3. Em ambos os casos, o RTR aumenta lentamente (ou com leve declínio) no Cenário LB e aumenta rapidamente no Cenário HS. A

Figura 4 ilustra a definição de metas de BRT por tamanho de cidade e por região/país. Uma definição de meta similar foi feita para outros modos de transporte público.

## Padrões de Viagens: Premissas e Resultados

O resumo dos resultados para as regiões OCDE e não-OCDE No mundo, a partir das várias projeções, é mostrado na Figura 5 com o total de Passageiros-quilômetros viajados (PKV), e na Figura 6 com o PKV per capita. As Figuras 7 e 8 mostram resultados mais detalhados para sete regiões selecionadas. Para alcançar a projeção de viagens urbanas no Cenário HS, o aumento de viagens em cada modo foi combinado (considerando-se quanto cada modo poderia aumentar, e considerando os pontos de partida) e depois comparado com o total de viagens no Cenário LB para cada uma das regiões e países do MoMo. As taxas de crescimento em países não-OCDE foram ajustadas para sustentar uma meta de redução em 50% das viagens em veículos leves (automóveis). A exceção é para os EUA e Canadá, onde a redução de 50% é muito maior do que uma compensação plausível causada pelo aumento do transporte de alta capacidade e modos não motorizados.

Estes dados mostram que em 2010 os habitantes dos países da OCDE viajaram quase duas vezes mais do que nos países não-OCDE, enquanto que em 2050 (no Cenário HS) o número de viagens per capita converge a cerca de 8.000 PKV por pessoa/ano, sugerindo níveis mais equânimes de mobilidade do que os que existem hoje ou previstos pelo Cenário LB. Os resultados, com maior detalhamento regional e

com as premissas e cálculos detalhados, estão sendo preparados e serão apresentados em um relatório documental subsequente.

Uma análise subjacente ao Cenário HS sugere que as necessidades de viagens urbanas na maioria das cidades do mundo podem, em princípio, ser atendidas por uma combinação de modos que reduza pela metade o valor em quilômetros dos veículos leves (LDV). A expansão necessária do transporte público e não motorizados, para todas as áreas em 2050, não é superior ao uso atual observado em certas áreas do mundo. No entanto, dada a rápida urbanização que ocorrerá entre agora e 2050, isto exigirá que o transporte público seja geralmente de 2 a 3 vezes maior em 2050 no Cenário HS do que no Cenário LB.

Um objetivo importante do Cenário HS é de promover maior equidade na mobilidade urbana. Isto é possível se todas as regiões estudadas começarem a convergir para a meta de 8.000 PKV per capita/ano em 2050, com a África e partes da Ásia alcançando taxas mais altas de mobilidade no Cenário HS via investimentos em transporte público que se aproximam mais do visto em outras regiões do mundo. Essa meta também pode ser alcançada dentro de cada região, nos vários grupos de renda, conforme mostrado na seção sobre equidade mais à frente.

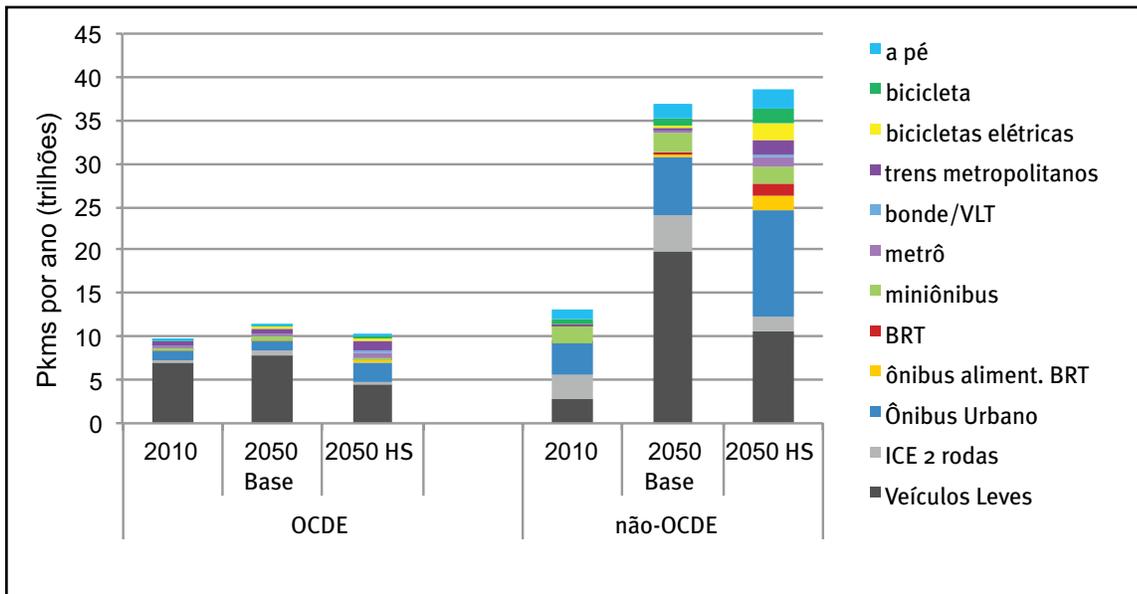


Figura 5: Total de passageiros por quilômetros em viagens urbanas em 2010 (Cenário LB e Cenário HS em em 2050)

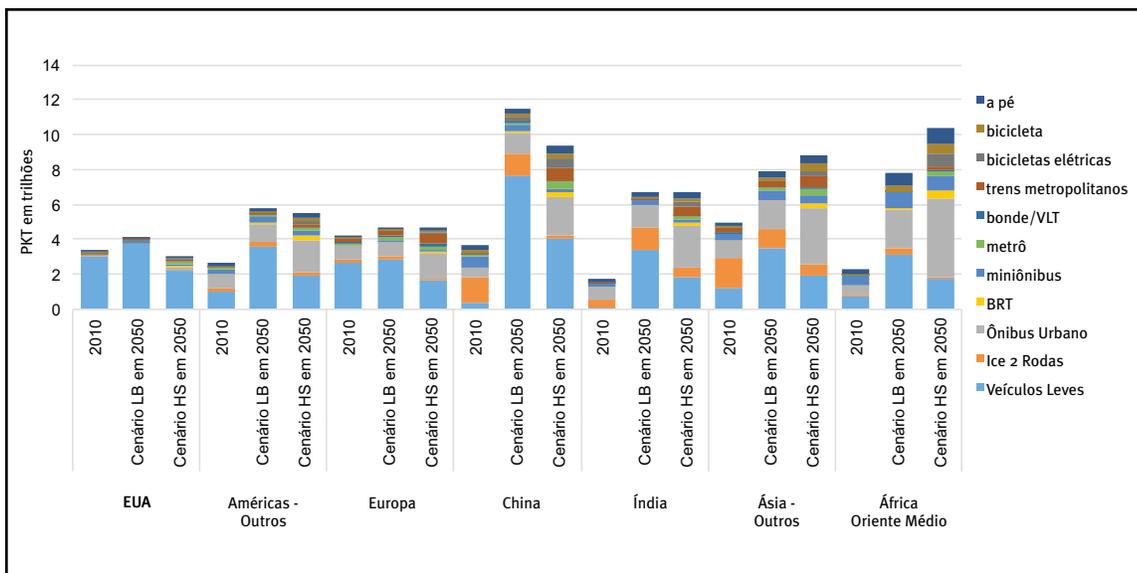


Figura 6: Quilômetros percorridos por passageiros em viagens urbanas em 2010 e por cenários para os países da OCDE comparados a países não-OCDE

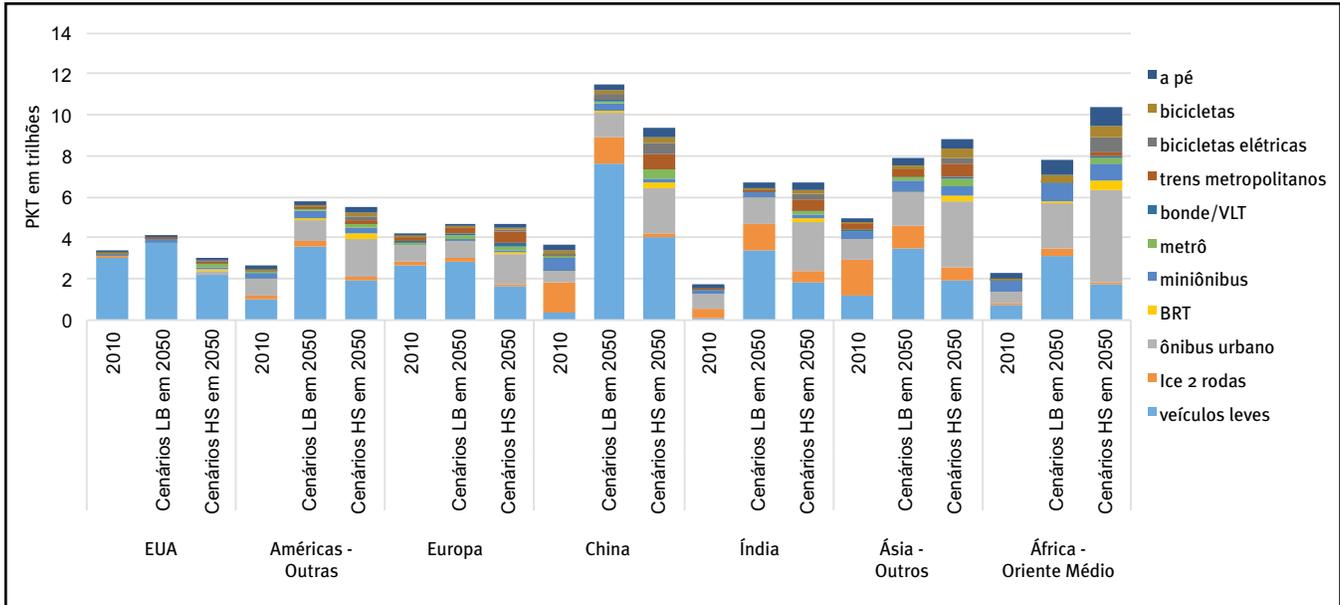


Figura 7: Total de Viagens de Passageiros Urbanos por Países/Regiões Selecionados

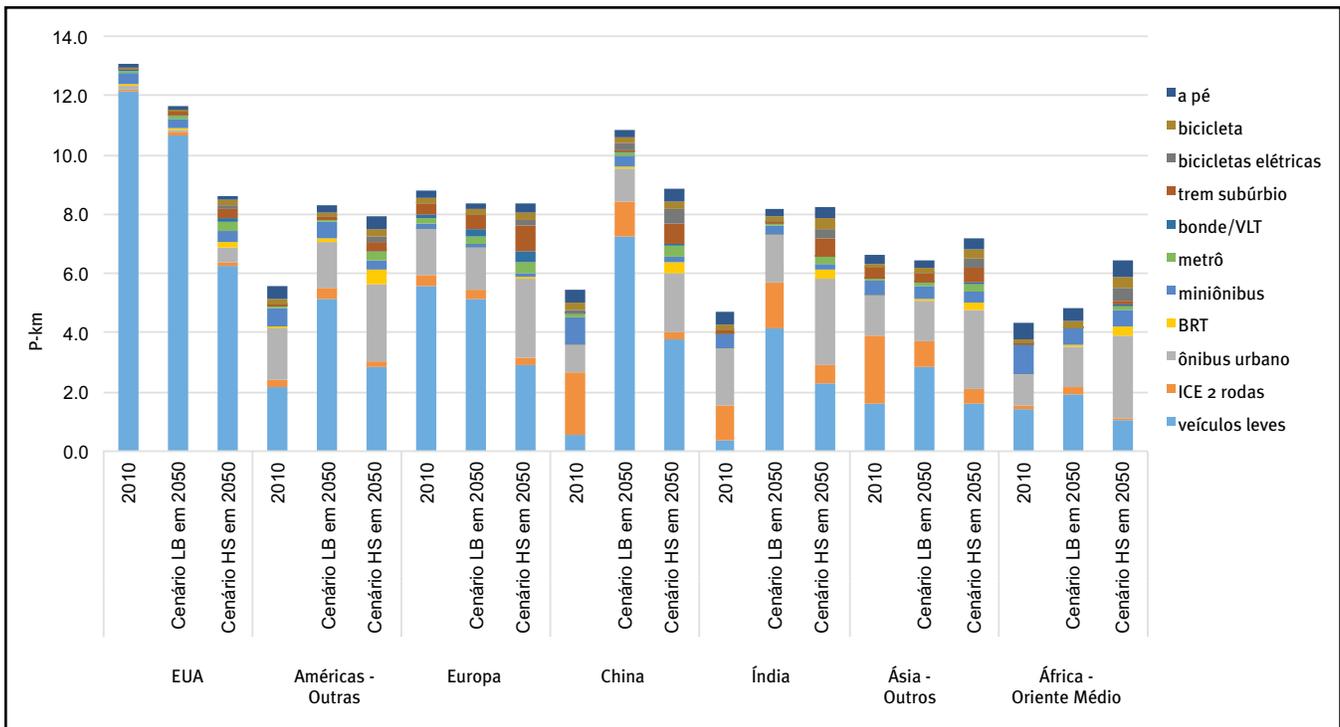


Figura 8: Viagens por pessoa (por cenário e região)

O Cenário HS aponta um caminho para promover maior desenvolvimento socioeconômico sustentável no mundo, o que enfrenta obstáculos como a baixa mobilidade urbana e a dificuldade de acesso aos mercados e oportunidades de trabalho. Na África os índices de motorização mesmo em 2050 são tão baixos que a redução pela metade dos quilômetros percorridos por automóveis não reduz de

forma significativa o PKV. O aumento de uso do transporte público, bicicletas e bicicletas elétricas pode resultar em um aumento drástico da mobilidade urbana na África, atingindo em 2050 um PKV total aproximadamente 1,5 vez maior do que no Cenário LB. Em menor medida, é o que acontece também na região “Outros países da Ásia” (Ásia, excluindo os países da OCDE, a China e a Índia).

