

ESTRUTURA, DESEMPENHO E PERSPECTIVAS DO TRANSPORTE FERROVIÁRIO DE CARGA*

Newton de Castro

Professor da Faculdade de Administração e Ciências Contábeis (FACC) da UFRJ e pesquisador associado ao Núcleo de Estudos e Modelos Espaciais Sistêmicos (Nemesis), www.nemesis.org.br

Tendo como principal motivação o marco de cinco anos do início do processo de reingresso da iniciativa privada nas operações ferroviárias do país, este artigo visa analisar a estrutura, o desempenho recente e as perspectivas do setor de transporte ferroviário de carga, abrangendo, inicialmente, uma caracterização do setor e um exame dos principais determinantes da sua estrutura de produção e custos privados. Em seguida, estimam-se funções de custo que buscam relacionar indicadores operacionais aos custos dos serviços, confrontando-os com os fretes praticados, de modo a realçar os limites de geração de caixa das empresas do setor. Os resultados obtidos remetem a uma reflexão sobre as perspectivas setoriais, notadamente em relação aos investimentos essenciais para garantir a integração do sistema e a necessária expansão dos serviços.

1 INTRODUÇÃO

A privatização de serviços de transporte no Brasil avançou com inegável êxito nos últimos anos. No caso do setor ferroviário, as realizações de destaque incluem o desmanche das onerosas organizações que operavam e administravam o sistema e os ganhos significativos de produtividade obtidos pelas concessionárias privadas, pelo menos no tocante ao fator mão-de-obra. A continuidade desse processo, no entanto, exige uma reflexão aprofundada sobre as reais possibilidades de a ferrovia vir a desempenhar um papel de destaque na matriz de transporte brasileira, papel esse que, em grande medida, motivou e norteou a privatização desse sistema. A importância da reflexão torna-se ainda maior pela aproximação do marco de cinco anos de celebração dos contratos de concessão de ferrovias, em que estão previstas revisões de aspectos fundamentais que regulam esses contratos.

A partir dessas motivações, este artigo analisa a estrutura, o desempenho recente e as perspectivas do setor de transporte ferroviário de carga (TFC), abrangendo, inicialmente, uma caracterização do setor e um exame dos principais determinantes da sua estrutura de produção e custos privados. Em seguida, estimam-se funções de custo que buscam relacionar indicadores operacionais aos custos dos serviços, confrontando-os com os fretes praticados, de modo a realçar os limites de geração de caixa do setor.

A seção a seguir destaca o tamanho do setor de transportes no Brasil e a participação do TFC no quadro global de produção desses serviços, ressaltando

* O autor agradece a Fernando Limeira, J. R. Espósito, Jorge Silveira e também a dois pareceristas anônimos os valiosos comentários a uma primeira versão deste artigo.

seus aspectos institucionais e econômicos e identificando as principais características operacionais de suas empresas. Na seqüência, são discutidos os principais aspectos que influem na estrutura de custos do setor e apresentadas as especificações e estimativas das funções de custo de produção. Os resultados dessas estimações são aplicados para empresas representativas do setor e servem de ponto de partida para uma discussão das perspectivas de crescimento setorial.

2 CARACTERIZAÇÃO E RELEVÂNCIA ECONÔMICA DO TFC

2.1 O contexto institucional

O setor ferroviário encontra-se, de certa maneira, em um terceiro ciclo de evolução institucional. O primeiro teria sido o das origens do setor no Brasil, no qual as primeiras estradas de ferro foram financiadas, entre outros, por capital privado inglês, entre 1852 e 1900, através de concessões do governo e garantias de taxas atraentes de retorno sobre o capital. No Estado de São Paulo, os cafeicultores financiaram suas próprias estradas de ferro, com exceção da Estrada de Ferro Santos—Jundiaí ou São Paulo Railways, a “Inglesa”, que ficou com o monopólio do transporte para a descida da Serra do Mar.¹

O segundo ciclo percorreu um processo de nacionalização das ferrovias. As novas implantações passaram a ser financiadas por empréstimos estrangeiros garantidos pelo Tesouro. Em 1929, o Estado já era dono de 67% das companhias ferroviárias brasileiras e responsável pela administração de 41% da rede (de cerca de 10 mil quilômetros).

A criação da Rede Ferroviária Federal S.A. (RFFSA), através da Lei 3.115, de 1957, delimitaria o início da fase de plenitude e estabilidade desse segundo ciclo. Nessa ocasião, é estabelecido nessa empresa, com delegação da União, o mandato para sanear as perdas financeiras, responsáveis por aproximadamente 90% do déficit público brasileiro, acumuladas pelas ferrovias sob administração pública. A criação da Ferrovia Paulista S.A. (Fepasa) através da Lei 10.410 (lei estadual), de 1971, normaliza a contribuição do Estado de São Paulo em relação à manutenção de serviços antieconômicos e absorve encargos previdenciários de empregados estatutários, encerrando praticamente a atuação privada na prestação desse serviço público.

A crise da década de 1980 gera o início do terceiro ciclo de desestatização do setor ferroviário. Os passos iniciais são dados pelo Decreto-Lei 2.178, de 1984, que transfere para o Tesouro as dívidas da RFFSA e lança as bases para a criação da Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU), que absorve as divisões de

1. Sobre essa evolução, ver Castro (1999).

transporte de passageiros de subúrbio da RFFSA. A separação dos serviços de carga e passageiros, a imputação do ônus de serviços antieconômicos à União e a almejada liberdade tarifária são o prenúncio dessa nova fase, que tem importante marco no Decreto 473, de 1992, que inclui a RFFSA no Programa Nacional de Desestatização (PND).

