

# Economia e Planejamento dos Transportes



Luiz Afonso dos Santos Senna

# Economia e Planejamento dos Transportes

© 2014, Elsevier Editora Ltda.

Todos os direitos reservados e protegidos pela Lei nº 9.610, de 19/02/1998.

Nenhuma parte deste livro, sem autorização prévia por escrito da editora, poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios empregados: eletrônicos, mecânicos, fotográficos, gravação ou quaisquer outros.

*Copidesque:* Ivone Teixeira

*Revisão Gráfica:* Adriana Araújo Kramer

*Editoração Eletrônica:* Thomson Digital

Elsevier Editora Ltda.

Conhecimento sem Fronteiras

Rua Sete de Setembro, 111 – 16º andar

20050-006 – Centro – Rio de Janeiro – RJ – Brasil

Rua Quintana, 753 – 8º andar

04569-011 – Brooklin – São Paulo – SP – Brasil

Serviço de Atendimento ao Cliente

0800-0265340

atendimento1@elsevier.com

ISBN 978-85-352-7498-1

978-85-352-7499-8

**Nota:** Muito zelo e técnica foram empregados na edição desta obra. No entanto, podem ocorrer erros de digitação, impressão ou dúvida conceitual. Em qualquer das hipóteses, solicitamos a comunicação ao nosso Serviço de Atendimento ao Cliente, para que possamos esclarecer ou encaminhar a questão.

Nem a editora nem o autor assumem qualquer responsabilidade por eventuais danos ou perdas a pessoas ou bens, originados do uso desta publicação.

**CIP-BRASIL. CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO  
SINDICATO NACIONAL DOS EDITORES DE LIVROS, RJ**

S481e

Senna, Luiz Afonso dos Santos

Economia e planejamento dos transportes / Luiz Afonso dos Santos Senna. – 1.  
ed. – Rio de Janeiro : Elsevier, 2014.

28 cm.

ISBN 978-85-352-7736-4

1. Transportes – Brasil. 2. Economia. I. Título.

14-12113

CDD: 385.0981

CDU: 656.2(81)

## DEDICATÓRIA

*O verdadeiro significado da vida é plantar árvores sob cujas sombras você não espera sentar.*  
(Nelson Henderson)

*Se não houver frutos, valeu a beleza das flores; se não houver flores, valeu a sombra das folhas; se não  
houver folhas, valeu a intenção da semente.*  
(Henfil)

*Onde houver uma árvore para plantar, planta-a tu. Onde houver um erro para emendar, emenda-o tu.*  
*Onde houver um esforço de que todos fogem, fá-lo tu. Sê tu aquele que afasta as pedras do caminho.*  
(Gabriela Mistral)

*Os livros não mudam o mundo. Quem muda o mundo são as pessoas. Os livros só mudam as pessoas.*  
(Monteiro Lobato)



## AGRADECIMENTOS

Sinto-me em débito com amigos e colegas que direta ou indiretamente contribuíram para que este livro se materializasse.

Inicialmente, agradeço à minha esposa Eliana e às minhas filhas Lívia e Luise pela parceria constante e o carinho de todas as horas. À minha mãe Eunice, por sempre estimular a busca de novas fronteiras.

Ao longo dos anos tive também a colaboração de meus alunos de graduação, especialização, mestrado e doutorado da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, com quem tive a oportunidade de trocar ideias. Particularmente destaco alguns alunos e ex-alunos que contribuíram em algumas partes do desenvolvimento do livro, tanto em questões bem específicas, quanto em discussões mais conceituais, como Rafael Mozart, Fernanda David, Tiane Conti, Brenda Medeiros, Emanuele Schneider, Rodrigo Tapia, Raquel Holz, Letícia Dexheimer, Ricardo Correa, Priscila Coutinho, Maurício Romero, Fabrício Pietrobelli, Clóvis Magalhães e Guilherme Vieira. Também à Caroline Pereira Brum, Verônica de Oliveira, Maria Cláudia Senna, Ana Carolina Senna Nunes e Anna Cláudia Fernandes, que deram uma importante contribuição.

Agradeço ainda aos colegas do Laboratório de Sistemas de Transportes – LASTRAN, do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – PPGEPP e do Departamento de Engenharia de Produção e Transportes da Universidade federal do Rio Grande do Sul, que ao longo dos anos propiciaram bons e produtivos debates sobre os temas abordados no livro.

Finalmente, gostaria de agradecer aos amigos Marcelus dos Santos Costa, Jarbas Milititsky, Claudio de Oliveira Borsa, Jones Alei da Silva, Eurico Armando Moser Jr, Álvaro Laitano, Jorge Stimamilio, Sérgio Casagrande e Ricardo Portela Nunes. O motivo é simplesmente o privilégio de desfrutar de suas amizades.