## Ônibus e Sistemas de BRT: Premissas e Resultados

No Cenário HS, à exceção dos sistemas de BRT, ocorre um aumento contínuo do número de ônibus convencionais no mundo inteiro, particularmente nos países não-OCDE. Este aumento, com a alta qualidade e frequência como os vistos na Europa, é responsável por uma parcela importante no aumento de usuários de transporte público.

As premissas incluem:

- O número de passageiros por ônibus se baseia nos dados do MoMo por país, numa faixa que varia de 6 a 47 (da média mais baixa nos EUA à mais alta na Europa Oriental) em 2010; de 20 a 50 em 2050 e com a maioria dos países na faixa de 25 a 30 em 2050. Esta média considera todas as viagens de ônibus e, portanto, os horários de pico poderão ter médias muito mais elevadas. Em contraste, no Cenário LB as taxas de ocupação são inferiores.
- No Cenário LB, os miniônibus (menos de 24 assentos) têm cerca de 50% de ocupação, sendo que o número de ônibus e de passageiros aumenta mais lentamente no mundo inteiro. Já no Cenário HS os passageiros tendem a migrar para veículos maiores, como o BRT. Isto também ajuda a reduzir os congestionamentos, já que mais pessoas são transportadas por veículos maiores e em menor número.
- Até 2050, no Cenário HS a maioria das cidades teria sistemas de BRT de bom tamanho, particularmente nos países em desenvolvimento. Em termos per capita, as extensões médias dos sistemas se aproximam das observadas atualmente em cidades como Bogotá. Além da projeção de crescimento dos sistemas de BRT, o número de passa-

geiros por sistema também aumenta e se aproxima das vistas no TransMilenio de Bogotá, chegando a valores similares para capacidade, ocupação e velocidade. Todos os sistemas conseguem um selo Bronze ou superior a este, de acordo com o *Padrão de Qualidade de BRT*,<sup>11</sup> gerando em 2050 cerca de 30 a 35 milhões de passageiros-quilômetros por faixa-quilômetro de BRT (comparado a 40 a 42 milhões de p-kms por faixa-km de metrô, o que representa um aumento a partir dos valores atuais de 12-14 e 25-35 milhões de p-kms, respectivamente, por faixa-km).

- O Cenário HS prevê que o BRT retirará passageiros de veículos motorizados de 2 rodas, veículos leves (automóveis), miniônibus e ônibus convencionais.
- O Cenário HS também supõe que as linhas alimentadoras (ônibus convencionais) dos sistemas de BRT ofereçam um serviço de alta qualidade, equivalente aos serviços troncais de BRT, e ofereçam aos passageiros mais mobilidade de forma geral.

Como ilustrado na Figura 9, as viagens de ônibus constituem a maior parte das viagens na maioria das regiões, aumentando até 2050 no Cenário HS para um valor que pode variar de 129% (OCDE Pacífico, com um nível inicial muito alto) a 445% (EUA/Canadá, com níveis iniciais muito baixos), comparado ao Cenário LB. O BRT, que dá sinais de passar por um crescimento exponencial como sistema recém-desenvolvido de transporte público, aumenta em todos os países no Cenário LB de 2050 por um fator de pelo menos 3 vezes quando comparado aos níveis atuais. No Cenário HS de 2050, o BRT aumenta cerca de 300% nos países

da América Latina (que têm níveis iniciais de BRT bastante altos no Cenário LB), a 800% na Índia e Outros Países da Ásia, que têm números baixos no Cenário LB. Abaixo também foi analisada uma variante, que seria o Cenário

HS e Alto Nível de BRT, no qual a participação do BRT em quilômetros de novos sistemas de transporte de alta capacidade é 50% superior à do Cenário HS mostrado aqui inicialmente.

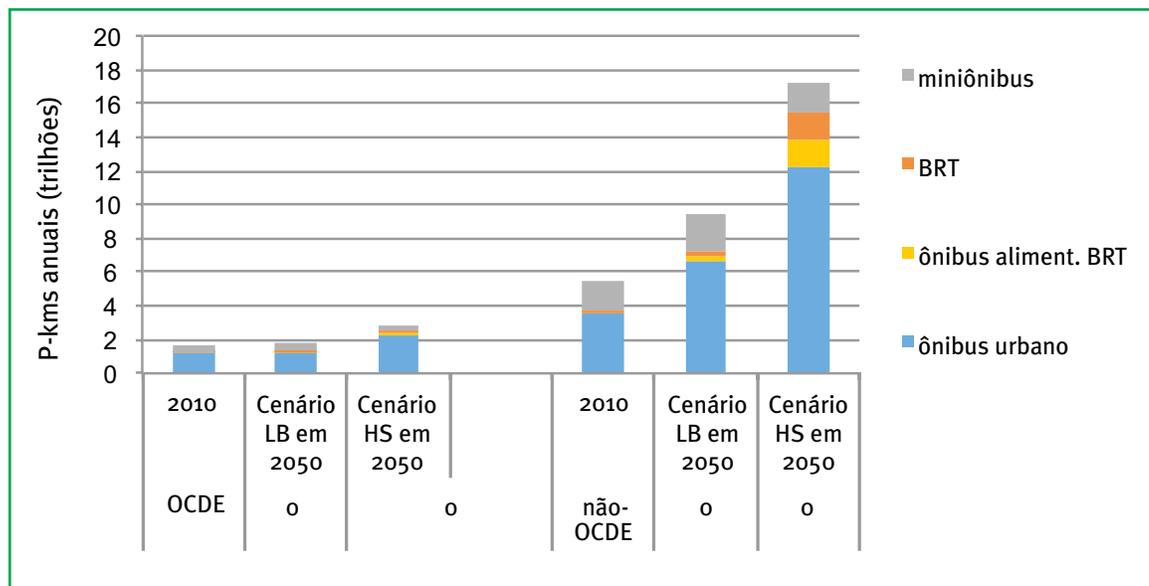


Figura 9: Viagens anuais de passageiros de ônibus e BRT (por ano, cenário e região)

## Transporte Sobre Trilhos: Premissas e Resultados

Foi feito um grande esforço para estabelecer um inventário mundial de sistemas sobre trilhos e suas características (extensão do sistema, número de passageiros). A União Internacional de Vias Férreas (UIC) forneceu à AIE um banco de dados inicial sobre os sistemas de bonde, veículos leves sobre trilhos e metrô, o qual foi aprimorado a partir de buscas na Internet e dados nacionais, regionais e municipais de governos, além de dados de operadores. Foi criado também um banco de dados completamente novo sobre os sistemas de trens metropolitanos. Em 2010, as regiões da Europa e OCDE Pacífico foram as que apresentaram, de longe, os números mais altos de passageiros de transporte sobre trilhos.

As premissas incluem:

- No Cenário LB não ocorre uma expansão muito grande dos sistemas sobre trilhos e não são construídos novos sistemas. Observa-se portanto apenas um crescimento mais lento do número de passageiros.
- No Cenário HS ocorre um forte aumento do número de sistemas sobre trilhos e do volume de passageiros em todo o mundo,

a ponto de atingir certas metas de acesso e número de passageiros (apesar dos níveis per capita em 2050, em muitas regiões, continuarem ainda muito abaixo dos observados hoje nas regiões Europa e OCDE Pacífico).

- Os sistemas de metrô, bondes e veículos leves sobre trilhos aparecem mais em países da OCDE, enquanto que o BRT aparece mais em países não-OCDE, apesar de todos os sistemas se expandirem em todas as regiões. Os sistemas de trens metropolitanos se expandem significativamente em todas as regiões como parte de uma estratégia de desenvolvimento policêntrico das áreas metropolitanas.

A Figura 10 mostra as projeções de uso dos sistemas sobre trilhos para os países OCDE e não-OCDE em 2010, e para os Cenários LB e HS em 2050. É importante observar que as escalas dos eixos verticais das Figuras 9 e 10 diferem enormemente. Os sistemas sobre trilhos geram somente 2,5 trilhões de passageiros-quilômetros viajados no Cenário HS em 2050, ao passo que os ônibus geram 16 trilhões de p-kms.

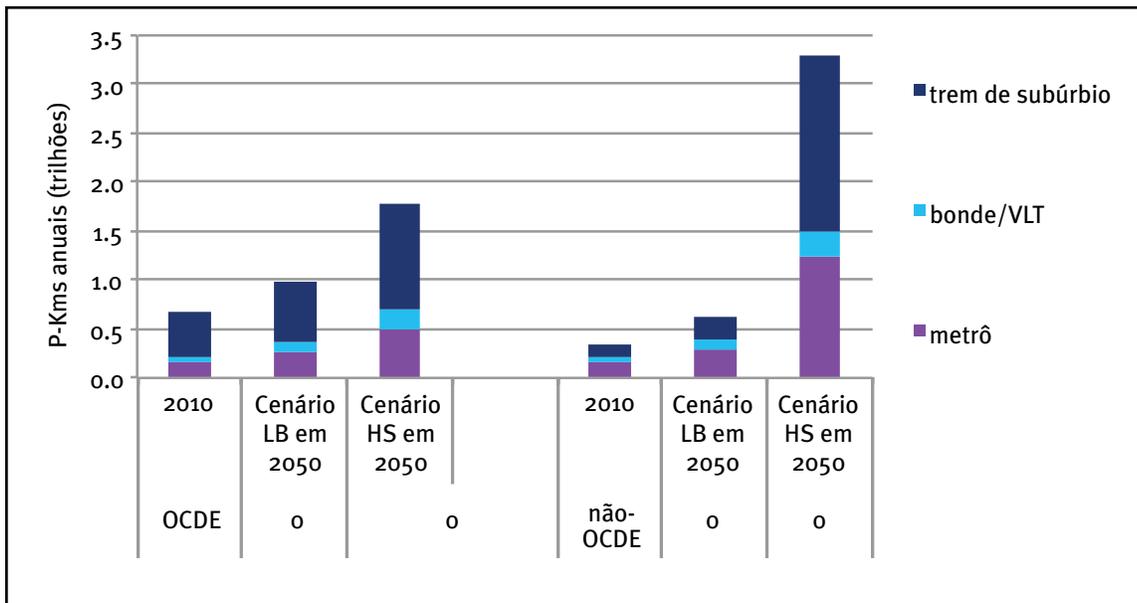


Figura 10: Viagens de passageiros por tipo de sistema sobre trilhos (por cenário e região)

## Veículos de Baixa Potência e Não Motorizados: Premissas e Resultados

As viagens a pé não são avaliadas suficientemente no mundo inteiro, devido à falta de definições comuns e estruturas de análise. Praticamente todas as pessoas caminham diariamente, de modo a atender necessidades básicas e assim acessar alimentos, água, sua comunidade, trabalho, educação, atendimento de saúde, compras e lazer. Algumas dessas viagens a pé são para acesso ao transporte público ou a carros particulares estacionados. Se incluirmos todas as viagens curtas, poderão ser muitas as viagens a pé por dia e por pessoa, no mundo inteiro, tornando as caminhadas o modo de participação dominante em cada viagem. Este estudo, como muitos outros, exclui muitas viagens mais curtas a pé e, para os dados de 2010, depende das estimativas geralmente parciais de algumas pesquisas sobre deslocamentos urbanos – já que poucas incluem uma contagem explícita de todas as viagens a pé associadas a outras viagens, ou mesmo das distâncias cobertas por viagens completadas a pé. A premissa é de que ocorra um número um pouco maior de viagens a pé nos países não-OCDE do que nos países OCDE, sendo que a África tem o maior número de viagens per capita nesse modo. No Cenário LB, assume-se que o número permanecerá relativamente imutável até 2050 comparado a 2010, apesar de haver uma pequena queda na

distância per capita. A participação das viagens a pé aumenta no Cenário HS comparado a 2010 pela possibilidade maior de empreender viagens a pé mais seguras e convenientes, em função de um planejamento urbano e de uso do solo mais denso e misto.

O fator mais importante para melhorar a experiência de viagem a pé é dar maior segurança por meio de um sistema de vias e caminhos para pedestres maior e melhor, assim como o tratamento das interseções e medidas para acalmar o tráfego de veículos motorizados. Essas providências poderão não se refletir diretamente no aumento das viagens a pé em algumas partes do mundo, mas certamente oferecerão maior valor em termos de qualidade de vida e redução dos índices de acidentes de trânsito.

