

CONSTRUÇÃO DA MATRIZ ORIGEM-DESTINO DE TRANSPORTE INTER-REGIONAL DE CARGAS E PASSAGEIROS PARA O PLANO NACIONAL DE LOGÍSTICA INTEGRADA

Relatório de Pesquisa

Estado da Arte de Métodos de Estimação de Matrizes Origem-Destino
para Passageiros a Longa Distância (Relatório 10)



CONSTRUÇÃO DA MATRIZ ORIGEM-DESTINO DE TRANSPORTE INTER-REGIONAL DE CARGAS E PASSAGEIROS PARA O PLANO NACIONAL DE LOGÍSTICA INTEGRADA

Relatório de Pesquisa

**Estado da Arte de Métodos de Estimação de Matrizes Origem-Destino
para Passageiros a Longa Distância (Relatório 10)**

ipea

Governo Federal

Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão

Ministro interino Dyogo Henrique de Oliveira

ipea

**Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada**

Fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiro – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente

Ernesto Lozardo

Diretor de Desenvolvimento Institucional, Substituto

Carlos Roberto Paiva da Silva

Diretor de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia

João Alberto De Negri

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas

José Ronaldo de Castro Souza Júnior

Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais

Alexandre Xavier Ywata de Carvalho

Diretora de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura

Fernanda De Negri

Diretora de Estudos e Políticas Sociais

Lenita Maria Turchi

Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais

Sérgio Augusto de Abreu e Lima Florêncio Sobrinho

Assessora-chefe de Imprensa e Comunicação

Regina Alvarez

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <http://www.ipea.gov.br>

CONSTRUÇÃO DA MATRIZ ORIGEM-DESTINO DE TRANSPORTE INTER-REGIONAL DE CARGAS E PASSAGEIROS PARA O PLANO NACIONAL DE LOGÍSTICA INTEGRADA

Relatório de Pesquisa

**Estado da Arte de Métodos de Estimação de Matrizes Origem-Destino
para Passageiros a Longa Distância (Relatório 10)**

ipea

Rio de Janeiro, 2017

EQUIPE TÉCNICA

Coordenação-geral

Fabiano Mezadre Pompermayer – Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea

Equipe de pesquisa

Fabiano Mezadre Pompermayer – Diset/Ipea

Erivelton Pires Guedes – Assessoria Técnica da Presidência (Astep) do Ipea

Akina Sakamori – pesquisadora do Programa de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional (PNPD) na Diset/Ipea

Alan Ricardo da Silva – pesquisador do PNPD na Diset/Ipea

Carolina Andrade Silva – pesquisadora do PNPD na Diset/Ipea

Daniel Alisson Feitosa Lopes – pesquisadora do PNPD na Diset/Ipea

Diego Rosa Mambrin – pesquisador do PNPD na Diset/Ipea

Gabriel Gouveia Rabello – pesquisador do PNPD na Diset/Ipea

João Gabriel de Moraes Souza – pesquisador do PNPD na Diset/Ipea

Maircon Batista Ribeiro – pesquisador do PNPD na Diset/Ipea

Paulo Henrique Dourado da Silva – pesquisador do PNPD na Diset/Ipea

Pedro Veiga de Camargo – pesquisador do PNPD na Diset/Ipea

Priscila Nascimento de Alcântara Garcia – pesquisadora do PNPD na Diset/Ipea

Rafaella Bandeira Cabral Cunha – pesquisadora do PNPD na Diset/Ipea

Ramon de Almeida Bispo – pesquisador do PNPD na Diset/Ipea

Raquel Araujo de Almeida – pesquisadora do PNPD na Diset/Ipea

Rennaly Patricio Sousa – pesquisador do PNPD na Diset/Ipea

Roberto Lazarte Kaqui – pesquisador do PNPD na Diset/Ipea

Thiago Guimarães Rodrigues – pesquisador do PNPD na Diset/Ipea

Elaboração do relatório

Thiago Guimarães Rodrigues – pesquisador do PNPD na Diset/Ipea

Fabiano Mezadre Pompermayer – Diset/Ipea

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	7
1 INTRODUÇÃO	9
2 MÉTODOS DE ESTIMAÇÃO DE MATRIZES OD	10
3 ESTIMAÇÃO BASEADA EM MODELOS ESTATÍSTICOS	14
4 ESTIMAÇÃO COM BASE NA CONTAGEM DE TRÁFEGO	16
5 APRENDENDO A PARTIR DE APLICAÇÕES EXISTENTES DE GRANDE ESCALA	17
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	24
REFERÊNCIAS	25

APRESENTAÇÃO

Este relatório faz parte de uma série de relatórios de pesquisa do Ipea, cujo objetivo é documentar o processo de construção das matrizes origem/destino (O/D) de transporte inter-regional de cargas e passageiros que subsidiaram a elaboração do Plano Nacional de Logística Integrada (PNLI), fruto da parceria entre a Empresa de Planejamento e Logística (EPL), empresa pública do governo federal, e o Ipea, formalizada pelo Termo de Cooperação para Descentralização de Crédito nº 2, de 29 de maio de 2013.

A EPL foi criada em 2012 para apoiar o planejamento da infraestrutura de transportes do país. Uma de suas tarefas é elaborar o Plano Nacional de Logística Integrada. Em certa medida, ela cumpre missão semelhante à do Grupo de Estudos para Integração da Política de Transportes (Geipot) nas décadas de 1970 e 1980. A empresa vem se capacitando para a modelagem da oferta de infraestrutura de transportes, mas para a modelagem da demanda por transportes, que envolve mais conhecimento sobre as atividades econômicas no país e sua distribuição regional do que sobre transportes, havia a necessidade de execução externa. Algumas consultorias foram abordadas, mas surgiu a possibilidade de o estudo ser realizado pelo Ipea, que prontamente atendeu.

Nesse processo, um dos passos iniciais é o levantamento do padrão de viagens inter-regionais de cargas e passageiros, identificando os potenciais de geração e atração de viagens de cada localidade, bem como a distribuição entre elas. Os modos de transporte usados também são levantados. Assim obtém-se a matriz OD das viagens de carga e passageiro para um ano-base, em cada modo. A partir daí, são projetados os crescimentos de demanda por transporte para os anos futuros, isto é, as matrizes OD futuras, que são confrontadas com a oferta de infraestrutura a fim de identificar seus gargalos e projetar a necessidade de melhorias, como construção ou ampliação de rodovias, ferrovias, hidrovias e portos. A construção da matriz OD é essencial para o planejamento da infraestrutura de transportes do país, uma vez que permite a construção de cenários e a otimização dos investimentos.

A elaboração de uma matriz OD envolve o levantamento e o cruzamento de uma série de dados socioeconômicos, que são ajustados e calibrados com pesquisas de campo, em que viajantes são entrevistados em locais predeterminados para identificar diversos atributos de sua viagem, como origem, destino, motivo, tipo e valor da carga, modo(s) de transporte utilizado(s) etc. Esse trabalho envolve conhecimento técnico específico em modelagem de transportes e também em economia e estatística.

Com uma matriz OD consolidada e abrangente, a EPL poderá realizar suas avaliações de necessidade de expansão da oferta de infraestrutura de transporte. O Ipea, além de apoiar a EPL nestas avaliações, se beneficia das informações da matriz OD ao cruzá-las com outras fontes de dados socioeconômicos, podendo realizar estudos diversos sobre desenvolvimento regional, matrizes insumo-produto e fomento produtivo, por exemplo. Adicionalmente, a disponibilização dessa base de dados à sociedade permite o desenvolvimento do próprio setor de transporte e logística.

Oito relatórios descrevem as metodologias usadas em todo o processo de construção da base de dados e suas projeções. O último desses relatórios reúne os procedimentos intermediários para a construção das matrizes e apresenta alguns dos resultados agregados. Há, ainda, três relatórios que avaliaram o estado da arte de modelos de construção da matriz OD, com proposições para as novas versões do PNLI. A seguir, a lista com os títulos de cada relatório.

- 1) *Desenho da Pesquisa Origem-Destino do Transporte Rodoviário no Brasil.*
- 2) *Construção da Matriz Origem-Destino Observada para Transporte de Cargas Inter-regional.*
- 3) *Modelos de Regressão para Geração e Atração de Viagens do Transporte de Cargas Inter-regional.*
- 4) *Modelos de Distribuição para Matriz Origem-Destino de Transporte de Cargas Inter-regional: desenvolvimento de um conjunto de ferramentas e calibração inicial.*
- 5) *Cenários de Projeção das Atividades Econômicas por Unidade da Federação para a Projeção da Matriz Origem-Destino de Transporte de Cargas Inter-regional.*
- 6) *Construção da Matriz Origem-Destino Observada de Transporte de Passageiros Inter-regional.*
- 7) *Modelos de Regressão para Geração e Atração de Viagens de Passageiros.*
- 8) *Projeções das Matrizes Origem-Destino de Carga e Passageiros: aplicando os modelos de geração e distribuição de viagens com as projeções socioeconômicas.*
- 9) *Estado da Arte em Métodos de Construção de Matrizes Origem-Destino para o Transporte de Cargas Inter-regional.*
- 10) *Estado da Arte de Métodos de Estimação de Matrizes Origem-Destino para Passageiros a Longa Distância.*
- 11) *Métodos de Estimação da Matriz Origem-Destino para o Transporte Aéreo de Passageiros.*

1 INTRODUÇÃO

Dentro do setor de transporte e logística, a temática que aborda viagens de longa distância vem recebendo cada vez mais atenção por parte de pesquisadores e profissionais. Em vários contextos, deslocamentos de longa distância representam uma pequena parcela das viagens, contudo, correspondem a uma grande parcela delas quando considerado o momento de transporte, expresso em passageiros-quilômetros percorridos. Para diminuir os custos de viagens de longas distâncias, a demanda por transporte aéreo deverá aumentar de forma mais acentuada em diversos países, inclusive no Brasil, sobretudo se comparado a outros modos de deslocamento. A capacidade de prever viagens de longa distância de forma adequada é um requisito importante para o desenvolvimento de políticas apropriada considerando-se a complexidade das questões ambientais, como mudanças climáticas. O objetivo é apoiar o planejamento em nível estratégico, nas áreas de logística e transporte.