No caso do setor ferroviário, a principal motivação para a desestatização do setor foi o entendimento de que havia um espaço significativo para a expansão desse modal na matriz de transporte brasileira, além das costumeiras motivações fiscais de curto prazo. Ademais, a inclusão da RFFSA no PND abriu a oportunidade de rever o funcionamento do sistema ferroviário brasileiro, em particular sua regulamentação.

Reestruturação e privatização do sistema ferroviário federal, no transporte de carga, se caracterizaram pelas seguintes definições:

- reestruturação da RFFSA segundo o modelo de organização por linha de negócio de transporte de cargas monolítico, englobando todas as funções;
- subdivisão da RFFSA em seis malhas regionais, definidas sob os critérios de unicidade de funções em cada malha;
- transferência pela RFFSA da posse dos bens das malhas regionais, necessários à operação e ao seu apoio, que serão integrados ao conjunto a ser privatizado: arrendamento dos bens imóveis operacionais e de apoio; e venda dos bens operacionais de pequeno valor unitário; e
- licitação da concessão, sob a modalidade leilão, com pré-identificação dos interessados, abrindo-se o valor mínimo da concessão cumulada com o arrendamento dos bens operacionais e a venda dos bens de pequeno valor vinculados a cada uma das malhas.

O novo marco regulamentar nacional do transporte ferroviário foi estabelecido pelo Regulamento dos Transportes Ferroviários (RTF), aprovado pelo Decreto 1.832, de março de 1996, e pela criação da Comissão Federal de Transportes Ferroviários (Cofer), mediante o Decreto 1.945, de junho de 1996.

O novo RTF foi publicado às vésperas do primeiro leilão de privatização das malhas da RFFSA. Embora esse decreto tenha o mérito de retirar os vários aspectos irrelevantes dos marcos anteriores, pouco avança no sentido de detalhar os critérios de regulamentação dos pontos críticos do setor: tarifas, desativação de ramais antieconômicos, interpenetração e tráfego mútuo, e requisitos para habilitação de operador ferroviário.

Com efeito, a regulamentação ferroviária anterior, aprovada pelo Decreto 51.813, de 1963, foi concebida para um serviço público com características

monopolísticas. Dezenas de artigos dizem respeito basicamente a aspectos das obrigações das estradas de ferro, tipologias, procedimentos próprios e nomenclaturas. Muito pouco é dito a respeito de política comercial, concorrência de mercado e obrigação de acordos de tráfego mútuo e/ou de acesso de outros operadores. O antigo regulamento foi, de fato, uma peça de legislação inspirada nos caminhos de ferro, que carregavam cargas avulsas de vários transportadores e também passageiros, cobravam tarifas publicadas e os seus trens tinham horários predeterminados, parando em cada estação e, principalmente, não competiam com nem complementavam outros modais, em particular o rodoviário. O regulamento das ferrovias foi ainda alterado pelo Decreto 90.959, de 14 de fevereiro de 1985, que pouco alterou a substância do decreto anterior.

2.2 Relevância econômica do TFC

Tomando como ponto de partida os números das Contas Nacionais, calculadas pelo IBGE, o valor adicionado pelo setor de transportes, também calculado pelo IBGE, vem apresentando uma participação monotonicamente crescente no PIB brasileiro, tornando-se superior a 4% a partir de 1990 (Tabela 1). O subsetor rodoviário responde por aproximadamente 80% dessa contribuição, apesar da ausência de estatísticas primárias sobre a produção de serviços de carga própria e por transportadores autônomos. O transporte individual de passageiros não é considerado nesses cálculos. Já a participação do TFC na geração de renda dos transportes situa-se no entorno de 10% a 12%, ou seja, 0,4% a 0,5% do PIB nacional.

O crescimento da indústria de serviços de transportes também suplantou sistematicamente o de outras indústrias tradicionais, à exceção do setor de comunicações. Evidências desse desempenho podem ser obtidas diretamente das Contas Nacionais ou de indicadores indiretos, destacando-se, no caso brasileiro, o consumo de óleo diesel, que predomina no transporte rodoviário.²

TABELA 1
PIB BRASIL
 [em US\$ 10E6]

Ano	Total	Transporte	%
1985	404.952	15.040	3,7
1990	444.539	18.379	4,1
1995	517.519	21.781	4,2
1999	557.452	24.251	4,4

Fonte: MME — Balanço Energético Nacional 2000.

Nota: PIB em US\$ constantes de 1999.

2. Ver Balanço Energético Nacional 2000 — Ministério das Minas e Energia (MME), Brasília.

De 1970 a 2000, o crescimento anual do valor adicionado pelo setor de transportes excedeu o crescimento do setor agropecuário em mais de dois pontos percentuais; e o crescimento industrial em um ponto percentual. No mesmo período, o produto do subsetor de transporte de carga, medido em toneladas-quilômetro ou através do consumo de diesel, cresceu a uma taxa anual de quase 6%.³

Quanto à participação ferroviária na matriz de transportes brasileira, há que se considerar, inicialmente, que os volumes significativos de cargas, os valores unitários baixos de muitas mercadorias e as grandes distâncias de transporte ao longo da costa Atlântica favoreciam, em uma primeira instância, arranjos logísticos envolvendo os modos de transporte que cobram fretes mais reduzidos, tais como a cabotagem e a ferrovia, em detrimento da rodovia. As estimativas de participação dos modais na matriz de transporte de carga, no entanto, indicam uma forte dominância do modo rodoviário sobre os demais.