O Cenário HS pressupõe um aumento dramático no uso de bicicletas elétricas de baixa potência e outros tipos de bicicletas em países que não apresentam ainda altos níveis de uso. Enquanto que no Cenário LB há altos números de viagens a pé na maioria dos países e de uso de bicicletas em alguns países (como a Holanda), no Cenário HS as viagens a pé ou de bicicleta aumentariam também entre as pessoas com opções motorizadas, tais como o acesso a automóveis. As bicicletas e scooters elétricas de baixa potência (denominadas em conjunto

de bicicletas elétricas) são agora usadas amplamente somente na China, mas no Cenário HS seu uso aumentaria no mundo inteiro. Elas são diferentes das scooters e motocicletas de alta potência e, se reguladas corretamente, podem contribuir para estabelecer velocidades de tráfego mais lentas e condições mais seguras em áreas onde se tornem presentes. É importante que as questões de segurança associadas com esse tipo de veículo não prejudiquem o uso disseminado das bicicletas elétricas. Nossa hipótese inclui projeções de posse e uso desses veículos, e níveis médios de uso por dia e por ano para gerar projeções de passageiros-quilômetros viajados (PKV). No Cenário Hs, o aumento da viagens em bicicletas ou bicicletas elétricas serve para contrabalançar uma redução considerável de viagens em veículos mais rápidos de duas rodas até 2050. Os resultados são exibidos na Figura 11.

As premissas incluem:

- A posse de bicicletas regulares é estimada de acordo com padrões de uso coerentes com a literatura existente.<sup>12</sup> Existem dados confiáveis do inventário mundial de bicicletas, mas o uso diário médio de bicicletas é insuficientemente documentado. Nossa premissa é que haja um uso diário relativamente baixo.
- O uso de bicicletas aumentará na medida em que sejam feitos investimentos em ciclovias e bicicletários, em aspectos de

segurança e políticas públicas de promoção ao seu uso, como já aconteceu em várias cidades<sup>13</sup> e como projetado por outros modelos.<sup>14</sup> Aqui pressupõe-se que até 2050 a maioria das cidades poderia alcançar níveis mais próximos dos níveis europeus médios de uso de bicicletas, mas mesmo assim seria apenas uma fração dos níveis hoje vistos em Amsterdam e Copenhague. Uma mudança muito mais intensa para o uso da bicicleta pode ser conseguida com investimentos em infraestrutura cicloviária e mudanças em políticas públicas.

- Para as bicicletas elétricas, pressupõe-se que a posse está atualmente próxima a zero, exceto na China e partes do Sudeste da Ásia. O crescimento da posse e do uso se baseia em tarifas que sobem apenas lentamente e uma complementaridade de uso entre bicicletas elétricas e convencionais. Além disso, o Cenário Hs prevê que o uso de scooters com ICE (motor de combustão interna) deverá declinar, ao serem substituídas pelas bicicletas elétricas nos próximos 35 anos. Como resultado, o total de viagens por bicicletas elétricas e veículos ICE de duas rodas não aumenta muito.
- O total de p-kms de todos os três modos aumenta ao longo do tempo, de forma mais acentuada para as bicicletas elétricas e com aumentos mais lentos para as viagens a pé e de bicicleta.

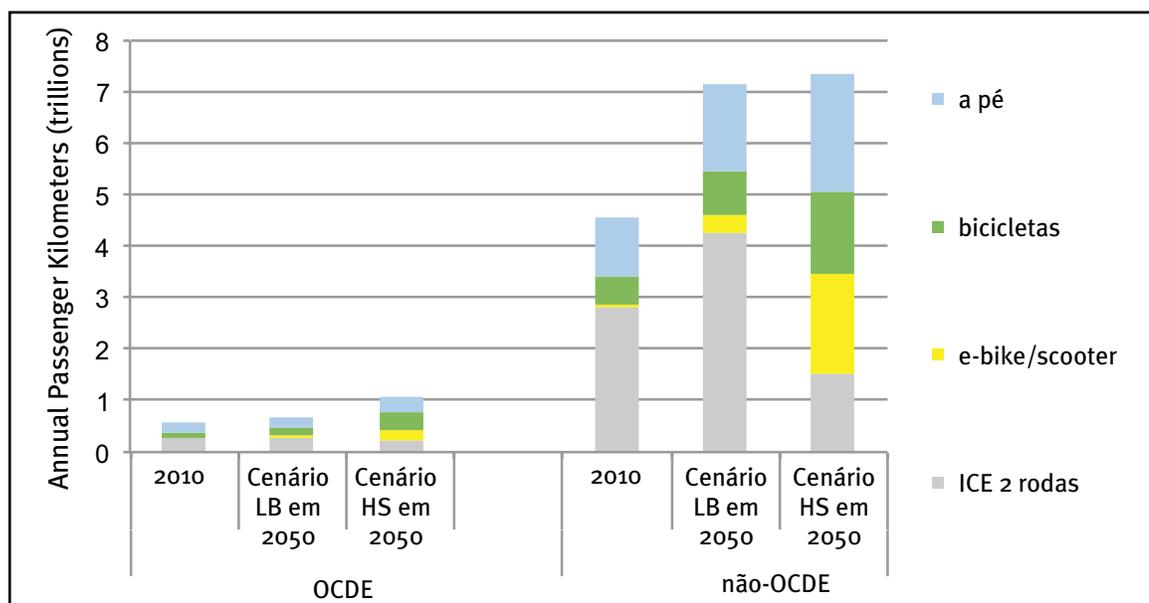


Figura 11: Viagens por modos não motorizados e de baixa potência (por ano, cenário e região)

## Mudanças no Padrão de Viagens em Transporte Individual (Carros e Motos)

Como mencionado anteriormente, uma premissa essencial do Cenário HS é de que os deslocamentos urbanos em transporte individual seriam reduzidos em 50% até 2050 em todas as regiões, quando comparado ao Cenário LB. Como isto é medido em termos de veículos-quilômetros, o estoque de veículos (número de veículos automotores em uso) pode se alterar em função da variação do número de viagens por veículo. Na verdade, essa é a premissa principal para este aspecto do Cenário HS: carros particulares serão deixados em casa com mais frequência, circulando menos vezes por ano. Assim, as vendas e estoques de carros, tanto nas regiões OCDE como não-OCDE, não se reduzem em 50%, mas sim próximo a 40% conforme mostra a Figura 12. Isto significa um número bem inferior de carros em circulação

e, portanto, uma necessidade muito menor de estacionamento (que deve ser reduzido de forma proporcional ao número de veículos circulantes). A capacidade das vias é medida em função das viagens em veículos particulares e não do número total de veículos. Essa premissa do Cenário HS é que essa capacidade se reduza menos do que o número em veículos-quilômetros viajados (VKV). Isto se deve ao fato de que: a) as vias já existem e não serão removidas, principalmente na OCDE, e b) a redução da construção de vias (menos intensa que a mudança em VKV) indica que haverá menos congestionamento. Apesar da redução de congestionamentos não ser medida explicitamente neste estudo, trata-se de um benefício econômico valioso que provavelmente não será perdido.

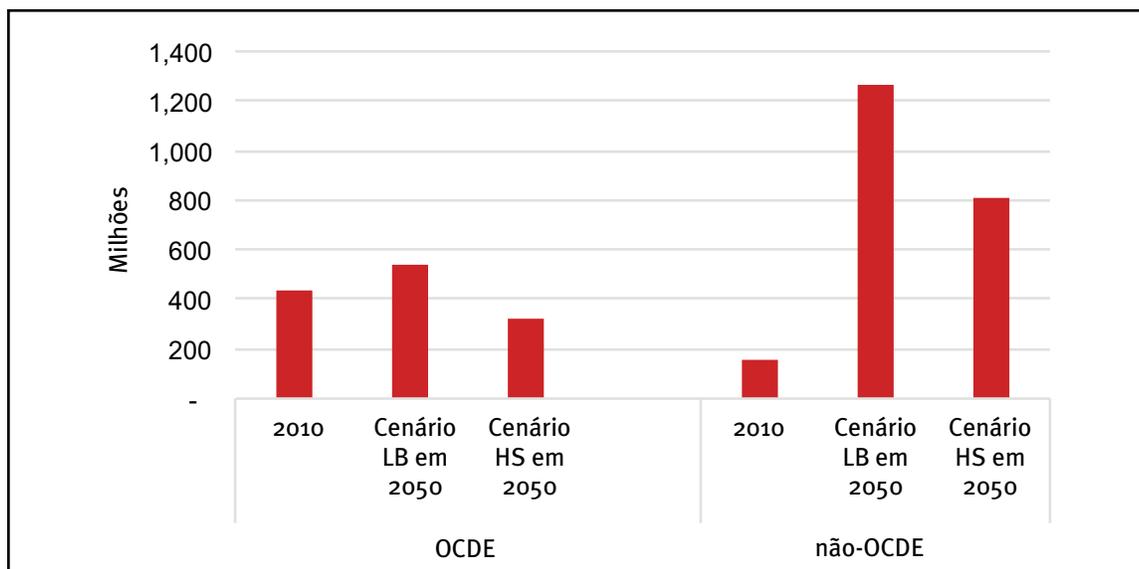


Figura 12: Estoques urbanos de carros (por região, ano e cenário)

Uma outra característica do Cenário HS é que ele supõe uma maior taxa de ocupação nos veículos, já que a mobilidade compartilhada tem se configurado como uma tendência. Apesar de não estarem previstas grandes mudanças nesse aspecto, elas afetam significativamente a mobilidade: nos países da OCDE chega-se a 1,6 (ao invés de 1,4) pessoas por carro em 2050 no Cenário HS, enquanto que

nos países não-OCDE temos 1,7 (ao invés de 1,6) pessoas por carro no Cenário LB em 2050 (conforme mostra a Figura 13). Esta alta taxa de ocupação também resulta em mais viagens de passageiros para um dado número de VKV e, portanto, veículos-passageiros-quilômetros tem menor redução do que veículos-quilômetros no Cenário HS.

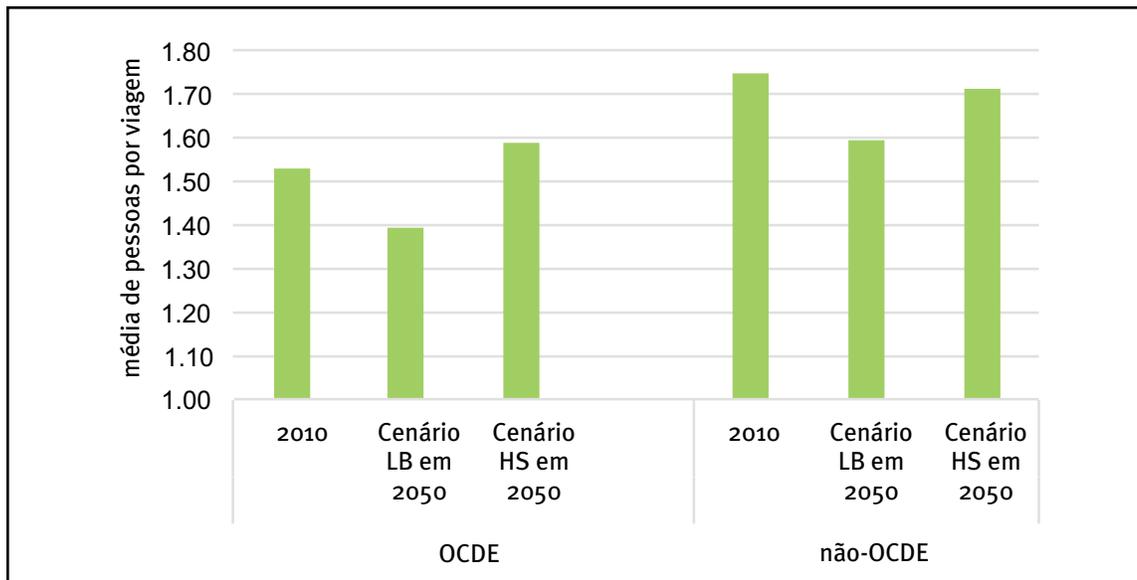


Figura 13: Ocupação média (passageiros por viagem)

Estas são as principais mudanças no uso de veículos leves em todos os cenários. Não estão previstas mudanças substanciais das características propriamente ditas dos veículos entre os Cenários HS e LB, apesar de uma pequena tendência para veículos menores (tendo como resultado maior economia de combustível). Há também a previsão de uma pequena economia de combustível em uso devido à redução do congestionamento nas vias urbanas. Na

verdade, esse efeito pode se tornar bastante considerável, porém é necessário uma pesquisa mais detalhada sobre o impacto da redução dos tempos de viagem no Cenário HS poderia afetá-lo. Benefícios adicionais da melhoria de economia de combustível e da introdução de novas tecnologias, tais como veículos elétricos, também estão sendo avaliados e serão incluídos em atualizações futuras deste estudo.

## Energia/Emissões de CO<sub>2</sub>: Resultados

Como todas as áreas urbanas do mundo estão incluídas na análise, os impactos do uso de energia e emissões de CO<sub>2</sub> podem ser analisados de forma global e local. O uso de energia é função da viagem do veículo e da eficiência do veículo em cada modo, considerando-se no cálculo a taxa de ocupação e o número de veículos e quilômetros-veículos necessários para transportar as pessoas pelo número especificado de passageiros-kms. A eficiência energética de diferentes tipos de veículos (baseada nas estimativas de eficiência de veículos do MoMo, ajustadas para as condições urbanas em uso) varia grandemente, mas nem tanto localmente. Ela melhora significativamente ao longo do tempo no Cenário LB, com melhorias idênticas no Cenário HS.