As definições mais frequentes de viagens de longa distância levam em consideração a distância mínima percorrida (normalmente 50 Km a 100 Km), a duração mínima de viagem (medida em dias de ausência do domicílio) e a finalidade da viagem (a maioria das viagens relaciona-se com trabalho ou negócios). A avaliação de viagens de longa distância exige cuidados metodológicos específicos. Por exemplo, Axhausen (2003) salienta que a definição de viagem tem de ser estreitamente ligada à definição da atividade, especialmente para as de longa distância, uma vez que as categorias usuais empregadas para viagens de curta distância (trabalho, compras, escola) podem ser muito detalhadas. A coleta de informações (por exemplo, por meio de pesquisas) para fins de modelagem de viagens de longa distância também exige uma abordagem diferente e implica projetos específicos para combater problemas como a alta taxa de não respondentes em pesquisas.

É frequentemente utilizada a hipótese de que um maior número de viagens de longa distância é realizado por indivíduos que são homens, empregados, com educação de nível superior e renda alta, com carro próprio. Na Grã-Bretanha, um estudo fundamentado em dados da pesquisa nacional de transportes ressalta que apenas cerca de 3% de todas as viagens são acima de 50 milhas, entretanto elas respondem por um terço de toda a quilometragem percorrida. Nos anos 2000, cada cidadão britânico realizava em média vinte viagens de longa distância por ano (e cada uma tinha, em média, 100 milhas). Esperava-se um aumento de 34% no número de viagens de longa distância de 2005 até 2030 (ITC, 2010). Ao considerar uma distância aérea mínima de 100 Km entre áreas geográficas centrais da zona de origem até a de destino para a definição de viagens de longa distância, De Silva, Johnson e Wade (2011) concluem que 1,8% de um total de oito milhões de deslocamentos é considerado de longa distância na Austrália.

Modelos de transporte de longa distância (com cobertura nacional ou mesmo continental) apoiam a tomada de decisões (por exemplo, no que diz respeito à introdução de um serviço ferroviário de alta velocidade), uma vez que modelos confiáveis podem estimar corretamente a quantidade de tráfego desviado de modos de transporte já existentes para novos. Modelos de transporte de longa distância ou modelos intercity têm sido desenvolvidos desde os anos 1960 (Miller, 2004), mas o número de modelos multimodais para viagens de longa distância são reduzidos e muitas experiências não estão bem documentadas. Apesar de sua importância, deslocamentos de longa distância são negligenciadas na área política, mesmo em alguns países desenvolvidos (ITC, 2010).

Além disso, os modelos de longa distância têm de lidar com problemas metodológicos que devem ainda ser tratados. Há um amplo consenso sobre as dificuldades de representar

de forma sólida o comportamento de viagens e obter dados sobre o comportamento de viagens de longa distância por meio de enquetes tradicionais, uma vez que estas são desigualmente distribuídas na população. Em consequência da falta de experiência e investigação nesta área, modelos de grande escala são supostamente menos precisos que os modelos regionais ou urbanos para uma série de razões (maior heterogeneidade de viagens de longa distância, não linearidade na sensibilidade aos tempos de viagem, dificuldades relacionadas com coleta de dados etc.).

Este documento apresenta e discute os métodos de estimação para matrizes origem-destino (OD) – por vezes referido como matrizes de viagem – para modelos de viagens de passageiros de longa distância no âmbito de grande escala (por exemplo, nacional ou continental). As matrizes OD são matrizes bidimensionais em que os valores das células expressam o número de deslocamentos realizados entre um par OD específico. As matrizes OD são relevantes para a análise e o planeamento de transportes, pois elas contêm informações sobre os fluxos de pessoas ou as mercadorias entre as zonas (listadas nas linhas e nas colunas da matriz). No contexto de um modelo de demanda de transportes, matrizes OD são os principais resultados da distribuição de viagens e dos modelos de repartição modal. Enquanto os primeiros contêm informações sobre o montante global de viagens entre zonas de tráfego na área de análise, os últimos desagregam as informações por modos de transporte. Essas matrizes são então requeridas para a alocação de tráfego no sistema de rede. As matrizes OD podem ser produzidas em diferentes quadros de modelação. O estudo terá como foco questões metodológicas relacionadas à estimação da matriz OD de modelo de demanda de viagens desagregadas, como o modelo de quatro etapas baseado em viagens, que é o modelo mais comum usado na escala nacional (Zhang *et al.*, 2012).

Este capítulo está estruturado em cinco seções além desta. A seção 2 apresenta diferentes abordagens para estimar as matrizes OD. Na medida em que a seleção do método está diretamente ligada à informação utilizada para estimar as matrizes OD, diferentes fontes de dados e técnicas de avaliação também são consideradas. As seções seguintes estão preocupadas com os métodos de estimativa por modelos estatísticos, os quais visam replicar padrões atuais dados por uma OD existente ou uma matriz de impedância entre todos os pares de zonas (seção 3), e por contagens de tráfego, um método que ganhou maior atenção nos últimos anos (seção 4). A seção 5 apresenta e compara modelos em grande escala existentes. A partir desta revisão não exaustiva das aplicações e das discussões metodológicas, algumas recomendações e conclusões são traçadas na seção 6.

2 MÉTODOS DE ESTIMAÇÃO DE MATRIZES OD

Em um nível muito genérico, pode ser feita uma distinção entre duas grandes correntes metodológicas para a criação de modelos de transporte nacionais, como proposto por Williams (2002). Modelos construídos sobre uma abordagem empírica empregam dados de demanda modal de OD existentes. Estimação por amostragem direta e contagens de tráfego são métodos consistentes com essa abordagem. Alternativamente, a abordagem comportamental visa encontrar os determinantes da demanda de viagens e sua variação ao longo do tempo, espaço e grupos de pessoas. A utilização de modelos matemáticos é uma consequência dessa visão.

Como veremos na seção 5, a maioria das aplicações contemporâneas é baseada em uma abordagem comportamental, fazendo uso de contagens de tráfego ou outro tipo de dados empíricos para validação. No entanto, a escolha do método de estimativa da matriz

OD parece não ser uma questão de preferência do modelador. Ao passo que a abordagem empírica é reportada por seu bom funcionamento em análises de curto prazo e por causa de sua boa resolução espacial, tornando nítidos os efeitos localizados, a abordagem comportamental tende a produzir melhores previsões de longo prazo, mas com maiores agregações espaciais. Além disso, a decisão sobre a abordagem adequada a ser seguida é restringida por limitações impostas pelo orçamento financeiro e pela disponibilidade de dados (por exemplo, matrizes OD de viagens de passageiros em longa distância para um ano-base são raramente disponíveis).

Conforme Cascetta (2009), a estimação da matriz OD pode ser baseada em diferentes fontes de dados e procedimentos estatísticos. O autor agrupa os métodos disponíveis em três categorias: modelos matemáticos ou estatísticos, estimação por amostragem direta e contagem de tráfego. O primeiro método é baseado em suposições sobre o comportamento de viagens e está configurado para gerar matrizes que podem ser depois validadas com os dados fornecidos pelos outros dois métodos. Os outros dois procedimentos estão alinhados com uma abordagem *bottom-up*, pela qual a matriz completa é estimada a partir dos dados disponíveis. Por conseguinte, os mesmos dados (por exemplo, contagem de tráfego) podem ser usados tanto para uma estimativa direta quanto para fins de validação de um modelo estatístico com pressupostos comportamentais.

O método de estimação por amostragem direta consiste em entrevistar uma amostra de usuários do sistema sobre o seu comportamento (pesquisa de OD) para obter estimativas para a demanda atual a partir da teoria da amostra. Exemplos de pesquisas deste tipo incluem aquelas realizadas nas estradas, a bordo de veículos ou nos terminais (que recolhem informações relativamente simples) e pesquisas domiciliares, nas quais as pessoas incluídas na amostra são entrevistadas sobre todas as viagens em um período de referência. No entanto, o uso de tais técnicas de preferência revelada para descobrir padrões de viagem de longa distância pode ser uma tarefa enganosa. As estimativas podem ser enviesadas por causa de erros de não resposta e de medição sistemáticos (Cascetta, 1984). Miller (2004) também vê criticamente o emprego de pesquisas domiciliares para estimação da matriz OD: “talvez o principal problema seja que a amostragem domiciliar (a espinha dorsal de pesquisas de mobilidade urbana) não representa, geralmente, um meio eficiente/viável de capturar viagens intermunicipais relativamente pouco frequentes”. O autor recomenda, portanto, pesquisas em ligações rodoviárias ou em veículos, apesar das dificuldades operacionais.