A economia dos países depende de sua infraestrutura. Esta, por sua vez, requer investimentos intensivos e envolve comprometimentos e perspectivas de longo prazo, particularmente para os países ainda em vias de desenvolvimento.

A diferença entre a necessidade e a disponibilidade de orçamentos públicos requer dos governos competência na gestão dos recursos com vistas a obter mais eficiência nos investimentos. A insuficiência de recursos públicos deixa poucas alternativas senão o estabelecimento de parcerias com investimentos privados, alavancando, desta forma, os recursos necessários. A insuficiência de orçamentos públicos e as sucessivas crises financeiras, que apresentam evidências de serem endêmicas nos países em vias de desenvolvimento, levam a sucessivos cortes na demanda de curto prazo. Entretanto, é bastante razoável esperar que, no longo prazo, a demanda econômica por infraestrutura será substancialmente maior.

As redes de transportes necessitam ser adequadamente planejadas e desenvolvidas, com vistas a apresentarem economias de escala, de escopo e de integridade da rede. Entretanto, existe alguma contradição potencial entre o gerenciamento do sistema como um todo (a rede) e a necessidade da existência de competição para reduzir o poder de mercado. A gestão da aceitabilidade social de subsídios cruzados é também uma importante questão a ser considerada, como é o caso de algumas concessões de infraestrutura no Brasil.

Um processo de planejamento abrangente inclui uma avaliação completa, não apenas de questões técnicas, mas também das restrições políticas, econômicas e legais. Onde e quando os planos estratégicos de transporte e de redes de rodovias estão ativos, os governos são capazes de priorizar investimentos (tanto públicos quanto privados), e viabilizam um ambiente transparente para a provisão de infraestrutura, torna mais fácil a atração do setor privado e permitindo a oferta de serviços com qualidade.

A compreensão sobre como os mercados de transportes estão organizados é fundamental para a qualquer apresentação de propostas de projetos e intervenções. O desconhecimento da forma como funcionam os mercados e as particularidades de cada um podem levar a equívocos que podem ter forte repercussão tanto em termos de custos adicionais, quanto a problemas em relação à qualidade dos serviços prestados para a população e para as atividades econômicas como um todo.

Dadas as características de significativa parte da infraestrutura e dose serviços, a regulação é geralmente necessária no setor de transportes.

No passado, infraestrutura e operação de transportes foram muitas vezes ofertadas diretamente pelo governo, sendo que em muitos subsetores ainda o é. Entretanto, o novo e crescente papel do estado, agora como regulador, ao invés de ofertador, é ainda uma questão desafiadora, porém plenamente respaldada pela teoria econômica. Novas estruturas institucionais são requisitadas, com diferentes relações com o governo, novas legislações, e basicamente novas atitudes dos governos.

A incerteza e a alocação orçamentária insuficiente subestimam o planejamento ordenado e a execução da manutenção, resultando em deterioração da infraestrutura e perda de qualidade dos serviços, o que aumenta significativamente os custos de transportes e influencia decisivamente a competitividade do país.

Em países como o Brasil, o setor transportes tem sido por vezes considerado um mundo à parte, sendo muitas decisões tomadas sem a necessária base econômica para tal. A informação sobre as bases econômicas dos transportes muitas vezes não chega de forma adequada ao leigo, e mesmo a muitos segmentos técnico-profissionais que acabam participando em etapas do processo de tomada de decisão. Por exemplo, questões como subsídio, sejam eles diretos ou cruzados, para alguns segmentos de usuários, não são apropriadamente discutidas, levando por vezes a sérias distorções em termos de alocação de recursos e justiça social.

As reformas, observadas em todo o mundo, orientadas para o mercado das décadas de 80 e 90 representaram um grande salto nas políticas que estão no centro do processo político, envolvendo

o estado e sua burocracia, a elite política, a comunidade empresarial e outros grupos de interesse, a comunidade financeira internacional, e outras instituições políticas, econômicas e sociais.

Muitas vezes, os necessários e desejados investimentos em transportes constituem-se em *sunk costs*, altamente específicos, significando que os custos não são facilmente recuperados. Também as questões ambientais, tão importantes no mundo contemporâneo, precisam ser adequadamente consideradas, particularmente porque transportes é uma das áreas que mais produzem externalidades, ou seja, quando uma variável controlada por um agente econômico entra na função de utilidade de outro agente econômico.

O presente livro é uma busca de organizar tecnicamente os tópicos econômicos e de planejamento envolvidos em transportes. Trata-se do resultado de muitos anos de trabalho como engenheiro, professor, consultor e executivo, em que os economia e planejamento de transportes fizeram parte do dia a dia e de preocupações intelectuais. Constitui-se em uma síntese de discussões conduzidas ao longo dos anos com alunos que cursaram as disciplinas de graduação e de pós-graduação (especialização, mestrado e doutorado) ministradas no Laboratório de Sistemas de Transportes – LASTRAN, do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção e do Departamento de Engenharia de produção e Transportes da Escola de Engenharia da Universidade federal do Rio Grande do Sul.