Além dos dados relativos às viagens, as premissas essenciais por trás do uso de energia e das emissões de CO<sub>2</sub> são a eficiência dos veí-

culos e sua ocupação. Para cada região e modo, a Figura 14 mostra a eficiência por passageiro-quilômetro e a Figura 15 mostra o uso total de energia. O transporte público é muito mais eficiente do que os veículos leves e, portanto, a mudança para esses modos reduz o consumo de energia e a emissão de CO<sub>2</sub> por passageiro-km de forma significativa. No Cenário HS, a eficiência por passageiro-km no transporte público melhora mais ainda porque a taxa de ocupação nos veículos é superior ao do Cenário LB, assim como a qualidade do sistema como um todo: operação otimizada, maior frequência e redução de intervalos de serviço, maior capacidade e adensamento urbano no entorno. Os carros também se tornam mais eficientes, como mencionado acima, devido às normas de economia de combustível e a maior taxa média de ocupação.

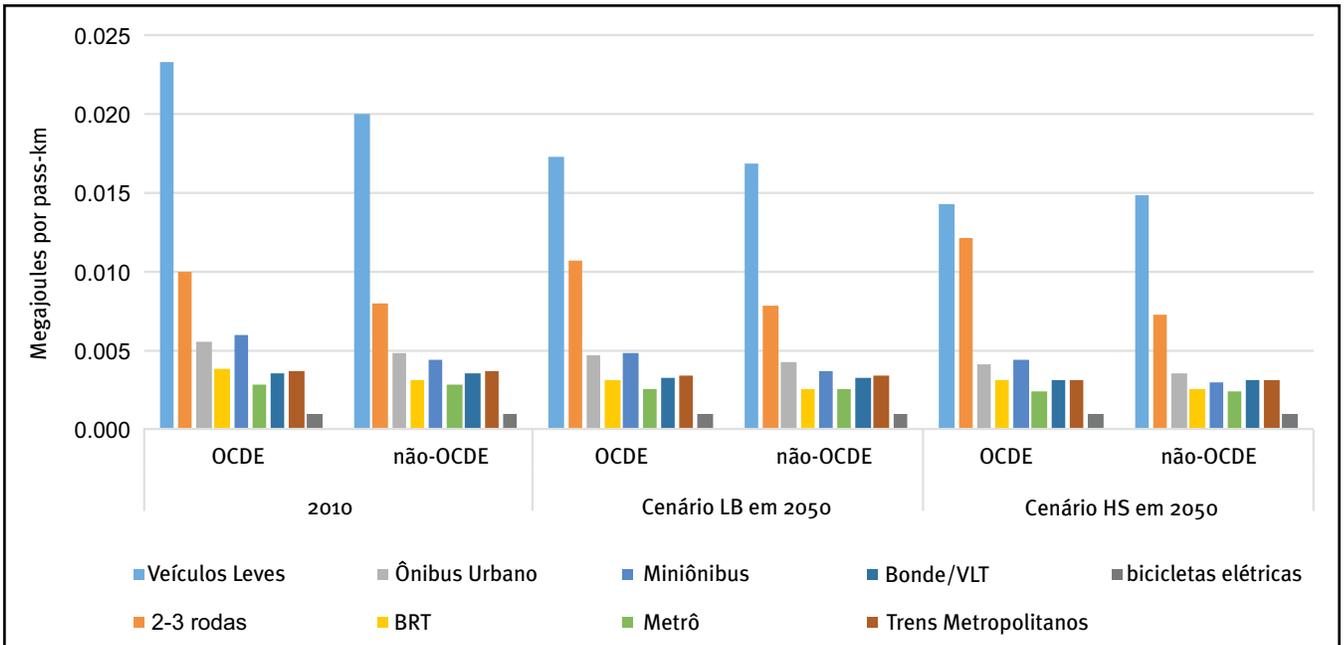


Figura 14: Eficiência energética (por passageiro, quilômetro, modo, ano e cenário)

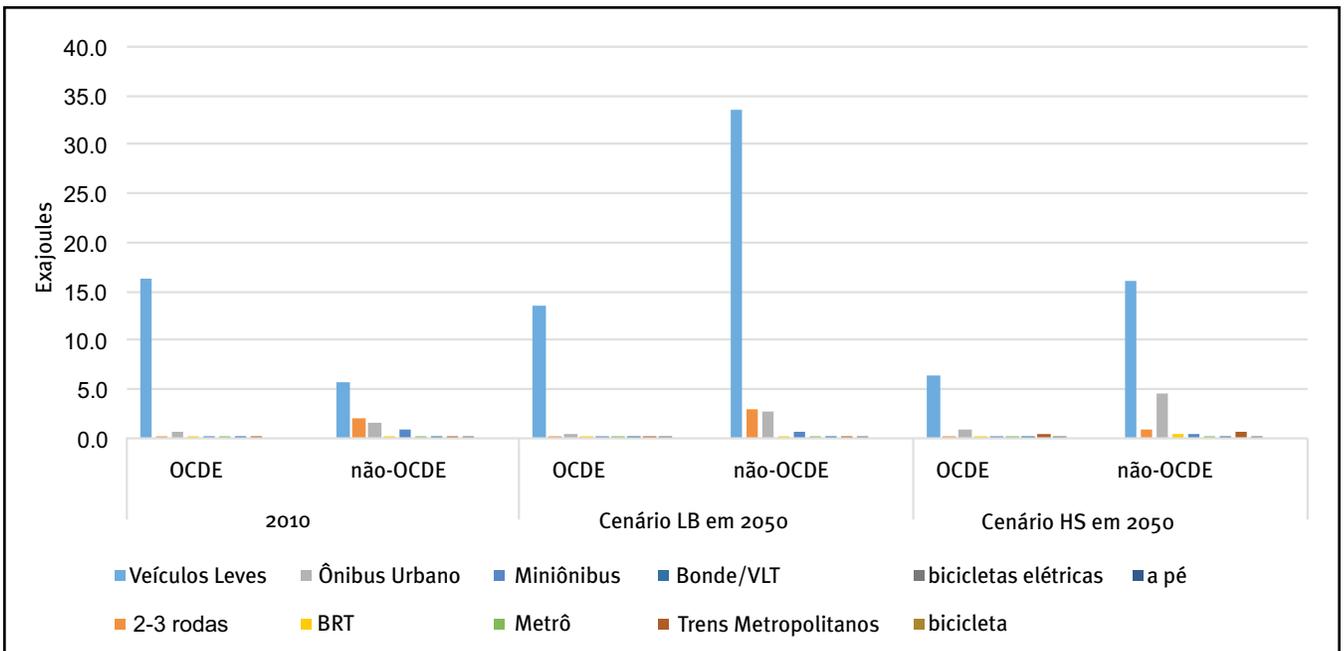


Figura 15: Uso de energia (por cenário, região e modo)

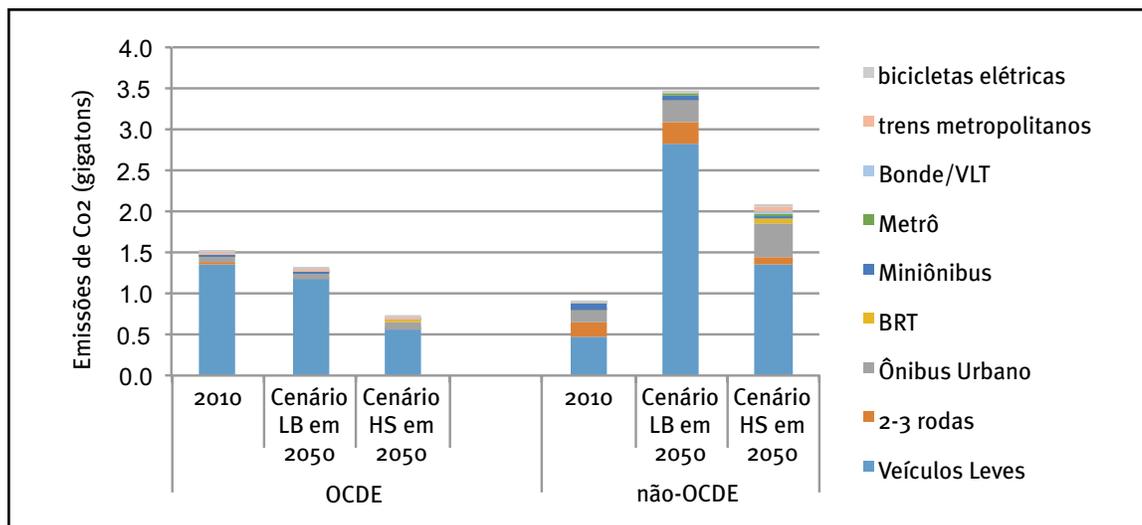


Figura 16: Emissões equivalentes em CO<sub>2</sub> do Transporte Urbano de Passageiros (por ano, cenário e modo)

Os resultados de emissões de CO<sub>2</sub> por modo de transporte são mostrados na Figura 16. É evidente a predominância dos veículos leves quanto ao uso de energia e emissões de CO<sub>2</sub>, tanto na situação atual como no Cenário LB, assim como é a redução do consumo de energia e das emissões de CO<sub>2</sub> no Cenário HS. Comparado ao Cenário LB, o Cenário HS reduziria globalmente as emissões de CO<sub>2</sub> do transporte terrestre e urbano de passageiros em 1,7 gigatoneladas (cerca de 40%) até 2050: de 4,4 GT no Cenário LB para 2,7 GT no Cenário HS. Não são exibidos os tipos específicos de combustíveis, mas os modos que usam pistas de rolagem são dominados por combustíveis à base de petróleo, enquanto que os modos que utilizam trilhos são quase totalmente eletrificados. No cenário 4DS da AIE, a produção de energia elétrica vai utilizar cada vez menos combustíveis fósseis, e por consequência gerar menos emissões de gases do efeito estufa. Isto é útil - mas não obrigatório - para obter as reduções de emissões de CO<sub>2</sub> projetadas para o Cenário HS.

É importante notar que é possível uma redução adicional da emissão de gases de efeito estufa se melhorias posteriores em economia de combustível forem acrescentadas ao potencial de mitigação do Cenário HS. Podemos e devemos considerar os efeitos da dupla contagem, que dependem do caminho adotado. De fato, o potencial de mitigação estimado das estratégias de “evitar-mudar” (focadas na atividade veicular) comparadas às estratégias de “melhorar” (focadas na tecnologia), depende de que abordagem se assume como estratégia inicialmente aplicada.

Apesar do presente estudo não abordar outras ações para aumentar a economia de uso de combustível de veículos motores, ele leva em consideração políticas existentes que, no Cenário LB da AIE, melhoram a economia de combustível de carros novos (mais econômicos no consumo de combustível) em 32% na OCDE, e em 23% nos países não-OCDE. O Cenário HS aumenta essas proporções respectivamente para 36% e 27%, devido às melhores práticas de direção e uma pequena substituição por veículos menores. No entanto, a Iniciativa Global de Economia de Combustíveis ([www.globalfueleconomy.org](http://www.globalfueleconomy.org)) pede muito mais: uma redução de 50% do consumo de combustível por quilômetro rodado para veículos leves no mundo inteiro até 2030. O alcance da meta da GFEI para 2030 poderia reduzir mais 700 megatoneladas de CO<sub>2</sub> por ano, além da redução de 1.700 que seria possível alcançar no Cenário HS. O alcance dessa meta de economia de combustível, em conjunto com a oferta de um melhor transporte público, a pé ou de bicicleta, poderia reduzir as emissões anuais de CO<sub>2</sub> do transporte de passageiros em 55% até 2050, comparado ao valor do Cenário LB em 2050, e em 10%, comparado aos níveis de 2010. Programas eficientes de economia de combustível para outros tipos de veículos (caminhões médios e pesados, ônibus e duas rodas) poderiam ajudar, bem como a o uso de energia elétrica e combustíveis com baixo teor de carbono. Estas opções e seus impactos no Cenário HS serão investigadas mais a fundo no futuro.

A Figura 17 mostra os resultados das emissões de CO<sub>2</sub> no Cenário HS para as principais regiões do mundo. Até 2050, a previsão é uma enorme redução de CO<sub>2</sub> em economias em rápida expansão (como China e Índia), com reduções significativas (e proporcionalmente similares) em cada país e região. De fato, em base percentual, nos Estados Unidos em 2050 ocorre maior redução no Cenário HS em rela-

ção a 2010 e ao Cenário LB. Além dos efeitos da migração modal, este resultado reflete o fato de que os EUA teriam a maior redução em viagens gerais no Cenário HS, cerca de 30% inferior ao do Cenário LB em 2050. Este elemento de “evitar” é de grande dimensão e permanece como uma das questões levantadas por este estudo, que merecem investigação posterior.