De maneira a compreender os números apresentados na Tabela 2, ressaltamos que os volumes produzidos para os modos aéreo, cabotagem, dutos e ferrovias foram extraídos do *Anuário Estatístico dos Transportes* (AET), publicado pelo Geipot. O número correspondente ao transporte rodoviário dessa fonte, porém, foi reestimado pelo autor. A razão para esse procedimento é que os quantitativos de consumo de óleo diesel, conhecidos com razoável precisão no Brasil, indicam níveis de produção desse modal aparentemente superiores aos estimados pelo Geipot. Com efeito, os dados de consumo de diesel, em 1999, apontam para um

TABELA 2
PARTICIPAÇÕES MODAIS NA PRODUÇÃO E NO DISPÊNDIO COM O TRANSPORTE DE CARGA
— 1999

	Produção (10E6 tku)	%	Dispêndio (US\$10E6)	%	Tarifa (US\$ /1.000tku)
Aéreo	2.252	0,1	292	0,8	130
Cabotagem	100.057	6,5	753	2,2	8
Dutos	33.131	2,1	102	0,3	3
Ferrovia	140.817	9,1	1.111	3,2	8
Rodovia	1.271.182	82,1	32.766	93,6	26
Total	1.547.439	100,0	35.025	100,0	19
Subtotal (% do PIB)			6,27		
Hidroviário longo curso (US\$10E6)			6.830		
Total (US\$ 10E6)			41.855		
Total (% do PIB)			7,50		

Fonte: Elaboração do autor a partir de dados do Geipot, IBGE e da ANP.

3. O consumo de óleo diesel é o principal indicador utilizado na obtenção de estimativas da evolução da produção de toneladas-quilômetro, pelo Geipot, ou do valor adicionado do setor de transportes, pelo IBGE.

volume global de 34,6 milhões de metros cúbicos. A participação rodoviária corresponde a 87% desse total (carga e passageiros), após deduzirmos os consumos agrícola, ferroviário, hidroviário, e na geração elétrica. A participação da ferrovia na matriz de transportes é de no máximo 20%, de acordo com estimativas do Geipot, e de cerca de 10%, segundo essas estimativas.

Cabe ressaltar que a participação ferroviária no montante total despendido no transporte de carga é de apenas 3%, o que explica a expectativa de sua expansão na matriz de transporte, assinalada como a principal motivação para a concessão do sistema à iniciativa privada. No mesmo sentido, o frete unitário médio da ferrovia é de aproximadamente 1/3 do rodoviário, muito embora esses valores médios mascarem uma grande dispersão de valores observados em ambos os modais. No caso da ferrovia, esses valores médios estão mais próximos do limite inferior das tarifas em função da predominância do minério de ferro no transporte, que apresenta os menores valores de frete unitário da escala. De fato, nas concessões em que há predominância do transporte desse produto, as tarifas médias foram de US\$ 6,6/1.000 tku, contra US\$ 14/1.000 tku em algumas das demais concessões relevantes. No caso da cabotagem, os valores incluem os custos de movimentação portuária na origem e no destino.

No caso do transporte rodoviário, as tarifas médias de longo percurso são estimadas no intervalo de US\$ 22 a US\$ 27/1.000 tku. Essa cifra ainda daria à ferrovia uma considerável margem de vantagem sobre o caminhão, pelo menos em termos do custo direto do frete para o embarcador. A pergunta então permanece: por que tamanha dominância desse último, principalmente nos fluxos de carga de longa distância?

A atuação do setor privado à frente das concessões ferroviárias, até o presente, propiciou o impulso esperado na produção somente a partir do ano de 2000. De fato, de 1995 — último ano de operação totalmente pública — a 1999, a produção do sistema, excluídas as malhas da Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), cresceu somente 3% a. a., enquanto indicadores da evolução do mercado de transporte (consumo de diesel) apontavam para um crescimento anual da ordem de 5% (Tabela 3). Considerando o ano de 2000, essas taxas de crescimento passam, respectivamente, para 4,99% e 4,23% — produção em tonelada-quilômetro útil (tku).

Esse desempenho fica ainda mais contido se comparado ao padrão de crescimento da produção ferroviária no período posterior à criação da RFFSA (1957) e à sua estruturação inicial. De fato, no período 1963-1980, a produção dessa empresa cresceu a uma vigorosa taxa de 9% a. a., enquanto o subsetor como um todo evoluía a quase 11%, superando os indicadores de PIB e de crescimento do setor transportes como um todo (Tabela 4).

TABELA 3
EVOLUÇÃO RECENTE DA PRODUÇÃO FERROVIÁRIA — 1995-2000

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Crescimento (%)
Ferrovias da CVRD (1.000 tu)	149.257	144.537	156.117	154.742	147.113	162.415	1,70
Outras concessões (1.000 tu)	99.239	90.887	99.761	105.013	112.521	128.588	5,32
Ferrovias da CVRD (10E6 tku)	93.470	89.588	98.376	97.565	92.692	100.766	1,51
Outras concessões (10E6 tku)	42.464	38.821	39.833	44.487	47.675	54.178	4,99
Consumo de diesel (índice)	437	463	490	519	531	537	4,23

Fontes: AET/Geipot de 1998 e 2000 e DTF/Siade (dados primários).