Alternativamente, matrizes de viagem podem ser estimadas por meio de modelos matemáticos. Nesse caso, a estimação do modelo abrange especificação (definição da forma funcional e as variáveis que devem ser incluídas no modelo), calibração (execução do processo de estimação de coeficientes) e validação (prova da sua qualidade estatística e sua capacidade de reproduzir a realidade). Modelos estatísticos dependem de dados empíricos que podem ser mais fáceis e baratos de obter. Estes modelos podem ser alimentados com pesquisas de comportamento efetivo de viagem em um contexto real (preferência revelada pelo método de estimação por amostragem direta) ou pesquisas de comportamento de viagem hipotética em cenários fictícios (preferência declarada). Mais detalhes sobre estimação por modelos estatísticos são fornecidos na seção 3.

Uma terceira possibilidade é estimar a matriz OD utilizando-se informações agregadas relacionadas aos fluxos, como contagem de tráfego em alguns elos da rede de transportes. O processo de estimar a matriz OD a partir dos fluxos é por vezes referido como problema de alocação inversa. A estimação da matriz com base em contagens

de tráfego ganhou popularidade porque as tecnologias disponíveis para a contagem de tráfego são uma forma relativamente barata para obter informações. Além disso, essas tecnologias são consideradas não intrusivas (os usuários não precisam fazer qualquer esforço explícito para fornecer informações). Por sua vez, há muitos problemas matemáticos relacionados a essa abordagem, uma vez que vários caminhos conectam cada par OD e as informações das contagens devem ser combinadas com outras fontes para estimar os fluxos de demanda. Mais detalhes sobre a estimação *bottom-up* com contagens de tráfego são fornecidos na seção 4.

2.1 Fontes de dados

Em relação às fontes de dados utilizadas para métodos de estimação, os modelos dependem de três principais formas para obter informações sobre o comportamento individual; o primeiro baseado em preferências declaradas e os dois últimos em preferências reveladas, conforme a seguir.

- 1) Enquetes de preferência declarada: feitas a partir de técnicas de entrevista que colocam o entrevistado em uma situação hipotética. Tais técnicas são uma forma adequada para investigar as prováveis mudanças na demanda que poderiam ocorrer seguidas de desenvolvimentos que ainda não aconteceram (por exemplo, a análise de uma nova política considerando-se novos aspectos comportamentais). Métodos como escolha declarada, *rankings* de preferência e avaliações contingentes (muitas vezes descritos como preferência declarada) têm a vantagem de que as alternativas apresentadas aos respondentes podem ser concebidas para maximizar a informação obtida.
- 2) Dados de contagem de tráfego: “contagens de tráfego podem ser vistas como o resultado da combinação de uma matriz de viagem e um padrão de escolha de rota. Como tal, ela fornece informação direta sobre a soma de todos os pares OD que utilizem as ligações consideradas na pesquisa” (Ortúzar e Willumsen, 2011, p. 435). As principais vantagens da utilização de dados de contagem estão relacionadas aos seus custos relativamente baixos, uma vez que podem ser coletados automaticamente (por exemplo, por contadores de tráfego), e ao fato de não intervirem nos viajantes, isto é, de serem não intrusivos. Várias abordagens de estimação de matrizes OD baseadas em dados de contagem de tráfego foram desenvolvidas nas últimas décadas.
- 3) Enquetes a bordo ou nas vias: os dados coletados por meio de entrevistas com os viajantes são mais comumente usados na análise de corredores ou para ajustar matrizes levantadas a partir de outras fontes de dados. Construir todo um novo modelo com base nessa abordagem não é simples, dado a possibilidade de baixa representatividade em malhas com muitos caminhos alternativos (entre um par OD qualquer) e alto custo para garantir cobertura adequada.

Frequentemente é afirmado que modelos de estimação de longa distância devem ser apoiados por dados de preferência declarada e revelada. Nesse caso, devem ser utilizadas técnicas de estimação simultânea para ambos os dados (Ortúzar e Willumsen, 2011). O quadro 1 resume as possibilidades de obtenção de dados, a fim de estimar ou validar uma matriz OD, como apresentado nesta seção.

QUADRO 1

Abordagens metodológicas e alternativas de microdados para matrizes OD

Abordagem metodológica	Método de estimação da matriz OD	Tipo de microdados	Fonte principal de microdados (dados utilizados para a estimação).
Abordagem comportamental	Modelagem matemática ou estatística	Preferência revelada	Métodos de pesquisa ativa sobre o comportamento real de viagem – pesquisa domiciliar.
		Preferência declarada	Métodos de pesquisa ativa no comportamento hipotético de viagem.
Abordagem empírica	Estimação por amostragem direta	Preferência revelada	Métodos de pesquisa ativa sobre o comportamento real de viagem: • na estrada; • a bordo; e • pesquisa domiciliar
	Alocação inversa	Preferência revelada	Métodos de pesquisa passiva sobre o comportamento real de viagem: informações agregadas sobre fluxos (contagens de tráfego em vários segmentos da rede).

Elaboração dos autores.

2.2 Novas tecnologias para coleta de dados

Tecnologias utilizadas para coleta de dados sobre o comportamento de mobilidade é mais um componente importante que pode melhorar os métodos de pesquisa. Existem várias oportunidades para o uso de novas tecnologias para coletar uma grande quantidade de dados, por exemplo, por meio de: *smartcards*, sistemas de rastreamento de localização, *logs* de comunicação, acompanhamento de viagem com base em sistema de posicionamento global (global positioning system – GPS), reconhecimento automático de placas de veículos etc. Tecnologias de informação e comunicação (TICs) podem ser usadas para a coleta de dados, passiva ou ativamente. No último caso, fornecem-se informações mais detalhadas sobre a viagem realizada (começo, término e finalidade – aspectos que em alguns contextos não podem ser avaliados automaticamente por dispositivos eletrônicos). Pesquisas de viagem assistidas por tecnologias modernas não são padrão, mas parecem ter um papel aumentado no futuro porque podem contrabalançar as fraquezas das enquetes tradicionais de viagens. Por exemplo, o acompanhamento de viagens com dispositivos GPS tem demonstrado uma maior precisão sobre medidas quantitativas, estando menos sujeito à fadiga do entrevistado em reportar todas as viagens realizadas etc.

É reconhecido que os métodos de pesquisa tradicionais tendem a não relatar a quantidade de viagens produzidas, por superestimarem a duração da viagem e gerarem valores imprecisos sobre o comprimento da viagem quando comparados aos números exatos gerados pela tecnologia GPS, por exemplo. No entanto, os métodos tradicionais ainda são mais confiáveis para obtenção de informações sobre os modos de transporte e os objetivos de viagem, bem como para obtenção de informações sociodemográficas precisas sobre os respondentes. Na Suécia, por exemplo, Börjesson (2012) informa que as viagens de longa distância foram severamente subnotificadas (cerca de 30% para trem e 15% para o ar) por uma pesquisa tradicional de viagens de longa distância.

Os principais problemas técnicos relativos à utilização de métodos de avaliação de dados não convencionais relacionam-se às questões a seguir.

- 1) Proteção da privacidade: muitas vezes ela é necessária para obter consentimento explícito de coleta de dados de usuários.
- 2) Detecção e correção de erros: rastreamento por GPS pode fornecer uma grande quantidade de dados, mas a tradução dos movimentos físicos capturados pelo dispositivo em viagens é uma questão complexa (Kohla e Meschik, 2013).
- 3) Integração com outras fontes de dados, responsável por questões de viés de amostra.

Como consequência, Miller e Cottrill (2013) recomendam para os modelos de transporte regional a utilização de uma *enquete-base*, que deve ser um levantamento de transporte tradicional complementada por pesquisas satélites, abordando elementos específicos com tamanhos de amostras menores em que as novas tecnologias podem ser exploradas.

3 ESTIMAÇÃO BASEADA EM MODELOS ESTATÍSTICOS

Ortúzar e Willumsen (2011) fornecem um ponto de partida apropriado para discutir questões metodológicas associadas à estimativa da quantidade de fluxos interzonais por métodos estatísticos. No entanto, os principais métodos de estimação apresentados por eles não são essencialmente diferentes dos que têm sido usados nas últimas cinco décadas, expostos, por exemplo, por Stopher e Meyburg (1975).

A modelagem de distribuição de viagens é principalmente realizada com base em uma abordagem macroscópica, que permite calcular a média esperada das escolhas de origem e destino. No entanto, o problema também pode ser resolvido por meio de um método microscópico (desagregado), que consiste na obtenção de um padrão geral de viagem a partir de uma grande amostra de escolhas individuais por simulação estatística. Este relatório centra-se em abordagens macroscópicas, pois seu uso está muito mais difundido no âmbito profissional.

Matrizes OD podem ser definidas por modelos de fator de crescimento, em que as taxas de crescimento são multiplicadas pelos valores do padrão de viagens entre as zonas, ou por modelos sintéticos, que visam identificar padrões pela distribuição de viagens. É importante notar que a escolha da técnica é limitada pela disponibilidade de dados.