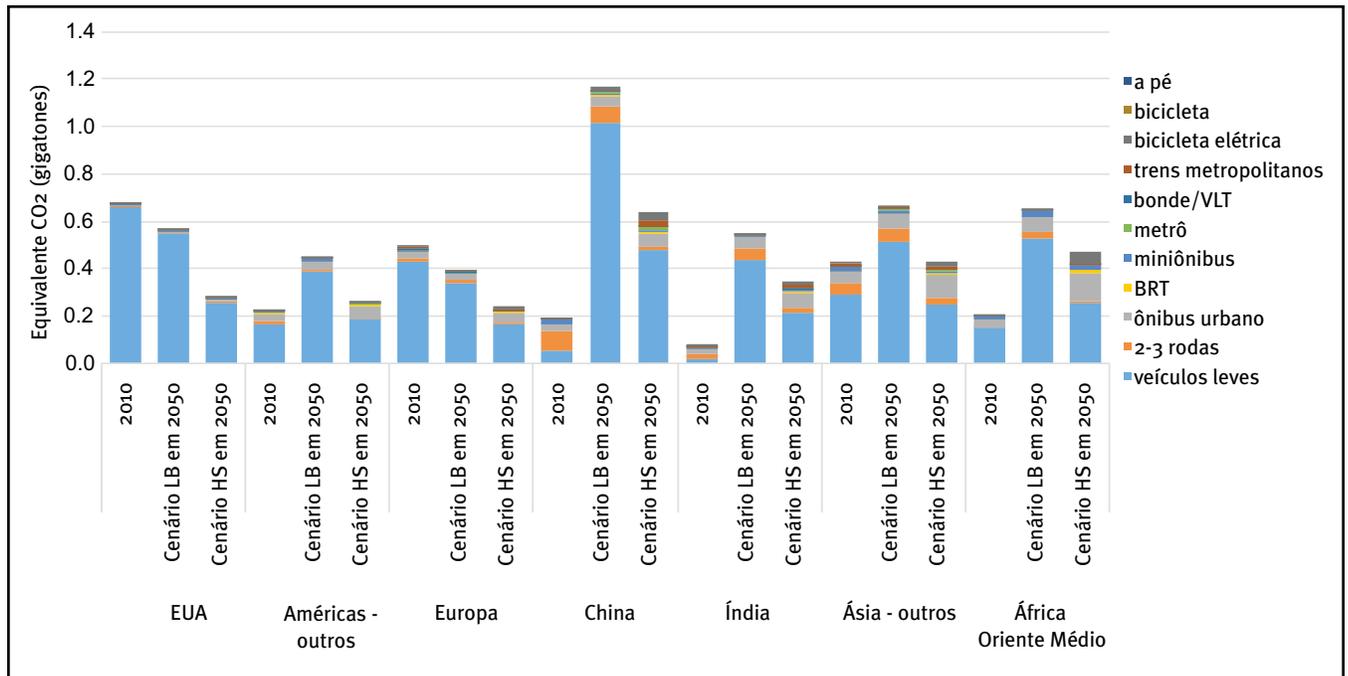


Figura 17: Emissões equivalentes em CO<sub>2</sub> para países selecionados

## Resultados: Infraestrutura de Transporte Público

Como descrito acima, a dimensão do sistema (e, portanto, extensão da infraestrutura) necessária para comportar as viagens em BRT e no transporte sobre trilhos foi estimada usando premissas quanto ao número e à extensão (em faixas-kms) dos sistemas já existentes no mundo. Por sua vez, essas projeções foram usadas para fazer estimativas de custo da infraestrutura associada com os cenários apresentados abaixo. A extensão total em quilômetros dos sistemas por ano e região para o Cenário HS

é mostrada na Figura 18. Na região da OCDE o aumento em cada modo é significativo, quando comparado a 2010, mas não grande em termos percentuais (exceto para o BRT, já que este era minúsculo em 2010). Nos países não-OCDE, as taxas de crescimento necessárias são muito mais altas e exigiriam grandes investimentos contínuos durante as próximas décadas para atingir a meta. O crescimento mais rápido seria o do BRT e dos trens metropolitanos.

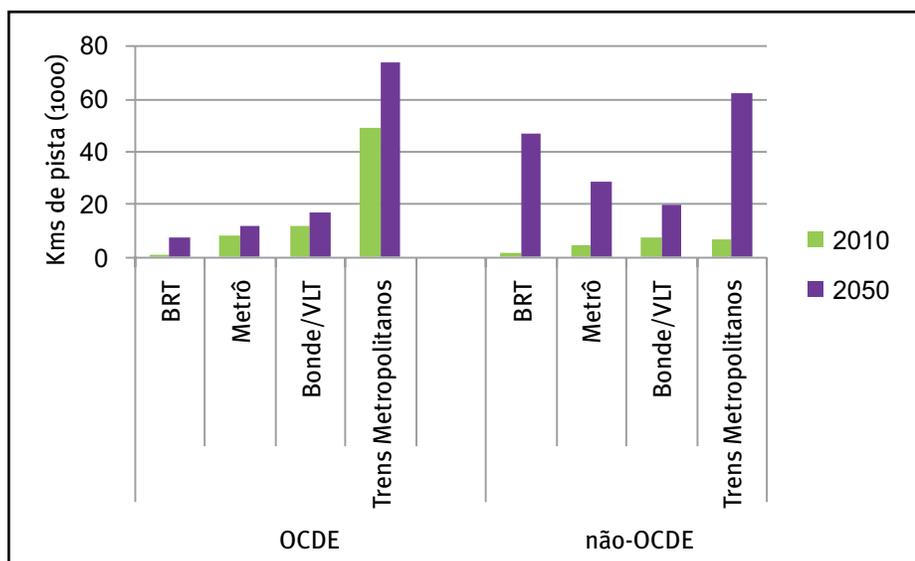


Figura 18: Extensão dos sistemas de BRT em 2010 e no Cenário HS em 2050 (por modo e região)

## Resultados: Custos no Cenário Hs e suas Implicações

As principais implicações em termos de custos diretos e de investimentos do Cenário HS foram estimadas de 2010 a 2050 em relação ao Cenário LB segundo médias anuais e acumuladas, incluindo todos os custos de mercado para os usuários privados e órgãos públicos (isto é, os contribuintes):

- Custos de compra de todos os tipos de veículos, para todos os modos;
- Custos de combustível para todos os modos e tipos de veículos;
- Custos de operação e manutenção dos veículos e sistemas de transporte público, inclusive custos diários de O&M e custos de manutenção da infraestrutura;
- Custos de implementação de infraestrutura, isto é, custos dos investimentos feitos

de uma só vez para construir vias, calçadas, estacionamentos e estruturas, sistemas de BRT, sistemas de ônibus e sistemas sobre trilhos.

Estas estimativas se baseiam nas médias de valores por país ou região.

A análise de custo é resumida na Figura 19. Os custos sobem em função do aumento das viagens de passageiros por modo e região. Assim, por exemplo, o custo da infraestrutura de vias e sistemas de transporte público aumenta na proporção de sua importância nos dois cenários. Os custos de vias e estacionamento são muito menores no Cenário HS do que no de LB. Os custos de construção e operação dos sistemas de transporte público são muito maiores no Cenário HS do que no LB. O Cenário HS tem demanda de energia muito inferior, gerando economias significativas de energia.

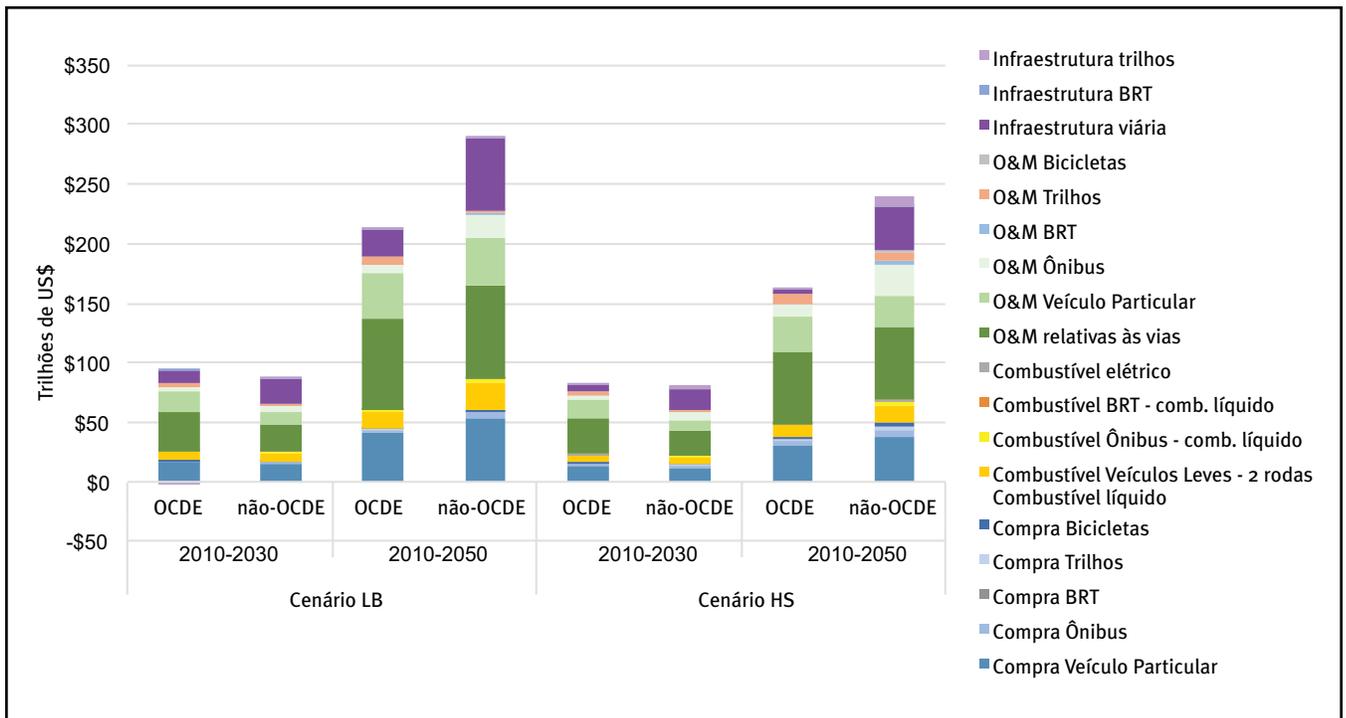


Figure 20: Resumo de estimativas de custos 2010-2050 (por tipo, cenário e modo)

No geral, os custos totais do Cenário LB de 2010 a 2050 são de aproximadamente US\$500 trilhões (\$200T na OCDE e \$300T na não-OCDE), enquanto que os custos do Cenário HS estão em torno de US\$400 trilhões (\$160T na OCDE e \$240T na não-OCDE). O Cenário HS reduziria os custos acumulados em aproximadamente US\$110 trilhões ou 22%.

A Figura 20 subdivide o custo de investimento em infraestrutura em maior detalhe e o apresenta como despesas anuais médias para construir uma nova infraestrutura nos períodos de 2010 a 2030 e 2030 a 2050. Isto leva em consideração o custo direto total por quilômetro para construir novas vias (em função do número projetado de viagens de carro), estacionamentos (em função do estoque previsto de carros), calçadas ao longo de vias urbanas (excluindo estradas), infraestrutura cicloviária para receber grande parte das viagens previstas de bicicleta e sistemas de BRT e sobre trilhos. Como outros custos, estes se baseiam nos custos médios atuais por quilômetro de vários países, mas são aplicados sob forma de média quando calculado para todos os países OCDE e todos os países não-OCDE, dada a insuficiência de grande parte dos dados. Por exemplo, assume-se custos de construção de BRT da ordem de \$7,5 milhões/kilômetro nos países não-OCDE, e o dobro deste valor nos países OCDE. Esses custos (e todos os custos de infraestrutura relacionados) aumentam com o

tempo em termos reais, e convergem até certo ponto na medida em que a renda e a qualidade de projeto aumentam na região não-OCDE.

Os resultados indicam que no Cenário LB os custos de infraestrutura de vias e estacionamento dominam, quando comparados a outros custos de infraestrutura. Isto se deve ao fato de que é prevista uma quilometragem muito maior de vias (e quilômetros quadrados de estacionamentos) do que para qualquer tipo de transporte público. No entanto, no Cenário HS o número de vias e estacionamentos necessários se reduz dramaticamente, e os custos dos sistemas sobre trilhos são grandes o suficiente para serem percebidos nas barras do gráfico. Apesar dos cerca de 25.000 km de BRT previstos para a região não-OCDE entre 2030 e 2050, ele mal pode ser visto no gráfico, já que o custo é de “somente” cerca de \$12 bilhões por ano, um valor muito pequena no contexto dos demais custos.

Também vale a pena observar que na OCDE entre 2030 e 2050 os custos de infraestrutura “ficam negativos”. Isto representa uma redução da necessidade de novas vias para automóveis. Na realidade, parece improvável que as vias sejam removidas, mas o que o gráfico sugere é que haverá uma redução do volume de tráfego, o que agregaria um valor igual ou superior sob a forma de redução do congestionamento em um sistema viário que não encolheu.