TABELA 4
EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO FERROVIÁRIA
[em 10E6 tku]

Ano	RFFSA	Fepasa	EFVM	EFC	Total
1957	7,2	3,2	1,9		12,3
1963	7,7	3,1	4,2		15,0
1968	10,2	3,3	7,8		21,3
1976	23,3	4,3	35,2		62,8
1980	33,2	7,4	45,3		85,9
1985	38,8	7,2	54,3	11,9	112,2
1990	34,6	6,5	49,1	29,8	120,0
1993	39,5	6,5	50,1	37,5	133,6
1995	36,4	6,1	52,1	41,4	136,0
Taxa de crescimento (%)					
1963-1980	9,0	5,3	15,0	-	10,8
1980-1985	3,2	-0,5	3,7	-	5,5
1985-1995	-0,6	-1,6	-0,4	13,3	1,9

Fonte: AET/Geipot, diversos volumes.

Observe-se que a participação da ferrovia nos fluxos de carga do comércio interestadual (excluído o minério de ferro) é inferior a 3%, de acordo com as estimativas existentes [Castro (1993)]. A cabotagem apresenta uma participação maior (27%), mas limitada aos fluxos de petróleo e derivados (82,5%) e minérios e sal (16,5%); a carga geral e os contêineres ficam com o 1% restante.

Os fluxos ferroviários, por outro lado, são ainda fortemente limitados pelas fronteiras geográficas das concessões. A Tabela 5 mostra que a distância média de transporte, pós-desestatização, permaneceu praticamente inalterada.

Deve-se notar que os fluxos entre concessões (através de arranjos de tráfego mútuo ou de direito de passagem) continuam muito restritos; e mesmo esses

TABELA 5
DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE DOS FLUXOS FERROVIÁRIOS POR CONCESSÃO OU SISTEMA — 1995-1999
 [em quilômetros]

Concessão/sistema	1995	1996	1997	1998	1999
Estrada de Ferro Carajás	855	844	848	841	850
Estrada de Ferro Vitória—Minas	516	517	530	530	527
Ferrobarragem (ex-Fepasa)	374	365	385	382	340
RFFSA (média das concessões)	438	439	402	427	434
Média geral	524	519	518	524	518

Fonte: AET/Geipot de 2000 (dados primários).

fluxos apresentam distâncias de transporte inferiores a 600 quilômetros. Na Tabela 6 são apresentados os fluxos entre concessões em 2000, medidos em tku, e confrontados com os fluxos totais em cada malha.

De todas as malhas, somente a Ferrobarragem apresenta um intercâmbio mais significativo, em função da própria configuração de sua malha como uma continuação das concessões limítrofes. Em seguida, destacam-se a Novoste e a ALL, muito embora com percentuais de intercâmbio já bem limitados, diante dos mais de 70% de países, como os Estados Unidos. Observe-se também o alto grau de fechamento das ferrovias controladas pelos próprios usuários — no caso a EFVM e a MRS —, muito embora sejam estas as linhas de conexão dos estados que constituem o “coração” econômico do país.

Em resumo, a participação no mercado de transporte de carga da ferrovia é maior nas distâncias curtas, nas quais as vantagens comparativas de custo e de serviço desse modal são mais limitadas. Comparem-se esses resultados com a distância média de transporte ferroviário próxima de 1.000 km, nos Estados Unidos, e de transporte multimodal rodoferroviário superior a 1.800 km, como mostra a Tabela 7.

TABELA 6
FLUXOS ENTRE CONCESSÕES E TOTAIS — 2000
 (em 1.000 tku)

De/para	ALL	CFN	EFVM	FCA	Ferrobán	MRS	Novoeste	Subtotal	Total (tku)	%
ALL				0	0	0	0	-	10.284.780	0,0
CFN				0	0			-	711.050	0,0
EFVM				0		0		-	56.672.000	0,0
FCA	25.971	9.338			557.116	326		592.751	7.628.870	7,8
Ferrobán	1.384.162	14.081		676.364		35.804	310.477	2.420.888	5.984.650	40,5
MRS		0		130.590	414.724			545.314	26.836.850	2,0
Novoeste	8.685				268.923			277.608	1.588.920	17,5
Subtotal	1.418.818	23.419		806.953	1.240.763	36.130	310.477	3.836.560	109.707.120	3,5
Total (tku)	10.284.780	711.050	56.672.000	7.628.870	5.984.650	26.836.850	1.588.920	109.707.120		
%	13,8	3,3	0,0	10,6	20,7	0,1	19,5	3,5		

Fonte: MT/DTF/Siade (dados primários).

Nota: As células em branco representam conexões de menor relevância.