Os procedimentos de estimação estatística são usados para criar um modelo que possa replicar dados reais de viagem. A calibração garante a correspondência entre o deslocamento previsto e o observado na rede, condicionada à forma funcional escolhida e ao número de parâmetros. Na etapa de validação, saídas do modelo são comparadas aos dados observados, mas não são utilizados na estimação para verificar se o modelo pode reproduzir uma situação com precisão. Métodos estatísticos são, em geral, usados para correlacionar variáveis socioeconômicas das zonas com os totais de viagens geradas e atraídas por zona. Nesse caso, é necessária uma etapa posterior para definir a distribuição de viagens entre origens e destinos. Mas também é possível usar métodos estatísticos de estimação direta das viagens no nível do par OD, usando-se, além das variáveis socioeconômicas das zonas, dados sobre a impedância de transporte entre as zonas. Entretanto, são raros os casos em que modelos de estimação direta tenham apresentado bons resultados.

3.1 Modelos do fator de crescimento

O processo mais simples de estimação da matriz de viagens é alcançado por modelos de fator de crescimento. Para empregar esse método, requer-se a disponibilidade de uma matriz básica de viagens (por exemplo, estimada a partir de dados de pesquisa recente). Este método consiste na aplicação de uma taxa de crescimento para cada elemento da matriz, de modo a ajustar os resultados agregados por zona de acordo com as informações *a priori* disponíveis. Sua premissa básica é que os futuros deslocamentos entre cada par de zonas serão proporcionais ao número atual de viagens entre cada par.

Quando a informação sobre viagens originadas e destinadas em cada zona está disponível, então o modelo é dito duplamente restrito. Neste caso, os fatores de crescimento e a matriz OD devem ser encontrados de forma iterativa. Os métodos de Furness (ou Fratar) e Detroit podem ser utilizados para encontrar uma solução para o sistema de equações, reconhecendo-se as restrições dadas. Modelos de fator de crescimento exigem uma matriz viagem ano-base e são recomendados somente para previsões de curto prazo, uma vez que a rede de transportes e a distribuição espacial das atividades e comportamentos de mobilidade podem ser modificadas apenas marginalmente.

3.2 Modelos sintéticos

Procedimentos matemáticos alternativos são dados pelos modelos sintéticos, que estimam o número de viagens para cada célula na matriz sem diretamente usar o padrão observado de viagem. Esses modelos têm como objetivo investigar os fatores por trás dos padrões de viagem. Ao relacionar os fluxos de tráfego para outras variáveis, modelos sintéticos podem também ser entendidos como parte de uma abordagem comportamental. Estes modelos têm sido empregados há sessenta anos e são opções atraentes quando ocorrem importantes mudanças na rede de transportes, e a matriz-base de viagem é desconhecida. Além da aplicação mais comum, o chamado modelo gravitacional, os modelos de maximização de entropia e os modelos de oportunidades intervenientes são também técnicas disponíveis. Modelos de regressão múltipla são igualmente classificados como um tipo de modelo sintético pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT, 2006).

Em analogia com a lei da gravidade de Newton, modelos gravitacionais afirmam que o número de viagens para cada par OD é diretamente proporcional à atratividade de cada zona (por exemplo, expressa como o número de viagens realizadas ou atraídas por cada uma destas zonas) e é indiretamente proporcional à distância entre eles. A maneira em que a separação espacial dificulta o movimento através do espaço é expressa pela função de impedância, que pode considerar diferentes fatores de desutilidade de uma viagem entre um par OD (como tempo, custo etc.). As especificações funcionais mais comumente usadas são a função potência e a função exponencial, por reproduzirem relativamente bem o formato da matriz de tempo ou a distribuição das observações de distância (ou custo) da viagem. Esse método assume que o mesmo padrão de distribuição de viagens em relação à impedância será aplicado no futuro. Existem várias maneiras de encontrar os parâmetros do modelo gravitacional. Uma dificuldade principal associada a este método é estimar valores de parâmetros válidos da função de impedância para toda a área de análise. Como no modelo de fator de crescimento, a estimação dos parâmetros é uma tarefa iterativa se os vetores de atração e produção de viagens são conhecidos e precisam ser respeitados.

Diferentemente dos modelos gravitacionais, modelos de oportunidade intervenientes supõem que a viagem realizada está relacionada com a acessibilidade de oportunidades distribuídas no espaço e não explicitamente na distância. A hipótese desse método é que o número de viagens a partir de uma zona de origem para uma de destino é diretamente proporcional ao número de oportunidades na zona de destino e inversamente proporcional ao número de oportunidades em zonas mais proximamente localizadas.

3.3 Modelos de regressão múltipla

A motivação por trás do emprego de modelos de regressão múltipla é encontrar uma combinação adequada de fatores socioeconômicos para prever a distribuição de viagem.

Esse método é altamente flexível, porque o modelador pode incluir muitas variáveis explicativas e suas transformações. Uma classe desses modelos que têm sido desenvolvidos mais recentemente graças aos progressos computacionais é conhecida como modelos econométricos espaciais. Por exemplo, a modelagem de dados de fluxo OD pode ser estimada por modelagem de interação espacial. Esses modelos tentam determinar as frequências de interação entre zonas de um sistema espacial discreto baseado em fatores de produção específicas de origem, fatores de atratividade específica do destino e da impedância espacial entre origem e destino (Lesage e Fischer, 2009, p. 410). Em um contexto econométrico espacial, os parâmetros podem ser estimados pela abordagem de maximização de entropia e pela estimação por máxima verossimilhança.

Um problema frequentemente discutido acerca da estimação de matrizes OD é o chamado problema de fluxos zerados (*the zero flows problem*). Uma vez que algumas células na matriz OD têm maior probabilidade de conter fluxos que outras, um grande número de células com fluxo zero pode estar presente. Nesse caso, substituir os zeros por um número baixo pode ser uma maneira de tornar possível a estimativa, usando-se técnicas de regressão padrão e expansão da matriz para os próximos anos.

Baseado em DNIT (2006) e em Ortúzar e Willumsen (2011), o quadro 2 resume as vantagens e as desvantagens da utilização de cada um dos modelos apresentados nesta seção.

QUADRO 2

Comparação dos métodos sintéticos de estimação

Método de distribuição de viagens	Vantagens	Desvantagens e requisitos
Modelo de fator de crescimento	Simplicidade.	● não produz volumes de tráfego futuros para pares sem interação no presente; ● não leva em conta as mudanças de uso da terra; ● somente previsões de curto prazo confiáveis; e ● é necessária a existência da matriz ano-base.
Modelo gravitacional	● método mais comumente utilizado; ● usa os resultados do modelo de geração viagem como entrada (facilmente integrados no esquema de modelagem convencional em quatro etapas); ● alta flexibilidade por meio de ajustes dos fatores; ● sensibilidade para distância entre origem e destino; ● leva em conta as mudanças de uso da terra; e ● considera fatores socioeconômicos no nível zonal.	São necessários dados sobre a duração ou a distribuição de custos das viagens.
Modelos de oportunidades intervenientes	Requer poucos dados sobre a origem e o destino para sua calibração.	Fatores de probabilidade são definidos de forma arbitrária.
Modelo de regressão múltipla	Muitos fatores podem ser introduzidos, como variáveis explicativas (uma vez que estas não estão correlacionadas entre si).	Capacidade explicativa nem sempre é aceitável.

Elaboração dos autores.

4 ESTIMAÇÃO COM BASE NA CONTAGEM DE TRÁFEGO

Como apontado anteriormente, procedimentos de estimação de matriz usando-se dados de contagem é um assunto que tem merecido crescente atenção nas últimas décadas. Contagens de tráfego fornecem informações diretas sobre os pares OD que utilizam ligações presentes na pesquisa. Abrahamsson (1998) compara abordagens para a estimação da matriz OD usando contagens de tráfego em um subconjunto das ligações de uma rede. Conforme este autor, o problema de estimação é encontrar uma matriz OD razoável em que, considerando-se as ligações de transporte, reproduzem-se os valores observados de contagem de tráfego. Observa-se que uma reprodução exata para cada contagem de dados raramente é adequada, por causa dos diferentes tempos de coleta.

O estágio mais importante para estimação de contagem de trânsito do modelo de demanda por transporte é identificar os caminhos seguidos por cada viagem observando cada destino e origem desta viagem (Ortúzar e Willumsen, 2011). Existem severas críticas metodológicas quanto a este procedimento de estimação do modelo da matriz OD. A primeira delas fala sobre a dificuldade que é encontrar a matriz, por ela envolver diferentes problemas matemáticos na sua elaboração, os quais apresentam várias possíveis soluções, o que torna o número de locais de contagens de tráfego insuficiente para determinar os diversos fluxos. Todavia, diferentes algoritmos podem resolver este problema. A segunda crítica é sobre a forma como os efeitos de congestionamento são tratados na modelagem, de forma exógena ou endógena. Como os dados de contagem de tráfego podem ser coletados em momentos diferentes, os volumes medidos em ligações conectadas por um mesmo nó podem ser não contínuos. Em situações reais, este é um problema muito frequente que pode ser resolvido com algoritmos de maximização por entropia.