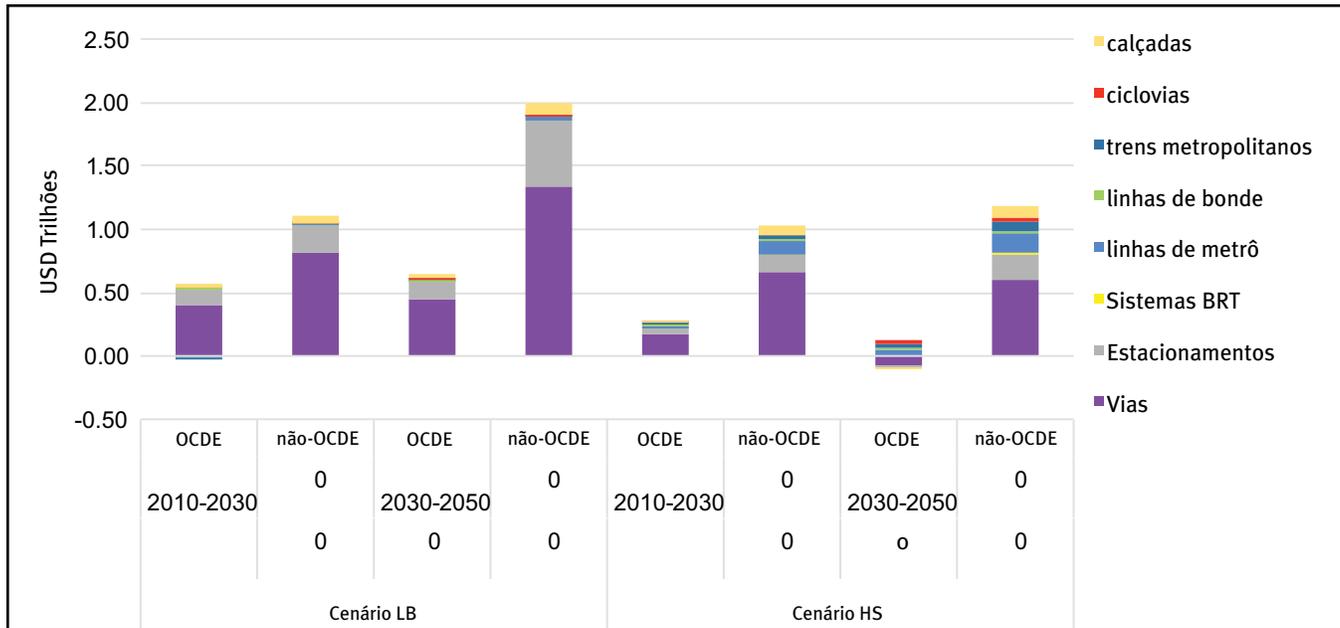


Figura 20: Custo médio anual de investimentos (por tipo, cenário e modo)

Estes resultados de custos serão detalhados posteriormente num documento separado e

poderão constituir a análise principal de um futuro relatório complementar.

### Resultados: Equidade no Cenário HS e suas Implicações

Além de desenvolver uma versão urbana do MoMo, uma nova desagregação demográfica das viagens urbanas foi desenvolvida e vinculada a essa projeção. Este modelo de primeira geração, “Economia de Equidade Demográfica”, oferece a oportunidade de acompanhar as viagens por grupos dentro da população. A base de dados utilizada para fazer isto foi uma revisão de 25 pesquisas nacionais e urbanas de viagens domiciliares do mundo inteiro. Isto mostrou que poucos bancos de dados (ou análises relacionadas) eram diretamente comparáveis, usando metodologias diferentes, perguntas diferentes, diferentes definições de grupos e diferentes classificações de modo de transporte. No entanto, constatou-se que os dados sobre propriedade de veículos por classe de renda eram suficientemente comparáveis para permitir estabelecer, para várias regiões, a participação aproximada dos modos de viagens no ano base.<sup>15,16,17,18</sup>

Para 2010, as viagens de passageiros conforme o modo de transporte equivalem ao total de viagens para todos os grupos de renda; a maior incerteza é de como o número de passageiros se subdivide pelos vários grupos nos períodos subsequentes de tempo. A premissa é de que o total de viagens seria significativamente menor para os grupos de renda mais baixa, conforme

sugerem as pesquisas de viagens, mas essa diferença diminui um pouco na medida em que cresce a renda dos grupos mais pobres. Foram feitas projeções para 14 desagregações regionais por faixa de renda. Uma outra comprovação importante dessa projeção é que a posse de veículo particular é função da renda de cada faixa, baseada num estudo global de renda e propriedade.<sup>19</sup> As distribuições de renda atual foram obtidas dos dados do Banco Mundial,<sup>20</sup> a renda total foi projetada de forma alinhada com as projeções da OCDE usadas no cenário ETP 2012. Partimos do pressuposto de que a desagregação da renda mantenha os mesmos padrões de distribuição ao longo do tempo (isto é, nenhuma mudança no coeficiente GINI).

Apesar das incertezas, a desagregação das viagens segundo grupos de renda oferece análises importantes. Comparado a 2010, o número de passageiros-km no Cenário LB quase dobra em 2050. Grande parte disso se deve ao aumento da propriedade de veículos entre os grupos de mais alta renda. No Cenário LB, como acontece nas cidades atuais, pode-se prever que o uso intensivo de automóvel nos grupos de mais alta renda resulta em mais congestionamento e competição por espaço nas vias, o que degrada a qualidade do transporte público, a pé ou de bici-

clata usado pelos grupos de renda mais baixa. No Cenário HS, há uma expansão bem maior do transporte público e não motorizado, ao invés do aumento do número de automóveis. Na medida em que há mais espaço viário destinado ao transporte público e aos modos não motorizados, cresce o número de passageiros e mais espaço públicos é dedicado aos grupos de renda mais baixa, tornando a cidade mais democrática e equitativa. Assim, grupos das duas faixas mais pobres se beneficiam com as melhorias no transporte público e não motorizado, assim

como grupos de renda mais alta se beneficiam mais com o aumento da infraestrutura para carros.

Em 2010 e mesmo no Cenário LB em 2050, os grupos de renda mais baixa têm uma mobilidade relativamente baixa e pouco acesso ao carro particular, como mostra a Figura 21. Grande parte da população mundial segue com pouco acesso a carros particulares mesmo em 2050. No Cenário HS há uma mobilidade muito mais uniforme entre os grupos de diferentes faixas de renda.

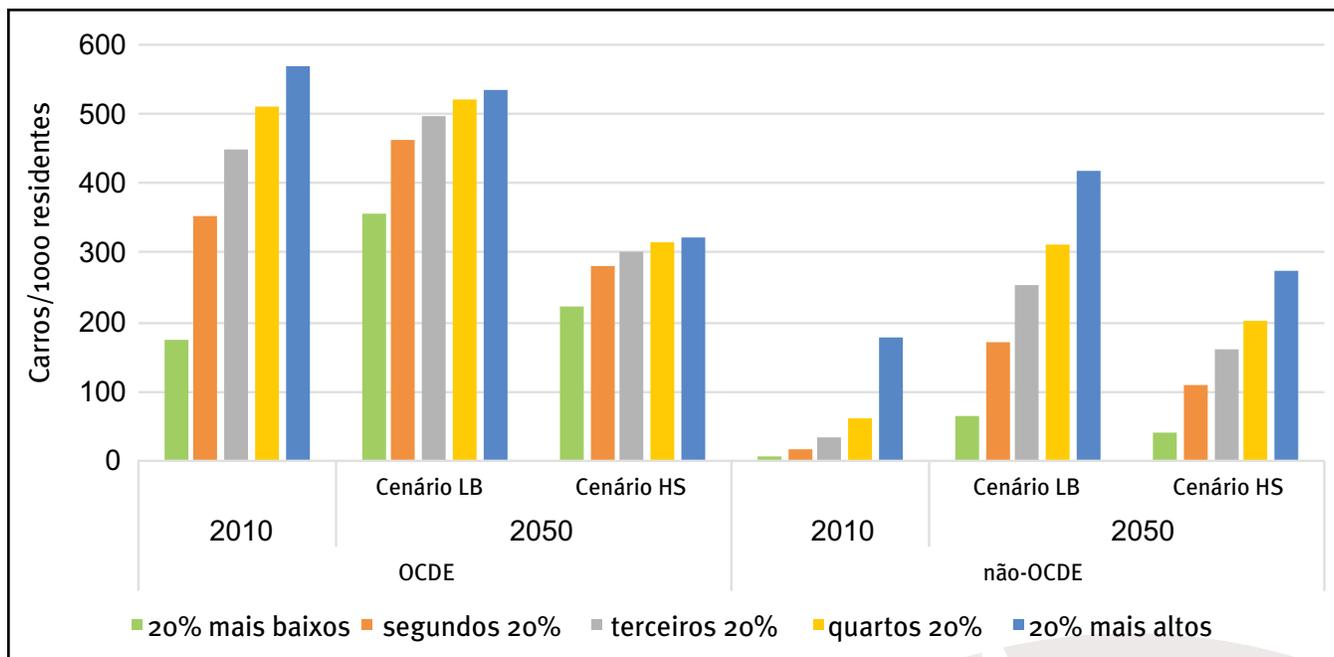


Figura 21: Posse ou uso de carros por grupo de renda em 2010 e 2050 (por cenário)

A Figura 22 reflete esse reequilíbrio das viagens por modo, sendo que a diferença, em viagens per capita entre os grupos de menor e

maior renda, é menor no Cenário de HS comparado ao Cenário de Base, em 2050.

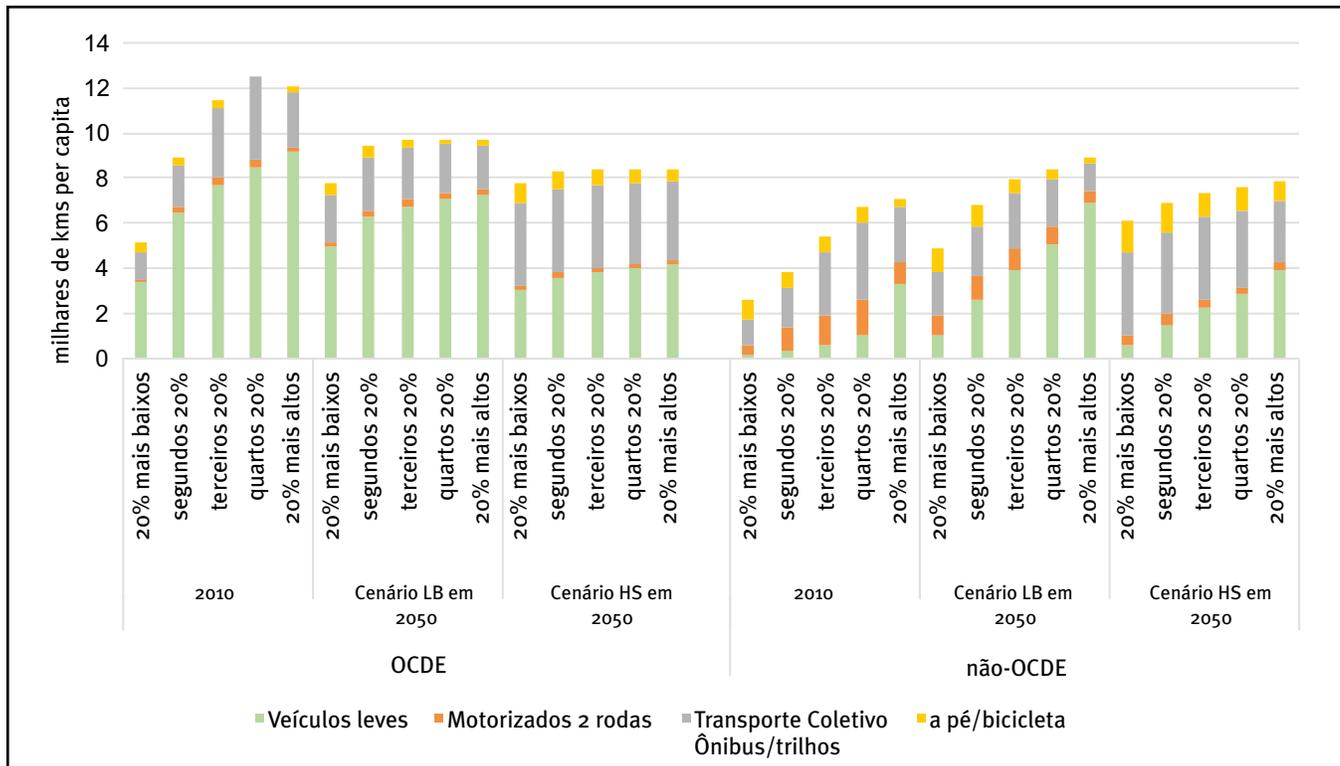


Figura 22: Viagens per capita (por modo, grupo de renda, região e cenário)

## Análise de Sensibilidade: Cenário HS Grande Número de BRTs

O Cenário HS apresenta um dos muitos cenários possíveis no futuro. Para examinar a sensibilidade dos resultados – especialmente custos, energia e CO<sub>2</sub> – a mudanças em algumas das premissas de entrada, foi estudado um Cenário HS com Grande Número de BRTs. Isto surgiu como um desdobramento do próprio Cenário HS ao manter constante a soma total da quilometragem dos serviços de trens metropolitanos, metrô, veículos leves sobre trilhos e BRT em 2050, mas aumentando pela metade a participação do BRT em km de novas linhas de transporte público.