TABELA 7
CARACTERÍSTICAS DOS FLUXOS DE TRANSPORTE NOS ESTADOS UNIDOS — 1993

Modos de transporte	Valor (US\$ milhão)	Volume (mil t)	Produção (milhão de t/milhas)	Distância de transporte (milhas)	Distância de transporte (km)
Todos os modos	6.037.220	9.865.526	2.517.089	255	411
Unimodal					
Correios/encomendas	563.603	18.682	12.901	691	1.111
Caminhão/carga própria	1.789.798	3.556.030	237.617	67	108
Caminhão/comercial	2.775.836	2.921.436	634.599	217	350
Aéreo	4.152	492	613	1.246	2.005
Ferroviário	250.534	1.570.087	958.658	611	982
Hidroviário interior	41.645	366.207	164.514	449	723
Grandes lagos	624	34.337	12.293	358	576
Dutoviário	84.053	466.578			
Multimodal					
Caminhões próprios	22.567	32.418	4.654	144	231
Caminhão e aéreo	107.736	2.296	2.822	1.229	1.978
Caminhão e ferrovia	82.895	38.014	43.127	1.135	1.825
Caminhão e hidrovia	8.232	72.051	48.256	670	1.078
Caminhão e dutovia	649	3.386	-	-	-
Ferrovia e hidrovia	326	6.674	55.719	835	1.343
Hidrovia e grandes lagos	16.514	80.042	126.386	1.579	2.541
Outros modos					
Outros e desconhecido	246.056	624.846	131.635	211	339

Fonte: US Department of Transportation, Bureau of Transportation Statistics, Commodity Flow Survey (1993).

Nota: Transporte dutoviário exclui petróleo cru.

3 A ESTRUTURA DE PRODUÇÃO E OS CUSTOS DO TRANSPORTE FERROVIÁRIO

3.1 O produto de transporte

A avaliação das características dos serviços de transporte ferroviário requer uma ampla compreensão da natureza da tecnologia, dos custos e das dimensões impostas pela demanda de seus serviços. O produto do setor ferroviário é multidimensional por natureza; quando expresso através de dimensões reduzidas, como tonelada-útil (tu) ou tku, por exemplo, a respectiva grandeza (para medir o transporte ferroviário) abriga (porém não reflete de forma objetiva)

diversas outras particularidades que podem implicar custos reais bastante diferenciados por unidade de produção [Wilson (1959)].

Há várias dimensões que são usualmente indicadas como determinantes da diferenciação do produto e dos custos de transporte. Dentre elas, destacam-se [Corrêa Junior *et alii* (2001)]:

- tamanho do lote de carga que o usuário deseja transportar;
- distância de transporte;
- *mix* e volume total de mercadorias dos diversos usuários, por trecho, linha ou segmento da malha de transporte;
- cobertura geográfica do serviço oferecido, incluindo as possibilidades de arranjos e conexões intra e intermodais;
- dimensões temporais do transporte, incluindo tempo médio esperado, variabilidade, frequência e disponibilidade do serviço;
- probabilidade de perdas e danos; e
- disponibilidade de informações sobre o transporte e serviços acessórios.

A análise dessas diversas dimensões do produto de transporte esbarra invariavelmente na disponibilidade de dados para a especificação e a estimação das funções de custo relevantes.

Idealmente, as funções de custo devem ser diferenciadas ao longo dessas dimensões, de maneira a incorporar mais fielmente as variações relevantes de custo, para fins de tarifação.

3.2 A estrutura produtiva: economias de escala, escopo, densidade e distância

Para uma empresa multiproduto, como as ferrovias, as economias na produção podem ocorrer não só em função da expansão da produção (economia de escala e densidade), como também em função da produção conjunta de mais de um serviço (economia de escopo). As economias de escala ocorrem quando variações equi proporcionais de todos os serviços produzidos requerem variações menos que proporcionais nos respectivos custos. Também há a possibilidade de economias advindas da produção simultânea de vários serviços, isto é, no escopo de atuação da empresa (economia de escopo), em contraste com a produção especializada por uma ou várias empresas [Boyer (1997, Cap. 5)].

Na prática, verificam-se economias de escala na provisão de serviços ferroviários; essas são resultantes dos significativos custos fixos associados à produção desses serviços. Nota-se ainda a possibilidade de economias oriundas da extensão

do percurso; isso ocorre porque diversas categorias de custos ferroviários independem do percurso (custos de terminais, entre outros) e, portanto, quanto mais extenso, menor será a incidência desses custos fixos por tku. Há também possibilidades de economias com o tamanho da empresa, em função de maior especialização, concentração de funções administrativas, operação com *pools* de equipamentos e estoques, e diluição de custos fixos na obtenção de capitais financeiros e na publicidade [Kessides e Willig (1994)].

Outro aspecto relevante, no caso ferroviário, é a existência de economias de escopo, resultante de custos comuns da operação ferroviária. Ativos como via, terminais, pátios e instalações de manutenção estão entre os muitos que servem a vários fluxos de carga e passageiros, gerando custos comuns e conferindo economias de escopo aos serviços.

Desdobrando ainda a questão de economias na produção, observa-se que a literatura sobre custos ferroviários, em geral, não apresenta uma clara distinção entre economia de escala e economia de densidade. A primeira categoria, economia de escala, é representada por uma curva de custo médio de longo prazo que é declinante com o tamanho da empresa. A segunda, economia de densidade, ocorre quando os custos unitários decrescem com o volume produzido, mantendo-se a extensão e a distribuição das linhas. O ponto fundamental dessa distinção advém do fato de serem as economias de densidade o elemento crítico para a determinação das políticas de tarifação e investimento.