O grande risco de se usar esse método é expresso por Ortúzar and Willumsen (2011): “um aspecto particular que se deve ter em mente é o fato de que as técnicas de estimativa de matriz podem tentar forçar uma matriz de viagens ajustadas para reproduzir contagens de tráfego, mesmo se houver erros significativos na rede, no modelo de alocação ou nas próprias contagens”. A falta de conhecimento sobre os fundamentos teóricos e as dificuldades práticas relacionadas com essa modelagem podem explicar por que este método de estimação ainda não é frequentemente utilizado pelos praticantes.

5 APRENDENDO A PARTIR DE APLICAÇÕES EXISTENTES DE GRANDE ESCALA

Diversos países, especialmente na Europa, desenvolveram modelos nacionais de viagens nas últimas décadas. Esta seção fornece um breve resumo de alguns modelos desenvolvidos no Reino Unido, na Holanda, na Noruega, na Itália, na Suécia, nos Estados Unidos e na Europa. Não é a intenção desenvolver uma revisão extensa de modelos existentes de transporte de larga escala (nacional). Portanto, nesta análise, não é possível uma generalização representativa dos modelos. Contudo, os modelos mencionados são importantes referências, as quais já foram usadas para desenvolvimento de outros modelos. Infelizmente, não foi possível encontrar referências da existência de modelos aplicados a países de dimensões territoriais comparadas com o Brasil, excluindo-se os modelos norte-americanos. Referências importantes estão nos trabalhos de Daly e Sillaparcharn (2008) e Gunn (2002).

5.1 Reino Unido

O modelo de tráfego de rodovia regional (*Regional Highway Traffic Model* – RHTM), desenvolvido juntamente por três consultorias no Reino Unido em meados dos anos 1970, é considerado um dos primeiros modelos nacionais. Uma vez que deve apoiar o planejamento do tráfego rodoviário, o modelo ficou restrito ao fluxo de automóveis. A rede da estrada é composta por 13 mil *links* e cerca de 3,6 mil zonas de tráfego, e são 642 as zonas agregadas no modelo de demanda. A representação dos movimentos em diferentes níveis de detalhamento consistiu uma inovação deste modelo no campo de planejamento de transportes. Alguns distritos são subdivididos em um sistema mais detalhado de zoneamento a fim de representar as interações nas áreas vizinhas aos distritos (Gunn, Kirby e Murchland, 1982).

No entanto, as representações geradas pelo modelo RHTM eram bastante distantes da realidade. Apesar de o modelo trazer importante conhecimento sobre o comportamento dos proprietários de carros em suas decisões, não conseguiu atingir seus principais

objetivos, por razões relacionadas à estimação e à calibração das matrizes OD. Primeiro, ele não considerou apropriadamente o papel de inúmeras viagens intrazonais (esses erros poderiam ser minimizados considerando-se o tamanho das zonas ou aumentando-se o seu número). Segundo, entrevistas domiciliares e ao longo das rodovias geraram informações inconsistentes (Daly e Sillaparcharn, 2008).

Gunn, Kirby and Murchland (1982) avaliaram o desempenho do modelo RHTM, provando assim os seus problemas de fundamentação teórica, como a especificação (definição da matriz e funções de impedância), dados de *input* (incluindo-se testes estatísticos de comparação de dados de entrevistas domiciliares e ao longo das rodovias), calibração e acurácia. Esse documento evidência alguns dos problemas de distorção nas fontes de dados do modelo.

Os autores criticaram, ainda, a adoção de fatores de correção espacial de alta magnitude, considerando residências não envolvidas com viagens ou ausentes no período das entrevistas. Além disso, observaram que a modelagem baseada em viagens (fundamentada nos pressupostos de que todos os movimentos observáveis em certa direção são acompanhados por um movimento não observável em direção oposta) pode gerar problemas no modelo em algumas zonas, como a subestimação das frequências e do tamanho das viagens não mandatórias. Outro problema foi a discrepância entre os dados coletados nas entrevistas domiciliares e os das entrevistas ao longo das rodovias. “A diferença entre os estimadores foi muito grande para ser contabilizada aos pressupostos feitos nas distribuições das amostras”, o que causa estimadores inconsistentes para tal proposição. Gunn (2002) enfatizou o seguinte aspecto: “matrizes de origem e destino foram desenvolvidas por meio do método de ‘tentativa e teste’, mas comparações de fluxos de grandes áreas para grandes áreas com contagens em vias principais localizadas nas fronteiras das zonas revelaram grandes vieses que nunca foram completamente explicados, exceto como decorrência da inerente elevada simplificação do modelo”.

Gunn, Kirby and Murchland (1982) não encontraram evidências de vieses gerados pelas especificações de funções de custo, quando estas dependem do tipo de zona e da localização. Gunn (2002) colocou em questão a adequação do modelo monomodal em países que possuem variações regionais grandes de densidade populacional e uso do serviço público de transporte.

5.2 Holanda

Nos últimos trinta anos, o modelo nacional holandês, que vêm continuamente sendo desenvolvido, serviu como referência para demais modelos nacionais de transportes. Ele foi configurado para diferentes propósitos, em especial para apoiar programas de investimento nacional holandês em estradas e linhas de trens e em planejamento ambiental na área de transportes. O modelo nacional holandês demanda a utilização de técnicas de escolhas discretas desagregadas (no nível de indivíduos e famílias) e é baseado em viagens redondas (de ida e volta, em que as residências são pontos de partida e chegada para atividades). Os meios de transporte considerados são automóveis, transportes públicos, caminhadas e viagens de bicicletas. Uma característica importante do modelo é o uso da abordagem de pivotamento para estimação das matrizes OD, utilizando modelos sintéticos para predição de mudanças da matriz de fluxos de automóveis e trens a partir do ano-base (Gunn, 2002). As matrizes OD foram criadas, na medida do possível, observando-se os fluxos de tráfego e as entrevistas ao longo das rodovias, e atualizadas, levando-se em conta enquetes de viagens com representatividade nacional (Daly, 2002, p. 46). O modelo compreende 1.308 zonas e 27 mil ligações rodoviárias. Uma auditoria independente afirmou a confiabilidade geral do modelo, mas ressaltou que as precisões das matrizes bases devem ser melhoradas.

5.3 Noruega

Uma vez que a principal motivação para o desenvolvimento de um modelo de transporte na Noruega foi apoiar um estudo da poluição atmosférica global, o Sistema Modelo Nacional Norueguês (*Norwegian National Model System – NNMS*) seguiu a estrutura do modelo holandês, com um tratamento detalhado de viagens de longa distância e uma modelagem mais precisa de propriedade de carro e sua utilização. Ele se preocupa com as distinções básicas entre modelos de viagem de longa distância (mais de 100 km) e modelos de viagem de curta distância (menos de 100 km). Baseados nisso, diversos modelos foram construídos considerando-se o propósito das viagens e a repartição modal conforme o tamanho dos deslocamentos. Como não era necessária uma estimação detalhada dos volumes em cada *link* da rede para inferir as emissões de CO_2 e NO_x , a estimação da matriz OD foi grosseira. O pivotamento da matriz-base foi omitido e não houve preocupação com a validação da matriz OD. O modelo teve originalmente 454 zonas e, assim como o holandês, baseou-se na metodologia de escolha discreta.

5.4 Itália

Na Itália, o sistema de transportes fez parte de um modelo nacional mais amplo de sistema de planejamento que distinguiu as viagens por diversos modos (carro, ônibus, aéreo, trens inter-regionais, trens entre cidades e trens de longa distância). Este modelo foi desenhado para avaliar os serviços de transporte ferroviário de longa distância em um corredor de transporte. Sua arquitetura característica incluiu a diferenciação sazonal entre verão e inverno. O modelo de demanda foi projetado para simular os impactos de alterações nas variáveis de serviços operacionais (por exemplo, horários, tempos de viagem e preços) sobre as escolhas do usuário em relação ao tipo e à classe de serviço executado. A calibração foi baseada em dados de uma enquete a bordo dos trens. As fontes de dados para as matrizes OD incluíram também: 16 mil entrevistas domiciliares; 26,5 mil registros de cruzamento de fronteira em centros de transporte como portos, aeroportos e estações ferroviárias internacionais; e contagem de tráfego em 125 segmentos de rodovias principais.

5.5 Suécia

Com tradição no desenvolvimento de modelos de demanda de transporte desde a década de 1980, o modelo sueco Sampers foi desenvolvido para avaliar os efeitos de demanda de novas infraestruturas e novos serviços, bem como para ponderar os desdobramentos de uma série de políticas de transportes. O Sampers teve que cumprir uma série de requisitos, e uma importante extensão foi o desenvolvimento de modelos de viagens de longa distância, os quais incluíram horários de partida e escolha de tipos de serviços. O Sampers foi construído com base nos dados da enquete nacional de viagens da Suécia: diário de um dia de viagens e informações das viagens acima de 100 km em intervalos de trinta dias; bem como de viagens de 300 km em intervalos de sessenta dias.

Todas as viagens estimadas com origem ou destino na Suécia foram modeladas, sendo as locais e as regionais tratadas com uma resolução espacial mais elevada (8,5 mil zonas) que as de longa distância (670 zonas). Enquanto as viagens regionais foram modeladas com cinco motivos (trabalho, escola, compras, negócios e outros fins privados), as longas foram modeladas utilizando-se motivos privados ou de negócios. As últimas foram divididas ainda por sua duração (viagens que levaram um dia ou mais).