O total global de custos relacionados a BRT e transporte sobre trilhos, no período de 2010 a 2050, chega a cerca de \$33 trilhões no

Cenário HS. Estes custos são \$4,4 trilhões mais baixos no Cenário HS com Grande Número de BRTs, uma redução de 14%. Como já existe um número maior de BRTs nos países não-OCDE e há diferenças nos custos operacionais e de implementação dos transportes entre países ricos e pobres, o Cenário HS com Grande Número de BRTs oferece um potencial de economia de custos de \$3,7 trilhões (dos \$21 trilhões do Cenário HS) nos países não-OCDE, um valor superior ao 0,7 trilhão (dos \$12 trilhões do Cenário HS) nos países OCDE. Os impactos de energia e CO<sub>2</sub> são muito similares entre o Cenário HS e o Cenário HS com Grande Número de BRTs.

## Impactos da Poluição do Ar na Saúde Pública

Os impactos de vários cenários de mobilidade na poluição do ar e saúde pública variam em função das características dos veículos, do seu uso, localização e intensidade. Por isso, esta seção examina o efeito da poluição por partículas finas ou fuligem ( $PM_{2,5}$ ) e os impactos relacionados à saúde pública. Será necessário um estudo mais detalhado para analisar a fundo os impactos de outros poluentes, da segurança viária e do sedentarismo na saúde pública. Como o Cenário HS tem potencial para promover um maior número de viagens a pé ou de bicicleta, ele provavelmente reduziria o número de mortes prematuras devido à inatividade física. Também pode-se prever que a redução de veículos-quilômetros de viagens e o aumento do uso de modos mais ativos (como as viagens a pé e de bicicleta) contribuiriam para reduzir a incidência de fatalidades e ferimentos graves resultantes de acidentes no trânsito, mas são necessárias mais pesquisas para confirmar essa suposição.

A maioria das ações governamentais de mitigação dos impactos do setor de transporte abordam a redução do uso de combustíveis fósseis por veículos motores, em particular a gasolina e o diesel. Essas ações incluem melhorar a eficiência dos novos carros, caminhões e ônibus, otimizar as viagens em automóveis e caminhões de carga, e melhorar a eficiência dos sistemas de transportes. Além dos impactos sobre o clima e o consumo de energia, os veículos motores contribuem enormemente à poluição do ar, sendo que a exposição a essa poluição é uma das causas principais de morte prematura no mundo inteiro.

Os governos dos EUA, União Europeia (UE) e Japão têm liderado a criação de programas regulatórios para controlar a poluição dos veículos motores ao estabelecer limites obrigatórios para as emissões de novos veículos e para a quantidade de enxofre presente na gasolina e no diesel. Esses programas internacionais de melhores práticas resultaram em novos veículos que são 99% mais limpos do que os

demais. Outros países estão seguindo o mesmo caminho, e implementando as normas Euro 1 a Euro 6 para carros e veículos comerciais leves, e da Euro I a Euro VI para caminhões e ônibus pesados, sendo que Euro 6/VI exige veículos e combustíveis ainda mais limpos.

Como parte desse estudo, o Conselho Internacional de Transporte Limpo (ICCT) conduziu uma análise das implicações da poluição do ar causada por veículos e os impactos associados à saúde. As emissões de poluentes por veículos em circulação foram estimadas usando o modelo *Global Transportation Roadmap* do ICCT. O modelo Roadmap é uma ferramenta em Excel, concebida para ajudar os responsáveis pelas políticas públicas a identificar tendências no setor de transportes, como uso de energia, emissões de gases de efeito estufa (GEEs) e emissões de poluentes do ar local; avaliar os impactos de diferentes políticas públicas; e elaborar diretrizes para novas políticas e regulamentações para emissões e transporte de baixo carbono.<sup>21,22</sup> O modelo Roadmap:

- Estima, para o ciclo de vida do combustível, as emissões de GEEs ( $CO_2$ ,  $CH_4$  e  $N_2O$ ) e poluentes do ar local ( $PM_{2,5}$ ,  $NO_x$ ,  $CO$ , carbono negro, e  $SO_2$ ), bem como o consumo de combustíveis fósseis, biocombustíveis, eletricidade e hidrogênio, para os anos 2000 a 2050;
- Considera os carros de passageiros, veículos comerciais leves, ônibus, motocicletas, triciclos, caminhões médios e pesados, transporte de passageiros e de carga sobre trilhos, aviões de transporte de passageiros, e o transporte internacional de cargas;
- Foca 11 países/regiões com os maiores volumes de vendas de novos veículos: Estados Unidos, União Europeia, China, Índia, Japão, Brasil, Canadá, Coreia do Sul, México, Austrália e Rússia;

- Considera cinco regiões agregadas, que consistem em países da América Latina, Europa fora da UE, Ásia-Pacífico, África e Oriente Médio;
- Pode ser customizado para avaliar tendências em transportes e impactos de políticas públicas em países específicos, com requisitos mínimos de dados;
- Foi revisto por especialistas em modelagem de transportes, para garantir a validade e adequação dos métodos e algoritmos de cálculo;
- É atualizado anualmente e seus produtos são validados por comparação com os resultados de outros modelos nacionais e internacionais de emissões em transportes.

Quatro futuros alternativos foram avaliados na análise:

- **Adoção do Cenário LB:** A atividade veicular progride segundo as projeções do Cenário LB e nenhuma nova política é adotada para controlar a poluição por veículos motores.
- **Adoção do Critério HS:** A atividade veicular progride segundo o Cenário HS, mas nenhuma nova política é adotada para controlar a poluição por veículos motores.
- **Critério LB-Euro 6/VI:** A atividade veicular progride segundo as projeções do Cenário LB e a maioria dos países adota políticas de

melhores práticas para controlar a poluição por veículos motores, equivalentes à Euro 6/VI ou melhor.

- **Critério HS-Euro 6/VI:** A atividade veicular se desenvolve segundo o Cenário HS e a maioria dos países adota políticas de melhores práticas para controlar a poluição por veículos motores, equivalentes à Euro 6/VI ou melhor.

As seguintes figuras resumem as principais diferenças entre esses futuros alternativos em relação à poluição global por veículos motores e impactos na saúde pública nas áreas urbanas. A Figura 23 resume as tendências globais em emissões anuais de  $PM_{2.5}$  primários a partir dos escapamentos, à cuja exposição se associa um risco maior de morte por doença cardiopulmonar, câncer de pulmão e infecção respiratória aguda. Apesar da premissa de que as emissões totais deverão diminuir inicialmente, como resultado da adoção de normas de emissões de veículos, a previsão é que o crescimento da atividade veicular deverá promover um aumento líquido das emissões, mesmo na adoção do Cenário LB e do Cenário HS. Apesar do Cenário HS reduzir as emissões  $PM_{2.5}$  em apenas 5% em 2050, comparada ao Cenário LB, o Cenário LB-Euro 6/VI e o Cenário HS-Euro 6/VI poderiam reduzir as emissões de  $PM_{2.5}$  respectivamente em 88% e 90%.

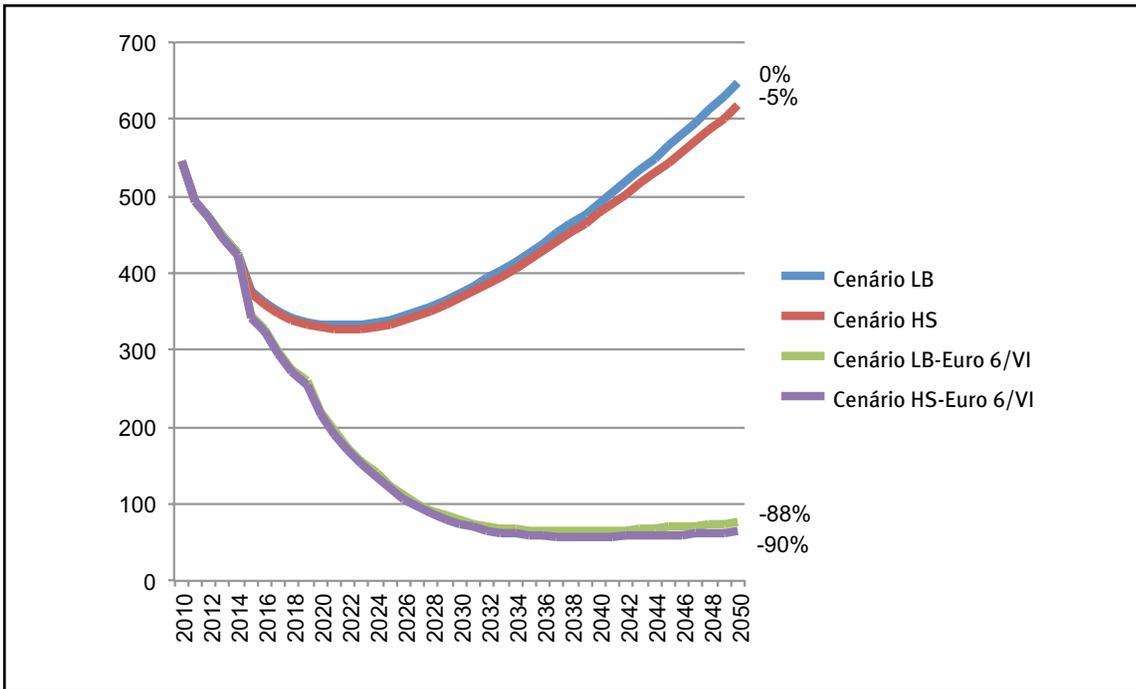


Figura 23: Emissões globais PM2.5 de veículos automotores em áreas urbanas

A Figura 24 resume as tendências globais de mortalidade prematura resultante da exposição às emissões de PM<sub>2,5</sub> primários em áreas urbanas. Os efeitos dessas emissões ao longo do tempo são exacerbados pelos aumentos da população e pelo adensamentos das áreas urbanas, ambas contribuindo para uma maior parcela de emissões inaladas de veículos em 2050, comparado aos níveis atuais. Tanto no

Cenário LB como no Cenário HS o número de mortes prematuras pode quadruplicar até 2050. As normas de emissões que exigem tecnologia e combustíveis equivalentes à norma Euro 6/VI (ou superior) poderiam prevenir os 1,36 milhão de mortes prematuras estimadas por ano, equivalente a 19 milhões de anos de vida perdidos até 2050.

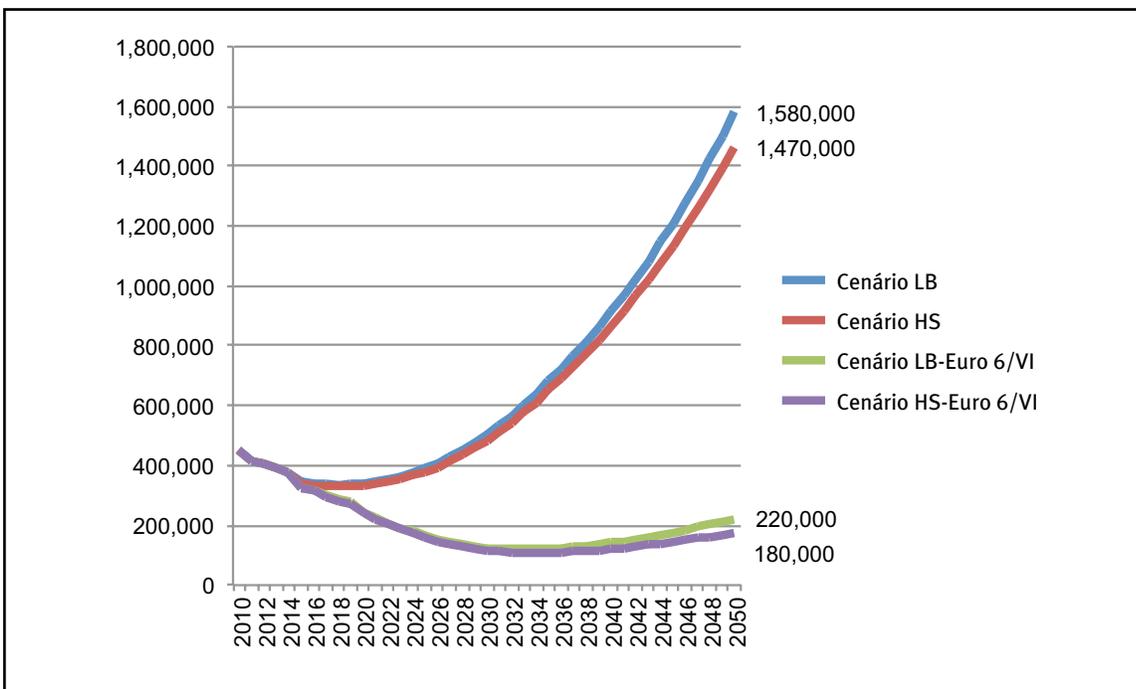


Figura 24: Mortes prematuras anuais no mundo em função da exposição às emissões PM2.5 de veículos automotores