Outro aspecto interessante é que as economias de densidade são normalmente atribuídas ao fato de o custo médio de capital ser decrescente com a produção. Entretanto, a produção de serviços de transporte ferroviário exige mais do que simplesmente capacidade instalada em termos de via, mas também quantidades mínimas e indivisíveis de equipagem, material rodante e manutenção, entre outras [Kessides e Willig (1994)].

Estudos recentes nos Estados Unidos revelam que a manutenção da via e de obras de arte responde por uma fração significativa das economias de densidade. Essas mesmas investigações demonstram também que as ferrovias apresentam significativas economias de densidade (seja em um esquema de um ou de vários produtos). De modo geral, os custos unitários declinam rapidamente com a densidade, mas em algum ponto entre 8 milhões e 15 milhões de toneladas-quilômetro/ano por quilômetro, dependendo do *mix* de mercadorias, a curva de custo se estabiliza horizontalmente. Esse nível pode ser visto como o patamar mínimo de eficiência de densidade, podendo ser associado à capacidade de uma linha singela entre dois pontos, ou seja, à indivisibilidade fundamental da ferrovia. Níveis mais elevados de tráfego podem ser servidos a custos unitários aproximadamente constantes ou levemente declinantes, adicionando-se desvios e dispositivos de sinali-

zação. Em ferrovias com extensões médias, pequenas ou orientadas para terminais, essa curva de custo de longo prazo se estabiliza mais cedo, em torno de 2 milhões de toneladas-quilômetro/ano por quilômetro [Kessides (1994) e Kessides e Willig (1994)].

3.3 A estrutura produtiva: custos comuns e conjuntos, fixos e variáveis

A característica mais marcante da estrutura de custos ferroviários é a alta incidência de custos que não podem ser devidamente apropriados e atribuídos a um serviço específico, ou pacote de serviços. Quer dizer, há tipicamente uma parcela significativa de custos que são incorridos por conta de um conjunto extenso de atividades e que, por outro lado, não variam com o montante do serviço fornecido [Kessides e Willig (1994) e Boyer (1997, p. 134-138)].

Esses custos, que não são atribuíveis a um serviço ou pacote de serviços, especificamente, refletem tanto “custos comuns” como “custos conjuntos”. Qualificam-se como “custos comuns” aqueles que se devem a dois ou mais serviços produzidos em proporções variáveis, ou seja, que não guardam proporções prefixadas por imposições técnicas — tal como ocorre no refino do petróleo, por exemplo. Na ferrovia, o custo de um terminal representa um “custo comum” quando este é usado por diferentes serviços em proporções variáveis. Ou, ainda, os custos da via entre os dois pontos são comuns a todos os fluxos que trafegam entre esses pontos. Por outro lado, os “custos conjuntos” (*joint*) se devem a serviços que são ofertados em proporções obrigatoriamente fixas; o movimento de retorno é o exemplo clássico em ferrovia [Kessides e Willig (1994), Boyer (1997) e Dodgson e Alvarez (1996)].

O custo fixo associado a um ou mais serviços é aquele cuja magnitude não muda quando há uma variação na quantidade de serviço provida. Destaque-se ainda que custos comuns são freqüentemente fixos. Por outro lado, dois conceitos fundamentais são empregados na definição de custos variáveis: o de custos marginais ou, alternativamente, o de custos incrementais ou evitáveis [Kessides e Willig (1994)]. O custo marginal de um serviço é o custo adicional incorrido para produzir uma unidade adicional, ou é, também, a redução de custo possível ao se produzir uma unidade a menos do serviço. Portanto, o custo marginal representa o custo de oportunidade para o transportador daquela produção adicional, ou seja, o valor dos recursos adicionais empregados, se estes vierem a ser utilizados em uma atividade alternativa [Boyer (1997, Cap. 5)].

O custo variável é semelhante ao custo marginal ou incremental. Entretanto, a definição do custo marginal, em termos de custo de oportunidade, torna claro que ele deve incluir o custo de capital das instalações e equipamentos que têm utilização alternativa e são economicamente atribuíveis ao serviço, assim como

também deve incluir os componentes de custo mais óbvios como os de combustível, mão-de-obra e o da manutenção determinada pelo tráfego [Kessides e Willig (1994) e Boyer (1997)].

Por exemplo, locomotivas e vagões empregados para produzir um determinado serviço apresentam um custo de oportunidade para o transportador. Caso não venham a ser empregados naquele serviço, podem ser realocados e utilizados em outro, ou mesmo por outro transportador (supondo que pelo menos um transportador não possua excesso de equipamento). Desse raciocínio, deduz-se que o custo relevante do material rodante é seu custo de reposição, mensurado através do custo atual de oportunidade do capital. Assim, o custo marginal de um serviço inclui os custos dos bens de capital realocáveis que são utilizados, tais como locomotivas e vagões, ao custo de capital atual, pelo período de tempo em que forem colocados à disposição para a produção desse serviço. O custo marginal também inclui o desgaste de ativos permanentes e as despesas de manutenção causadas pelo serviço em questão, e não inclui os custos de instalações fixas ou comuns [Kessides e Willig (1994) e Boyer (1997, Cap. 5)].