Deslocamentos de longa distância foram modelados considerando-se viagens acima de 100 km. Modos possíveis de transporte nesse tipo de viagens foram carros, ônibus,

trens regionais (entre cidades), trens de alta velocidade e transporte aéreo. Estes modelos de demanda foram definidos em duas fases; na primeira, utilizou-se um modelo *Logit* para determinar conjuntamente a frequência, o destino e o modo escolhido; e na segunda fase, escolhas adicionais (como o tempo de partida e o tipo de acesso ou saída) foram representadas.

Resultados preliminares do modelo de duas fases mostraram resultados heterogêneos, o que poderia ser mais bem analisado por meio da introdução de uma segmentação da duração da estada fora de casa – mais de cinco dias, até cinco dias, um dia (ver também subsecção 5.8). A validação do modelo preocupou-se em comparar os resultados com as informações da enquête de viagens e também com contagens de tráfego.

5.6 Estados Unidos

Muitos estudos nos Estados Unidos usam a pesquisa *American Travel Survey*, de 1995, como fonte primária de dados, uma vez que este foi o último estudo a pesquisar a quantidade de passageiros em viagens de longa distância. Nos Estados Unidos não existe um modelo nacional de transportes atualizado, porém diversos estados desenvolveram seus próprios modelos de viagens de longa distância em consonância com as políticas estaduais e as necessidades legislativas. O único modelo nacional mencionado na literatura é o de quatro etapas chamado Tsam, o qual produz estimação para viagens de carro e aéreas. Por sua vez, modelos multimodais e inter-regionais que estimam matrizes de fluxos de mercadorias obtiveram sucessos em 2010 (Zhang *et al.*, 2012).

Outros esforços de modelagem focaram alguns objetivos de viagens, como viagens a lazer. Van Nostrand, Sivaraman e Pinjari (2013) estimaram padrões deste tipo de viagem em todo o país. Dos domicílios pesquisados, 77,5% relataram pelo menos uma viagem de longa distância (de 100 milhas¹ ou mais) em mais de um ano nos Estados Unidos. Por causa das limitações referentes aos dados, os autores analisaram viagens de lazer de longas distâncias, realizadas por automóveis ou voos comerciais, em 48 estados contíguos – ou seja, conectados – divididos em 210 zonas. Dados adicionais para o modelo (adquiridos a partir de várias fontes) incluíram tempos de viagem e custos entre as zonas; preços de alojamento, refeições e entretenimento nos destinos; variáveis socioeconômicas (por exemplo, da população e do produto interno bruto – PIB) e dados climáticos para cada zona. A metodologia utilizada para estimação das viagens foi empregada com auxílio de um modelo discreto-continuo de valores extremos (*Model for Discrete-Continuum of Extreme Values* – MDCEV), designado para prever o destino e a duração das viagens de lazer em nível nacional.

Uma investigação em curso pela Federal Highway Administration – FHWA (Outwater *et al.*, 2015) visa criar um modelo de microsimulação para prever todas as viagens de 50 milhas ou mais nos Estados Unidos. Curiosamente, o modelo de rede não deve ser extremamente preciso: redes aéreas e ferroviárias são descritas no nível de nó a nó e, particularmente, a rede rodoviária, no nível de zona a zona (apesar da disponibilidade de dados a um nível mais desagregado). Esse modelo considera um total de 4,5 mil zonas. O modelo de escolha do modo e do destino prevê tanto o modo como o destino para viagens de longa distância, simultaneamente, com uma estrutura de modelo aninhado. Quatro modos de longa distância (carro, avião, trem e ônibus) e mais de 5 mil alternativas de destino relevantes são consideradas. Os modelos são definidos separadamente de acordo com as seguintes finalidades: férias/lazer, visitar amigos e familiares, atividade de negócios e pessoal.

1. 100 milhas equivalem a cerca de 160 km.

5.7 Europa

Rich e Mabit (2011) documentaram o desenvolvimento do modelo *Trans-Tools* para a Comissão Europeia por um consórcio de universidades e consultores privados especializados. Com origem europeia, ele serve de suporte para a análise de políticas multissetoriais com foco particular em investimentos em ligações de ferrovias de alta velocidade, além de introduzir regimes de tarifação rodoviária e de concepção de subsídios para projetos de infraestrutura. Levando-se em conta a convergência geográfica e o atual desenvolvimento, esse modelo é um dos mais interessantes para servir de exemplo para o desenvolvimento de modelo de transportes para o Brasil.

O modelo de transporte foi construído em cima da pesquisa do tipo diário (pesquisa de preferência revelada que consiste em microdados de histórico de viagens de um conjunto de indivíduos durante todo um dia). Algumas das suas principais características são listadas a seguir:

- multipaíses (o modelo representa 42 países, divididos em 1.441 zonas);
- baseado em viagens redondas (ida e volta), em que se contabiliza toda sequência de viagens;
- estratificação levando-se em conta a distância das viagens (viagens acima de 100 km, mas abaixo de 600 km, e viagens de longa distância acima de 600 km de distância euclidiana);
- segmentação de três tipos de viagens: privadas, a negócios e a lazer; e
- multimodal (cinco modos: motorista de carro, passageiro de carro, ônibus, ferroviário e aéreo).

A escolha do modo foi condicionada pela escolha de destino com um modelo *Logit*. A fim de diminuir o conjunto de escolhas, uma estratégia de amostragem baseada em faixas de distância para reduzir o tempo de computação foi empregada (Rich e Mabit, 2011).

Matrizes de passageiros do ano de referência foram calibradas com contagens de tráfego (dados disponíveis para cerca de 10 mil de um total de 36 mil ligações da rede rodoviária). O tráfego foi calculado a partir de uma alocação preliminar, sendo então comparado com os fatores de tráfego e de ajuste observados e calculados para reduzir os desvios (*Multi Path Matrix Estimation* – MPME). A matriz de transporte aéreo foi comparada com os dados de fluxo da ligação e também corrigida pela MPME, em que o transporte intercontinental de e o para aeroportos europeus foram tratados separadamente. Matrizes ferroviárias de passageiros foram estabelecidas pelo uso de um modelo gravitacional sintético com base em diferentes fontes de dados estatísticos – MPME não era viável por falta ou baixa confiabilidade de dados de contagem para o transporte ferroviário de passageiros (Petersen *et al.*, 2009).

Essas matrizes interzonais foram então complementadas por matrizes intrazonais, geradas sinteticamente utilizando-se o número de carros e o número médio de viagens por carros, com um modelo gravitacional sintético para o transporte ferroviário, o qual assume como zero o valor para viagens de passageiros de transportes aéreos. A matriz de viagens completa é então dividida para os seguintes propósitos: viagem a negócios, lazer e outros motivos. Essas matrizes foram consideradas simétricas (Petersen *et al.*, 2009).

O modelo *Trans-Tools* será atualizado pela segunda vez. Em resposta a críticos da Comissão Europeia, a segunda versão do modelo contempla viagens de curta distância (com menos de 100 km). O intuito é contabilizar o tráfego na rodovia e gerar maior precisão no tempo de congestionamento calculado no par OD. A terceira versão repartirá as viagens conforme suas durações e gerará um modelo separado para viagens corriqueiras diárias, usualmente intrazonais.

Um resumo dos modelos nacionais elencados neste trabalho é apresentado no quadro 3.

QUADRO 3
Comparação entre os principais aspectos da seleção de modelos de viagens de longa distância