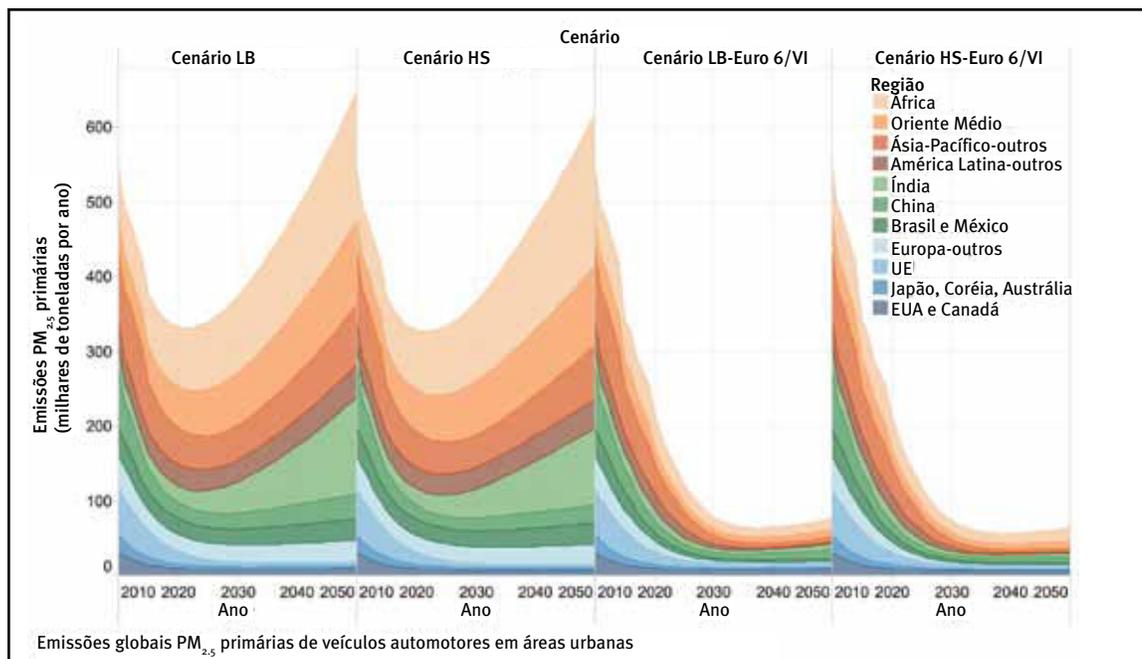


Figura 25: Emissão de  $PM_{2,5}$  por veículos automotores em áreas urbanas (por região)

A Figura 25 mostra a distribuição das emissões de  $PM_{2,5}$  por região dentro desses quatro cenários futuros. Vê-se que as regiões atualmente sem controles avançados de emissões são responsáveis pela maior parte das emissões de  $PM_{2,5}$  primário globalmente, sendo que a previsão é de que terão um crescimento contínuo das emissões oriundas de veículos motores, mesmo que países com programas mais rígidos de controle da poluição consigam realizar cortes drásticos das emissões.

O relatório de documentação e acompanhamento deste estudo trará mais detalhes sobre políticas para controlar a poluição de veículos motores, juntamente com a descrição adicional dos métodos e resultados da análise do controle de emissões de veículos motores do ICCT. Várias conclusões essenciais podem ser tiradas.

- A maior parte das regiões não adotou ainda as melhores práticas de controle de emissões, o que poderia reduzir as emissões de  $PM_{2,5}$  em 99% por veículo. Se essas regiões não melhorarem seus programas de controle de emissões, o aumento da atividade veicular poder quadruplicar o número de mortes prematuras até 2050, mesmo com uma migração modal para o transporte público.

- A expansão dos programas de controle da poluição veicular, equivalentes à norma Euro 6/VI ou superior, poderia reduzir as emissões globais e seus impactos na saúde pública em torno de 90% até 2050, o que equivale a 1,36 milhão de mortes prematuras evitadas anualmente. A instalação de equipamentos para controle da emissão de poluentes nos ônibus (de acordo com a norma Euro VI) poderia levar a uma redução de 20% nas mortes prematuras associadas.
- Os veículos a diesel tem emissões de  $PM_{2,5}$  muito altas quando comparados aos veículos a gasolina. Os veículos comerciais, muitos dos quais movidos a diesel, são responsáveis por mais de 80% das emissões globais de PM, representando somente 20% da atividade veicular.
- Um ônibus médio emite cerca de 50 vezes o valor de  $PM_{2,5}$  por veículo-km que um carro médio de passageiros em 2010. A mudança das viagens de automóveis para ônibus precisa ser acompanhada do controle das emissões sob padrão equivalente à Euro VI para que haja benefícios significativos na qualidade do ar.

- A adoção de políticas para desestimular o uso do automóvel, acompanhada de um rigoroso controle de emissões (coerentes com o Cenário HS), poderia evitar um adicional de 40.000 mortes prematuras anuais em 2050 provocadas pela exposição às emissões.
- Com a oferta de combustíveis mais limpos, como o diesel com menos de 50 partes

por milhão de enxofre, as tecnologias equivalentes à Euro VI acrescentam \$3.200 a \$6.400 ao custo dos novos ônibus, comparado aos controles equivalentes à Euro III.<sup>24, 25, 26</sup> Estes custos são modestos se comparados ao custo de investimento para novos ônibus.

## Conclusões e Próximos Passos

A principal conclusão desse estudo é de que o Cenário HS, ao promover o transporte público e os modos não motorizados, tem potencial para oferecer uma mobilidade (em passageiros-kilômetros) equivalente à do Cenário LB (focado no transporte individual motorizado), mas consumindo menos investimentos, reduzindo drasticamente as emissões de CO<sub>2</sub> e a desigualdade social pelos próximos 40 anos. O aumento descontrolado do uso do carro ameaça exacerbar a crescente desigualdade de renda e os problemas ambientais, enquanto que uma mobilidade mais sustentável provê acesso para todos e atenua essas externalidades. As conclusões deste relatório podem ajudar a promover acordos mais amplos sobre mudanças climáticas, com mais equidade na divisão do ônus e custos das ações de mitigação entre países ricos e pobres.

O Cenário HS é um exemplo de muitos futuros possíveis. Ele não é uma previsão e, na verdade, pode ser extremamente difícil de atingir, exigindo altas somas de investimento público e privado. Um objetivo principal é o de usar esse cenário como base para investigar as implicações desse futuro com uma gama de diferentes indicadores e possíveis impactos. A mobilidade das pessoas e o transporte de alta qualidade estarão garantidos no futuro? Quais podem ser os impactos na saúde pública em relação à segurança viária e outros fatores não ligados às emissões? Quais serão os impactos nas finanças públicas, na geração de emprego, no bem-estar socioeconômico e no desenvolvimento sustentável? Estes aspectos ainda estão sendo investigados mais profundamente.

## Referências

- <sup>1</sup> Façanha, C., Blumberg, K., & Miller, J. Global Transportation Energy and Climate Roadmap. International Council on Clean Transportation. November 2012. Retrieved from <http://www.theicct.org/global-transportation-energy-and-climate-roadmap>
- <sup>2</sup> Chambliss, S., Miller, J., Façanha, C., Minjares, R., & Blumberg, K. The Impact of Stringent Fuel and Vehicle Standards on Premature Mortality and Emissions. The International Council on Clean Transportation. 2013. Retrieved from <http://theicct.org/global-health-roadmap>
- <sup>3</sup> An earlier study by the International Association for Public Transport and International Energy Agency used IEA's MoMo model to evaluate the impact of doubling public transport mode share by 2025 but only in terms of energy consumption and CO<sub>2</sub>. Jerome Pourbaix, "Towards a Smart Future for Cities," Journeys. Singapore Land Transport Authority. May 2012.
- <sup>4</sup> UN HABITAT. *Planning and Design for Sustainable Urban Mobility: Global Report on Human Settlements*. Nairobi, 2013.
- <sup>5</sup> International Energy Agency. *Energy Technology Perspectives 2012*. Paris, 2012.
- <sup>6</sup> *Commitment to Sustainable Transport: Joint Statement to the Rio+20 United Nations Conference on Sustainable Development by the African Development Bank, Asian Development Bank, CAF, Development Bank of Latin America, European Bank for Reconstruction and Development, European Investment Bank, InterAmerican Development Bank, Islamic Development Bank, and World Bank*. June 2012.
- <sup>7</sup> Partnership on Sustainable Low-Carbon Transport. *Creating Universal Access to Safe, Clean, and Affordable Transport*. Shanghai, 2013.
- <sup>8</sup> International Energy Agency. The IEA Mobility Model as of February 2014. Paris. [http://www.iea.org/media/transport/IEA\\_MoMo\\_Presentation.pdf](http://www.iea.org/media/transport/IEA_MoMo_Presentation.pdf)
- <sup>9</sup> Cambridge Systematics, Inc. *Moving Cooler: An Analysis of Transportation Strategies for Reducing Greenhouse Gas Emissions*. Urban Land Institute. Washington, DC: 2009.
- <sup>10</sup> U.S. Department of Transportation. *Transportation's Role in Reducing U.S. Greenhouse Gas Emissions, Vol. 1: Synthesis, Report to Congress*. April 2010.
- <sup>11</sup> International Energy Agency. *Transport, Energy, and CO<sub>2</sub>: Moving Toward Sustainability*. Paris, 2012.
- <sup>12</sup> UN DESA. *World Urbanization Prospects*. New York, July 2014.
- <sup>13</sup> Institute for Transportation and Development Policy. *The 2014 BRT Standard*. New York, 2014.
- <sup>14</sup> Buehler, R., and J. Pucher. Walking and cycling in Western Europe and the United States: Trends, Policies, and Lessons. *TR News* 280, May–June 2012, pp. 34–42
- <sup>15</sup> Buehler, R., and J. Pucher. Op. cit.
- <sup>16</sup> MacMillan, Alexandra, Jennie Connor, Karen Witten, Robin Kearns, David Rees, & Alastair Woodward. "The Societal Costs and Benefits of Commuter Bicycling: Simulating the Effects of Specific Policies Using System Dynamics Modeling." *Environmental Health Perspectives*, Vol. 122, No. 4. April 2014.
- <sup>17</sup> Secretaria Distrital de Movilidad. Informe de Indicadores: Encuesta de Movilidad de Bogota. 2011. Link: [http://www.movilidadbogota.gov.co/hiwebx\\_archivos/audio\\_y\\_video/Encuesta%20de%20Movilidad.pdf](http://www.movilidadbogota.gov.co/hiwebx_archivos/audio_y_video/Encuesta%20de%20Movilidad.pdf). Accessed March 12, 2014.

- <sup>18</sup> The World Bank. A Gender Assessment of Mumbai's Public Transport. Mumbai, India. June 2011. Link: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/12347>. Accessed April 27, 2014.
- <sup>19</sup> Development Bank of Latin America. Observatorio de Movilidad Urbana (Urban Mobility Observatory), 2007. Link: [http://omu.caf.com/media/15966/omu\\_movilidad.xls](http://omu.caf.com/media/15966/omu_movilidad.xls). Accessed March 15, 2014.
- <sup>20</sup> The Comprehensive Urban Development Programme in Hanoi Capital City of the Socialist Republic of Vietnam. Hanoi, Vietnam, 2007. Link: <http://dc596.4shared.com/doc/Vwk5nDqL/preview.html>
- <sup>21</sup> World Bank Poverty and Inequality Database, 2014. Link: <http://databank.worldbank.org/data/views/variableselection/selectvariables.aspx?source=poverty-and-inequality-database#>
- <sup>22</sup> World Bank Poverty and Inequality Database, 2014. Link: <http://databank.worldbank.org/data/views/variableselection/selectvariables.aspx?source=poverty-and-inequality-database#>
- <sup>23</sup> Chambliss, S., Miller, J., Façanha, C., Minjares, R., & Blumberg, K. The Impact of Stringent Fuel and Vehicle Standards on Premature Mortality and Emissions. The International Council on Clean Transportation. 2013. Retrieved from <http://theicct.org/global-health-roadmap>
- <sup>24</sup> Façanha, C., Blumberg, K., & Miller, J. Global Transportation Energy and Climate Roadmap. International Council on Clean Transportation. November 2012. Retrieved from <http://www.theicct.org/global-transportation-energy-and-climate-roadmap>
- <sup>25</sup> International Council on Clean Transportation (ICCT) Global Transportation Roadmap Model. 2014. Available from <http://www.theicct.org/global-transportation-roadmap-model>
- <sup>26</sup> Bansal, G., and Bandivadekar, A. Overview of India's Vehicle Emissions Control Program. The International Council on Clean Transportation. 2013. Retrieved from <http://www.theicct.org/indias-vehicle-emissions-control-program>
- <sup>27</sup> Miller, J., Blumberg, K., & Sharpe, B. Cost-Benefit Analysis of Mexico's Heavy-duty Emission Standards (NOM 044). The International Council on Clean Transportation. 2014. Retrieved from <http://www.theicct.org/cost-benefit-analysis-mexicos-heavy-duty-emission-standards-nom-044>
- <sup>28</sup> Shao, Z., Wagner, D. V., & Yang, Z. Costs and benefits of China 5/V and 6/VI standards in Guangdong Province. The International Council on Clean Transportation. 2014. Retrieved from <http://www.theicct.org/costs-and-benefits-china-5v-and-6vi-standards-guangdong-province>



**ITDP**

Instituto de Políticas de Transporte  
& Desenvolvimento

**UCDAVIS**  
UNIVERSITY OF CALIFORNIA