Outro aspecto relevante associado à noção de variabilidade é registrado quando se mostra que, no longo prazo, os custos fixos e comuns, na sua maior parte, são variáveis, uma vez que necessitam ser renovados ou restaurados. Assim, na data em que se considerar a decisão sobre a renovação dos ativos fixos, os custos envolvidos serão incrementais ao serviço ou grupo de serviços em questão. Se, por outro lado, for decidido não mais produzir os serviços, esses custos podem ser evitados [Kessides e Willig (1994)].

3.4 As práticas contábeis e metodologias de estimação dos custos ferroviários

Destacam-se, neste tópico, a importância do correto registro de fluxos financeiros e estoques de ativos e passivos e o uso desses registros para informar a questão tarifária. Os registros contábeis são, por excelência, o dispositivo de monitoramento da preconizada modicidade de tarifas. No entanto, há uma série de dificuldades relacionadas à prática contábil no caso das concessões ferroviárias brasileiras.

A primeira é a dos custos incrementais *versus* custos médios. Custos incrementais são essencialmente relacionados a custos de oportunidade e se utilizam de preços correntes de reposição de ativos e insumos. Por outro lado, as avaliações de custos médios baseiam-se em registros históricos que podem sub ou superestimar preços.

Outro problema que se coloca advém das complexidades contábeis geradas pelo modelo de concessão de ativos já existentes, com ou sem arrendamento explícito em contrato separado, como no caso ferroviário. Nessa situação, as apro-

priações de despesas, principalmente as relacionadas ao estoque de ativos desses concessionários, não se prestariam à aplicação direta dos modelos existentes de apropriação contábil, como também dos sistemas de custos conhecidos na literatura e utilizados na prática.

No caso em análise, os concessionários arrendaram ativos operacionais em vez de construí-los do zero. O valor pago pelo arrendamento e/ou concessão, entretanto, é determinado pelo método de fluxo de caixa descontado, que, por sua vez, depende do que se pode cobrar dos usuários atuais e potenciais, e não necessariamente pelo valor dos ativos operacionais existentes ou de sua reposição.

Cabe ainda ressaltar que a utilização de despesas efetivamente incorridas na apuração de custos pode distorcer os resultados em função de disparidades entre os valores contabilizados e os custos de reposição dos ativos. Esse problema pode ser particularmente relevante no caso da depreciação do material rodante e de equipamentos (utilizando-se valores históricos), bem como no de postergação da manutenção corrente (o que é usual).

Os estudos existentes sobre funções de custo seguem usualmente uma metodologia de funções de processo de “engenharia”, ou de análise econométrica de dados observados empiricamente. Cada uma dessas vertentes tem suas vantagens e desvantagens.⁴ Não obstante, essas metodologias podem ser utilizadas de forma complementar, na medida em que funções de processo podem ter alguns de seus componentes estimados estatisticamente, ou ainda ter seus resultados globais comparados aos de estimações econométricas [Chenery (1949), Waters (1976) e Walters (1963)].

A abordagem econométrica visa determinar os custos de produção de serviços de transporte, através do exame dos custos incorridos pelas empresas existentes do setor. Nas últimas décadas, as estimações econométricas de custos têm sido amplamente utilizadas em economia dos transportes. Esse desenvolvimento foi estimulado por uma combinação de dois fatores. O primeiro diz respeito à inadequação de métodos de contabilidade de custos em lidar com as complexidades da produção de serviços de transporte (e.g., a alocação de custos comuns). O outro fator concerne à necessidade de estimativas de custo fundamentadas em tendências médias e comportamentos típicos [Waters (1976) e Walters (1963)].

Os avanços metodológicos nessa área resultaram, principalmente, das seguintes considerações relevantes para o caso ferroviário.⁵ Até o final da década de 1970, notava-se uma séria confusão entre os conceitos de economias de escala e densidade. Em geral, o conceito relevante, principalmente para fins tarifários, é

4. No caso de aplicações em transportes, ver Moses e Lave (1970).

5. Para uma análise abrangente e atual desse tema, ver Oum e Waters II (1997). Ver também Espósito (2001).

se há ou não economias de densidade [Kessides (1994)]. Especificamente, deseja-se saber o que acontece com o custo unitário quando a produção aumenta e se mantém o sistema de infra-estrutura constante.

Outra consideração relevante refere-se às medidas de produto. Variáveis como toneladas-quilômetro bruta total ou tracionada têm sido usadas como medidas de produto. Não obstante, o produto do transporte são as mercadorias e passageiros transportados, não o peso das locomotivas e vagões. Mais ainda, comete-se um erro de especificação da função de custo ao se omitir das variáveis explicativas a extensão média do percurso. Ao se utilizar somente t_k como medida de produto, supõe-se implicitamente que uma tonelada transportada pela extensão de mil quilômetros equivale a mil toneladas transportadas por um quilômetro [Wilson (1959) e Jara-Díaz (1982b)].

Outrossim, do mesmo modo que é importante que se especifique adequadamente o produto de transporte, devemos considerar os marcos tecnológicos da produção de cada unidade. No caso do transporte ferroviário, um dos marcos mais importantes é a extensão da malha viária sobre a qual se dá o transporte. Desnecessário enfatizar que duas ferrovias, com o mesmo volume de toneladas transportadas pelo mesmo percurso médio, podem apresentar custos significativamente diferentes em função da extensão de suas malhas [Harris (1977) e Chiang e Friedlaender (1984)].