Modelo	RHTM.	NIMS ¹ .	NNMS.	Sampers.	Trans-tools 2.
Convergência espacial (país/região)	Inglaterra.	Holanda.	Noruega.	Suécia.	Europa.
Objetivo principal	Embasar decisões para projetos de infraestrutura.	Embasar decisões para projetos de infraestrutura.	Predição de emissão de poluentes em escala nacional.	Avaliar projetos de infraestrutura e análises de políticas.	Embasar políticas multissetoriais em nível continental.
Principal banco de dados	Entrevistas domiciliares e ao longo das estradas.	Entrevistas domiciliares repetidas e analisadas em <i>cross-section</i> .	Pesquisa nacional de viagens (diário de um dia e de viagens de longa distância).	Pesquisa nacional de viagens (diário de um dia e de viagens de longa distância no mês anterior).	Pesquisa nacional de viagens (diário de um dia).
Zoneamento	462 zonas (3.600 zonas finas).	345 (1.100 subzonas).	Sete bandas de destino (grupos de municípios).	8.500 zonas locais e de viagens regionais e 670 zonas de longa distância.	1.441 zonas.
Representação de viagens	Viagens.	Viagens redondas (ida e volta).	Viagens redondas (ida e volta).	Viagens redondas (ida e volta) para viagens de longa distância.	Viagens redondas (ida e volta).
Período	Média de dias durante a semana de trabalho.	Média de dias durante a semana de trabalho.	Média de dias durante a semana de trabalho.	Não declarado.	Não declarado.
Tratamento detalhado em viagens de longa distância	Não.	Sim.	Sim: modelos de viagens de pequena distância (< que 100 km) e viagens em longa distância (> que 100 km).	Sim: modelos regionais, de longa distância (viagens de uma única direção maiores que 100 km) e internacionais.	Sim: modelos de viagens de pequena distância (< que 100 km) e viagens em longa distância (> de 100 km).
Modos de transportes	Carro.	Carro, trem (outros modos incluindo-se ônibus, automóveis elétricos, metrô, passageiros de carro, caminhada e ciclismo).	Não declarado.	Carro, ônibus, trens entre cidades, trens de alta velocidade e transporte aéreo.	Motorista de carro, passageiros de carro, ônibus, trens e transporte aéreo.
Objetivo das viagens	Nenhuma distinção.	Foco na atividade principal.	Não declarado.	Duas para viagens de longa distância: a negócios e por motivo privado.	Casa-negócios, casa-lazer e casa-trabalho (esta última não considerada no modelo de longa distância).
Distribuição de viagens e modelos de escolha modal	Modelo gravitacional.	Modelos de predição sintética alterados pelas matrizes do ano-base.	Não declarado.	Modelo de escolha conjunta e modelo de destinação.	Matrizes de passageiros em estradas, as quais são calibradas por contagens de tráfegos; e modelo gravitacional, utilizado para estimação em países com falta de dados.
Validação	Problemas de validação discutidos por Gunn, Kirby e Murchland (1982).	Significância estatística dos coeficientes dos modelos estimados e elasticidades (análises de sensibilidade).	Não declarado.	Validação avaliada pela capacidade de o modelo replicar as escolhas efetivamente feitas; modelos comparados às informações de base, a partir do levantamento de viagens; e previsões para o ano-base de comparação com outras fontes de dados (por exemplo, contagens de tráfego).	Valores observados e calculados de tráfego (a partir de uma alocação preliminar) comparados e corrigidos com os fatores de ajustes gerados pela MPMLE.

Elaboração dos autores.
Nota: ¹ *National Model System*.

Curiosamente, muitos dos modelos anteriormente explicitados (RHTM e NMS) não foram validados por sua capacidade de replicar padrões de viagem analisados com base nos dados disponíveis (por exemplo, matrizes de viagem). Em vez disso, as validações se preocuparam apenas com a avaliação estatística dos coeficientes dos modelos, levando em conta as razões econômicas que esses modelos tentavam explicar. Já o modelo sueco foi validado comparando-se seus resultados com os dados da pesquisa nacional de viagens.

5.8 Questões relacionadas à estrutura dos modelos

As estruturas dos modelos nacionais – especialmente as que se preocupam com a segmentação e os tipos de modelagem de viagens – são independentes de seus propósitos (por exemplo, avaliação dos diversos cenários de política, dos efeitos da regulação, das mudanças no mercado etc.). Em uma breve comparação histórica, pode-se observar que, com relação ao objetivo das viagens, há uma clara tendência à desagregação.

Muitos dos modelos contemporâneos consideram mais de um objetivo e mais de um modo viável de viagens de longa distância. Outra dimensão que afeta a frequência, a escolha modal e a escolha de destino parece ser a duração de permanência no destino. Reconhecendo essa influência, o modelo Sueco Sampers implementou diferentes sequências de escolhas para viagens com duração de um dia, cinco dias ou mais (Beser e Algers, 2008). O modelo de microsimulação desenvolvido nos Estados Unidos considerou apenas viagens acima de um dia (Outwater *et al.*, 2015). O modelo *Trans-Tools* dividiu a frota de veículos de acordo com o tipo de combustível, a fim de obter valores mais realistas da duração das viagens para cada país europeu (Petersen *et al.*, 2009).

Existem também diversos fatores sociodemográficos que afetam a frequência das viagens. Para o Reino Unido, Dargay e Clark (2012) afirmaram que as mulheres tendem a se envolver menos em viagens de longa distância que os homens. Pessoas acima de 60 anos viajam mais de ônibus e menos de carro que pessoas com menos idade. No total, empregados e estudantes viajam mais. A composição de agregados familiares também afeta a frequência de viagens de longa distância. E, claro, a renda é um fator importante para o tipo de viagem. Estas descobertas produzem evidências para a estruturação de modelos com grupos socioeconômicos homogêneos baseados em alguns desses fatores.

Outra tendência é a preocupação com a adoção dos modelos de viagens redondas (ida e volta, ou *tour-based*), em vez do tradicional modelo baseado em viagens unidirecionais. Nesta abordagem de modelagem da demanda, toda a cadeia de atividades (começando e terminando na residência) dos grupos homogêneos em um período de tempo (por exemplo, um dia médio) é considerada. A vantagem dos cálculos baseados em cadeias de viagem – e não em viagens simples – é que a atratividade ou até mesmo a disponibilidade de destino e meios de transporte para realizar ações são calculados condicionalmente para as decisões tomadas pela última atividade. Além disso, a distribuição (para os destinos de viagens) e as escolhas de diferentes modos são feitas de forma interdependente e não sucessivamente.

Muitos dos modelos operacionais nacionais trabalham não só com as viagens de longa distância, mas incluem também trajetos de curta distância, a fim de melhorar a informação sobre os volumes nos arcos da rede rodoviária. Outra questão é o grau de precisão com a qual a rede de transportes é representada. Considerar as ligações da rede como abstratas (corredores) provavelmente não expressa os custos dos transportes com acurácia.

Uma observação importante no que diz respeito ao desenvolvimento de modelos nacionais está relacionada à sua aplicabilidade para outros problemas diferentes daqueles para os quais estes foram desenvolvidos.

Vários modelos nacionais trabalham como matrizes de pivotamento, isto é, as previsões são feitas em relação a alterações sobre uma base conhecida, frequentemente expressa sob a forma de matrizes de origem-destino de viagens. Uma adaptação importante de um modelo nacional para longos horizontes de tempo é que as matrizes de base podem ser atualizadas (...). No entanto, os procedimentos para o cálculo ou atualização dessas matrizes são complicados e não envolvem inovações específicas de modelagem (Daly, 2002, p. 36).

5.9 Considerações sobre os modelos de escolha modal

A estimação das probabilidades do uso de diferentes modos de transportes de todos os estudos aqui analisados usa algum tipo de formulação baseada no modelo *Logit*. Tal como no caso de viagens urbanas, os modelos levam em conta os principais fatores de inutilidade relacionados ao uso de um único modo.

Alguns dos modelos (por exemplo, os desenvolvidos para a Itália) distinguem viagens feitas em diferentes classes (primeira ou segunda), e tipos dos serviços ferroviários (de alta velocidade, interurbanos, expressos ou regionais), incluindo variáveis *dummies* na especificação da utilidade. Uma prática comum no uso destes modelos é segmentar a estimativa para diferentes grupos de usuários (alta renda em viagens a negócio, baixa renda em viagens a negócios e viagens particulares) de modo a considerar os diferentes valores de tempo e elasticidade.

No lugar de uma lista de funções de utilidades específicas empregadas para cada modelo analisado, apresenta-se uma tabela que resume as principais variáveis consideradas na etapa de repartição modal, a fim de gerar matrizes OD específicas para cada modo. As variáveis listadas no quadro 4 são geralmente incluídas nos modelos com diferentes níveis de significância estatística, de acordo com a especificação e a segmentação adotada.

QUADRO 4

Componentes principais na escolha modal de viagens de longa distância

Variável	Carro	Ônibus	Ferroviário	Aéreo
Tempo de congestionamento	X			
Custos diretos (variáveis de custos monetários, por exemplo: com combustível e tarifas)	X	X	X	X
Tempo gasto para cruzar a balsa	X	X		
Tempo de acesso		X	X	X
Tempo de espera		X	X	X
Tempo gasto nos veículos	X	X	X	X
Número de transferências entre modos		X	X	X
Tempo gasto na transferência de modos		X	X	X
Tempo de saída		X	X	X
Frequência ou intervalo entre serviços (<i>headway</i>)		X	X	X

Elaboração dos autores.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Modelos de transporte nacionais ou de larga escala não são tão utilizados quanto os metropolitanos. Os casos apresentados neste relatório não têm por objetivo apresentar recomendações finais. Todavia, as evidências sugerem algumas tendências nas técnicas de modelagem importantes para entender os padrões de viagens de longa distância.

No que diz respeito à estrutura global dos modelos nacionais, o de quatro etapas baseado em viagens redondas (ida e volta) parece ser a opção de *design* mais comum para aplicações criadas para auxiliar a formulação de políticas estratégicas de transportes. Há tentativas marginais de construir modelos desagregados e mais realistas (baseados em atividades), mas existe uma predominância clara de abordagens comportamentais. Modelos sintéticos (gravitacionais) são muitas vezes utilizados para obter os fluxos globais entre pares OD.

Modelos desenvolvidos seguindo uma abordagem comportamental têm a vantagem de ser sensíveis a diferentes intervenções de políticas públicas e a alterações de perfil do usuário para análise de longo prazo. Eles exigem dados sobre o comportamento observado, os quais comumente são levantamentos em enquetes domiciliares sobre as viagens dos membros familiares. Há tendências a utilizarem cada vez mais as novas tecnologias para obtenção de dados de viajantes, apesar da validação interna e da integração com outras fontes de dados permanecerem ainda como questões abertas. Dados de contagens de tráfego são normalmente utilizados para validação em uma estimação “*bottom-up*” da matriz OD.