O material apresentado tem por objetivo servir como texto referencial de estudo sobre economia dos transportes. O público-alvo inclui é o aluno dos vários cursos de graduação e pós-graduação em que as disciplinas de transporte são ministradas e em que são analisadas questões referentes á infraestrutura, em suas dimensões econômicas, de planejamento e operação de sistemas. Também os profissionais atuando na área pública e privada podem usufruir das discussões constantes no livro, como é o caso dos profissionais de engenharia em geral, engenharia civil, economia, administração, arquitetura e urbanismo, geografia e demais áreas sociais, entre outros.

Os onze capítulos em que o texto está estruturado o livro buscam analisar os diversos aspectos que compõem o ambiente econômico e de planejamento de transportes. O capítulo 2 discute o transporte e a economia; o capítulo 3 está focado na análise da demanda por transportes, o capítulo 4 apresenta a teoria da produção; o capítulo 5 apresenta a teoria de custos; o capítulo 6 apresenta as várias configurações dos mercados, com ênfase nos mercados típicos de transportes; o capítulo 7 discute as várias políticas de preços em transportes; o capítulo 8 faz uma análise das externalidades em transportes; o capítulo 9 apresenta as metodologias de avaliação de projetos em transportes; o capítulo 10 discute os vários formatos para prover investimentos em transportes; e o capítulo 11 discute as formas de regulação em transportes.

A expectativa é que o livro possa contribuir para a desmistificação de muitos tópicos da economia e do planejamento de transportes, normalmente considerados complexos, fazendo uma interpretação que combina teoria e prática, apresentando não apenas o significado de cada um dos tópicos, mas também buscando orientar em relação ao caminho a seguir seguido.

***Luiz Afonso dos Santos Senna***

# SUMÁRIO

|                                                                              |            |
|------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Agradecimentos</i>                                                        | <i>vii</i> |
| <i>Prefácio</i>                                                              | <i>ix</i>  |
| <b>1. Introdução</b>                                                         | <b>1</b>   |
| 1.1 O campo e a metodologia de economia                                      | 1          |
| 1.2 Modelos econômicos                                                       | 2          |
| 1.3 Classificação de mercados                                                | 3          |
| 1.4 Características econômicas e escopo do setor transportes                 | 8          |
| 1.5 Dimensões dos transportes                                                | 9          |
| 1.6 Infraestrutura de transportes                                            | 10         |
| 1.7 Operações de transportes                                                 | 10         |
| 1.8 O planejamento de transportes                                            | 11         |
| 1.9 Estrutura do livro                                                       | 11         |
| <b>2. Transporte e a economia</b>                                            | <b>13</b>  |
| 2.1 Considerações iniciais                                                   | 13         |
| 2.2 Sistemas de transportes e socioeconomia                                  | 18         |
| 2.3 Importância econômica dos transportes                                    | 19         |
| 2.4 Transporte e oportunidades econômicas                                    | 20         |
| 2.5 Tipos de impactos de transportes                                         | 22         |
| 2.6 Transporte como um fator de produtividade                                | 23         |
| 2.7 Impactos socioeconômicos                                                 | 24         |
| 2.8 Transporte e localização                                                 | 25         |
| 2.9 Interação entre transportes e uso do solo                                | 26         |
| <b>3. Teoria da demanda e comportamento do consumidor</b>                    | <b>31</b>  |
| 3.1 Características da demanda por transportes                               | 31         |
| 3.2 Teoria do comportamento do consumidor                                    | 31         |
| 3.3 A teoria das curvas de indiferença                                       | 34         |
| 3.4 Avaliação de políticas de governo utilizando curvas de indiferença       | 41         |
| 3.5 A demanda do mercado – estruturação do planejamento de transportes       | 43         |
| 3.6 Um exemplo de modelagem                                                  | 56         |
| 3.7 Modelos integrados                                                       | 57         |
| 3.8 Determinantes da demanda                                                 | 59         |
| 3.9 Elasticidades da demanda                                                 | 59         |
| <b>4. Oferta - Teoria da produção</b>                                        | <b>65</b>  |
| 4.1 A função de produção para um produto ou serviço                          | 65         |
| 4.2 Leis da produção                                                         | 72         |
| 4.3 A função de produção e o progresso técnico-tecnológico                   | 78         |
| 4.4 Equilíbrio da firma: escolha da combinação ótima dos fatores de produção | 79         |
| 4.5 Escolha do caminho ótimo de expansão                                     | 83         |
| <b>5. Teoria dos custos</b>                                                  | <b>85</b>  |
| 5.1 Considerações iniciais                                                   | 85         |
| 5.2 A tradicional teoria de custos                                           | 86         |
| 5.3 Custos de longo prazo na teoria tradicional de custos                    | 91         |
| 5.4 Teoria moderna de custos                                                 | 94         |