Os modelos existentes são multimodais (tendo-se em conta os meios de transporte mais importantes de viagens de longa distância, como aéreos, carro, ônibus e trem) e apresentam segmentação da demanda por diferentes objetivos de viagem (pelo menos viagens de negócios e privadas). Curiosamente, muitas aplicações combinam modelos para trajetos de curta distância com outros para deslocamentos de longa distância. Desta forma, estas viagens dentro das regiões metropolitanas levam em conta também viagens que ocorrem dentro de regiões metropolitanas – uma vez que eles podem produzir efeitos de congestionamento em redes interzonais, afetando às vezes a acessibilidade e os tempos de viagens em nível regional.

Modelos de escolhas modais são frequentemente calculados conjuntamente com base em métodos de escolha discreta. Variáveis de nível de serviço consideradas em modelos de escolhas modais de longa distância não são diferentes daquelas usadas em contextos metropolitanos ou urbanos.

Diferenças significativas entre os modelos existentes surgem como consequência da disponibilidade de dados e podem ser provocadas por uma considerável variabilidade das resoluções geográficas (número de zonas) e das diferentes fontes de dados utilizadas para as estimativas e as validações.

REFERÊNCIAS

- ABRAHAMSSON, T. Estimation of origin-destination matrices using traffic counts – a literature survey. **Iiasa Interim Report**, v. 27, p. 76, maio 1998.
- AXHAUSEN, K. W. Defining the scope of a long-distance travel survey. In: AXHAUSEN, K. W. *et al.* (Ed.). **Capturing long-distance travel**. Baldock: Studies Press; Philadelphia: Research Institute of Physics Pub., 2003. Disponível em: <<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=101790>>. Acesso em: 24 maio 2014.
- BESER, M.; ALGERS, S. Sampers: the new Swedish national travel demand forecasting tool. In: HENSHER, D. A.; BUTTON, K. J. (Ed.). **Handbook of transport modelling**. London: Elsevier, 2008. p. 489-502. Disponível em: <<http://app.knovel.com/web/toc.v/cid:kpHTME000B>>. Acesso em: abr. 2014.

BÖRJESSON, M. **Forecasting demand for high speed rail**. Estocolmo: CTS 2012 (working Paper). Disponível em: <<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:669361/FULLTEXT01.pdf>>.

CASCETTA, E. Estimation of trip matrices from traffic counts and survey data: a generalized least squares estimator. **Transportation Research Part B: Methodological**, v. 18, n. 4/5, p. 289-299, 1984.

_____. Estimation of travel demand flows. *In*: BEN-AKIVA, M.; TURNER, E. K. (Org.). **Transportation systems analysis: models and applications**. New York: Springer, 2009. p. 513-588. Disponível em: <<http://public.eblib.com/EBLPublic/PublicView.do?ptiID=603380>>. Acesso em: 12 ago. 2013.

DALY, A. Updating and extending national models. *In*: LUNDQVIST, L.; MATTSSON, L.-G. (Ed.). **National transport models: recent developments and prospects, advances in spatial science**. New York: Springer, 2002. p. 35-49.

DALY, A.; SILLAPARCHARN, P. National models. *In*: HENSHER, D. A.; BUTTON, K. J. (Ed.). **Handbook of transport modelling**. London: Elsevier, 2008. p. 489-502. Disponível em: <<http://app.knovel.com/web/toc.v/cid:kpHTME000B>>. Acesso em: 14 abr. 2014.

DARGAY, J. M.; CLARK, S. The determinants of long distance travel in Great Britain. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 46, n. 3, p. 576-587, 2012.

DE SILVA, H.; JOHNSON, L.; WADE, K. **Long distance commuters in Australia**. a socio-economic and demographic profile: *In*: THE AUSTRALASIAN TRANSPORT RESEARCH FORUM, 34. Adelaide: ATRF, 2011. p. 28-30. Disponível em: <http://www.atrf11.unisa.edu.au/Assets/Papers/ATRF11_0255_final.pdf>. Acesso em: 26 maio 2014.

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de estudos de tráfego**. Rio de Janeiro: DNIT, 2006. (IPR Publicação, n. 723).

GUNN, H. An overview of European national models. *In*: LUNDQVIST, L.; MATTSSON, L.-G. (Ed.). **National transport models: recent developments and prospects, advances in spatial science**. New York: Springer, 2002. p. 19-34.

GUNN, H. F.; KIRBY, H. R.; MURCHLAND, J. D. **The internal validation of a national model of long distance traffic**. Leeds: Institute of Transport Studies; University of Leeds, 1982. Disponível em: <<http://eprints.whiterose.ac.uk/2375/>>. Acesso em: 7 set. 2014.

ITC – INDEPENDENT TRANSPORT COMMISSION. **Long distance travel in Britain: prospects in a time of uncertainty**. London: ITC, 2010. Disponível em: <www.theitc.org.uk/docs/2.pdf> Acesso em: 29 Abr. 2014.

KOHLA, B.; MESCHIK, M. Comparing trip diaries with GPS tracking: results of a comprehensive Austrian study. *In*: ZMUD, J. (Ed.). **Transport survey methods: best practice for decision making**. Bingley: Emerald, 2013.

LESAGE, J. P.; FISCHER, M. M. Spatial econometric methods for modeling origin-destination flows. *In*: FISCHER, M. M.; GETIS, A. (Ed.). **Handbook of applied spatial analysis: software tools, methods and applications**. Nova York: Springer, 2009. Disponível em: <http://books.google.de/books?hl=en&lr=&id=c0EP_6eYsjAC&oi=fnd&pg=PR5&dq=+Handbook+of+Applied+Spatial+Analysis&ots=JAG8ug8E1_&sig=Ix3Y0Gx8YHHv-dpki1K5IQo3Gc8>. Acesso em: 8 fev. 2013.

MILLER, E. The trouble with intercity travel demand models. **Transportation Research Record**, v. 1895, n. 1, p. 94-101, 2004.

MILLER, E. J.; COTTRILL, C. Multi-method data collection to support integrated regional models. *In*: ZMUD, J. (Ed.). **Transport survey methods: best practice for decision making**. Bingley: Emerald, 2013. p. 195-204.

ORTÚZAR, J. D.; WILLUMSEN, L. G. **Modelling transport**. 4. ed. Nova York: John Wiley and Sons, 2011.

OUTWATER, M. L. *et al.* **A tour-based national model system to forecast long-distance passenger travel in the United States**. In: TRANSPORTATION RESEARCH BOARD ANNUAL MEETING, 94. Washington: TRB, 2015. Disponível em: <http://www.cae.utexas.edu/prof/Bhat/ABSTRACTS/FHWA_Long_Distance_Passenger_Model.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2014.

PETERSEN, M. *et al.* **Report on scenario, traffic forecast and analysis of traffic on the TEN-T, taking into consideration the external dimension of the Union** – final report. Copenhagen: DG TREN, 2009.

RICH, J.; MABIT, S. L. A long-distance travel demand model for Europe. **European Journal of Transport and Infrastructure Research**, v. 12, n. 1, p. 1-20, 2011. Disponível em: <<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=15677133&AN=71529866&h=Hv2RmBJPN3%2F%2Be6lW1efE2teIFFAJyuzP%2B%2BQCdhZNgGNP3F15J%2BB9jKvYf3VM7PoGk2KeYutv6UjUr2dMnTFXhA%3D%3D&crl=c>>. Acesso em: 12 maio 2014.

STOPHER, P. R.; MEYBURG, A. H. **Urban transportation modeling and planning**. Lexington: Lexington Books, 1975.

VAN NOSTRAND, C.; SIVARAMAN, V.; PINJARI, A. R. Analysis of long-distance vacation travel demand in the United States: a multiple discrete–continuous choice framework. **Transportation**, v. 40, n. 1, p. 151-171, 2013.

WILLIAMS, I. Designing the Streams model of Europe. In: LUNDQVIST, L.; MATTSSON, L.-G. (Ed.). **National transport models: recent developments and prospects, advances in spatial science**. New York: Springer, 2002. p. 19-34.

ZHANG, L. *et al.* Methodological options and data sources for the development of long-distance passenger travel demand models: a comprehensive review. **Transport Reviews**: v. 32, n. 4, p. 399-434, 2012.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

EDITORIAL

Coordenação

Cláudio Passos de Oliveira

Supervisão

Andrea Bossle de Abreu

Revisão

Carlos Eduardo Gonçalves de Melo

Elaine Oliveira Couto

Laura Vianna Vasconcellos

Luciana Nogueira Duarte

Mariana Silva de Lima

Vivian Barros Volotão Santos

Thais da Conceição Santos Alves (estagiária)

Editoração eletrônica

Aeromilson Mesquita

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Carlos Henrique Santos Vianna

Glaucia Soares Nascimento (estagiária)

Capa

Andrey Tomimatsu

*The manuscripts in languages other than
Portuguese published herein have not been proofread.*

Livraria Ipea

SBS – Quadra 1 – Bloco J – Ed. BNDES, Térreo

70076-900 – Brasília – DF

Tel.: (61) 2026 5336

Correio eletrônico: livraria@ipea.gov.br

Missão do Ipea

Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

MINISTÉRIO DO
**PLANEJAMENTO,
DESENVOLVIMENTO E GESTÃO**