|                                                                               |            |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>6. Mercados em transportes</b>                                             | <b>101</b> |
| 6.1 Considerações iniciais                                                    | 101        |
| 6.2 Competição perfeita                                                       | 101        |
| 6.3 Monopólio                                                                 | 115        |
| 6.4 Oligopólio clássico                                                       | 122        |
| 6.5 A participação do Estado e a regulação de mercados                        | 138        |
| <b>7. Políticas de preços em transportes</b>                                  | <b>143</b> |
| 7.1 Considerações iniciais                                                    | 143        |
| 7.2 Os princípios da precificação                                             | 143        |
| 7.3 Principais estratégias de preços                                          | 144        |
| 7.4 Discriminação de preços ( <i>price discrimination</i> )                   | 145        |
| 7.5 Uma visão geral da precificação nos serviços de transporte aéreo          | 149        |
| 7.6 Precificação baseada no custo versus precificação baseada no valor        | 152        |
| 7.7 Precificação pelo custo marginal                                          | 153        |
| 7.8 Preços médios – o caso do transporte público urbano                       | 154        |
| <b>8. Os custos externos do transporte</b>                                    | <b>157</b> |
| 8.1 Conceito de externalidade                                                 | 157        |
| 8.2 Os princípios poluidor-pagador e utilizador-pagador                       | 157        |
| 8.3 Custos sociais, custos internos e externos                                | 158        |
| 8.4 O ciclo vicioso do transporte urbano e a oferta de projetos               | 160        |
| 8.5 Custos sociais, custos internos e custos externos                         | 162        |
| 8.6 A teoria dos custos de congestionamentos                                  | 163        |
| 8.7 Tipos de abordagens de regulação e controle                               | 164        |
| 8.8 Contendo os custos externos de transportes                                | 164        |
| <b>9. Avaliação econômica de projetos em transportes</b>                      | <b>173</b> |
| 9.1 Considerações iniciais                                                    | 173        |
| 9.2 O processo de tomada de decisão                                           | 174        |
| 9.3 Avaliação social de projetos                                              | 175        |
| 9.4 Custo de oportunidade                                                     | 176        |
| 9.5 Bases conceituais da avaliação social de projetos                         | 176        |
| 9.6 Análise custo benefício                                                   | 179        |
| 9.7 Descrição dos métodos quantitativos                                       | 181        |
| 9.8 Uma análise sobre os métodos quantitativos de avaliação econômica         | 184        |
| 9.9 Estimação dos valores de benefícios e custos para projetos de transportes | 185        |
| 9.10 Custos econômicos                                                        | 187        |
| 9.11 Benefícios econômicos                                                    | 189        |
| 9.12 Comparação de custos e benefícios                                        | 195        |
| 9.13 Análise de sensibilidade e de riscos                                     | 195        |
| 9.14 Análise financeira                                                       | 199        |
| <b>10. Planejamento e investimentos em infraestrutura de transportes</b>      | <b>201</b> |
| 10.1 O planejamento integrado de desenvolvimento                              | 201        |
| 10.2 Características do setor de transportes                                  | 202        |
| 10.3 Planejamento de transportes                                              | 203        |
| 10.4 Planos estratégicos de transportes                                       | 206        |
| 10.5 Investimentos públicos                                                   | 206        |
| 10.6 Investimento, crescimento e desenvolvimento                              | 206        |
| 10.7 Projetos, megaprojetos e participação privada na infraestrutura          | 211        |
| 10.8 Parcerias público-privadas e concessões                                  | 216        |
| 10.9 Condições básicas para as PPPs                                           | 218        |
| 10.10 Desempenho das PPPs                                                     | 218        |

|                                                                                        |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>11. Regulação em transportes</b>                                                    | <b>231</b> |
| 11.1 Considerações iniciais                                                            | 231        |
| 11.2 Casos para a regulação                                                            | 232        |
| 11.3 Regulação e monopólios naturais                                                   | 235        |
| 11.5 Teoria e prática na regulação econômica dos transportes                           | 241        |
| 11.6 Tipos de regulação                                                                | 244        |
| 11.7 Regulação de incentivos                                                           | 245        |
| 11.8 Estabilidade regulatória e gestão de riscos                                       | 248        |
| 11.9 Regulação da qualidade                                                            | 249        |
| 11.10 Regulação do transporte público                                                  | 251        |
| 11.11 A estabilidade regulatória como base para a disponibilidade de recursos privados | 253        |
| Referências bibliográficas                                                             | 255        |