Embora os dados utilizados nessa abordagem contenham ocorrências aleatórias, eles provavelmente caracterizam os custos de operação. Na verdade, pelo fato de as firmas raramente se encontrarem em seus pontos de equilíbrio de longo prazo, essa abordagem também raramente proporciona a estimação da curva de custo mínimo de longo prazo. Ela é, contudo, apropriada para extrair um resumo das condições correntes de operação e de custos [Waters (1976) e Walters (1963)].

Outro problema decorre da sensibilidade dos resultados alcançados por essa metodologia em relação à especificação da forma funcional da função de custo. Essa crítica, no entanto, tem tido seu peso relativo significativamente reduzido por causa dos avanços consideráveis obtidos nos últimos anos no campo da econometria de custos e, em particular, do setor transportes. Cada vez mais os avanços teóricos alcançados na economia de transporte têm sido validados empiricamente pelos resultados econométricos [Winston (1985)].

A crítica derradeira advém da utilização de despesas efetivamente incorridas, na estimação das funções de custo. Sabemos que esses dados são normalmente extraídos de sistemas contábeis estruturados preponderantemente para fins fiscais. Mais ainda, resultam de uma sucessão de decisões de curto prazo que não são necessariamente ótimas do ponto de vista econômico. Esse problema pode ser particularmente relevante no caso da depreciação do material rodante e de

equipamentos, utilizando-se valores históricos, bem como na ocorrência de postergação da manutenção corrente [Waters (1976) e Walters (1963)].

Alguns exemplos simples e notáveis da abordagem econométrica são primeiras análises, em nível de empresa, dos custos da ferrovia e relacionavam o custo operacional total das operações com a densidade do tráfego da ferrovia em questão; essa variável era considerada o determinante mais importante dos custos unitários [Oum e Waters II (1997)].

A especificação do produto ferroviário mencionado foi também utilizada pelo Interstate Commerce Commission (ICC), órgão regulador da indústria ferroviária americana, através da função linear:

$$(\text{TOC}/\text{MT}) = a + b \cdot (\text{GTM}/\text{MT})$$

onde TOC era o custo operacional total; MT as milhas da via férrea; e GTM a tonelada-milha bruta produzida.

Funções lineares de custos ferroviários foram amplamente usadas e criticadas na literatura [ver Meyer *et alii* (1959) e Meyer e Kraft (1961)], tendo se notabilizado nos trabalhos de Harris (1977) e Keeler (1974). Keeler derivou as funções de custo a partir das funções de produção Cobb-Douglas para os serviços de passageiros e de mercadorias de uma parcela das companhias ferroviárias dos Estados Unidos, seguido por Harris, que introduziu a seguinte função linear de custo [Oum e Waters II (1997)]:

$$C = B_0 \cdot \text{RTM} + B_1 \cdot \text{RFT} + B_2 \cdot \text{MR}$$

onde C é o custo total da empresa; RTM é a tonelada-milha útil; RFT é a tonelada de carga útil; e MR são as milhas de rota de cada ferrovia.

Através dessa função, é possível estimar tanto as economias de densidade como as economias de extensão do tráfego:

$$(C/\text{RTM}) = B_0 + B_1 \cdot (\text{RFT}/\text{RTM}) + B_2 \cdot (\text{MR}/\text{RTM})$$

onde RFT/RTM é a distância média do tráfego e MR/RTM é a densidade do tráfego.

Entretanto, a formulação de Harris não é capaz de mostrar as influências das economias de escala nos custos unitários. Outra visível característica é a constância dos valores dos custos marginais calculados através de funções lineares,

problema que, como sugerido pelo próprio Harris, pode ser resolvido por meio da utilização de formas funcionais mais flexíveis, como a Cobb-Douglas, utilizada no trabalho de Keeler [ver Espósito (2001)].

A especificação Cobb-Douglas, na forma logarítmica, é freqüentemente adotada nos estudos de função de produção e custos em geral, mesmo os mais recentes. Uma das possíveis razões é a facilidade de interpretação dos resultados e as boas qualidades estatísticas dessa especificação, geralmente em termos de aderência aos dados observados. Esses aspectos parecem compensar as restrições dessa especificação no tocante às elasticidades de substituição unitárias entre os insumos e a não-possibilidade de relações de complementaridade entre insumos [Hakfoort (1996)].

Por outro lado, a alternativa, mais explorada recentemente, das formas funcionais flexíveis também apresenta inconvenientes. Primeiro, o número de parâmetros cresce rapidamente com o número de variáveis, devido aos termos quadráticos e cruzados (no caso da translog) dos regressores, e a multicolinearidade torna-se um problema. Em muitas ocasiões também a disponibilidade de dados pode ser um fator limitativo. A análise estatística da função translog é um exemplo clássico de balanceamento entre, de um lado, a qualidade da aproximação obtida pela especificação e, de outro, a qualidade estatística das estimativas dos parâmetros da especificação. A aproximação é geralmente satisfatória se as variáveis independentes mudam pouco, mas boas estimativas dos parâmetros requerem exatamente o contrário [Theil (1980)].

4 A ESTRUTURA DE CUSTO DO TRANSPORTE FERROVIÁRIO

4.1 A base de dados e suas limitações

Embora a história ferroviária brasileira possua registros de produção e despesas que remontam ao século XIX, as grandes transformações ocorridas recentemente no bojo do processo de privatização ferroviária tornam esses registros de pouca utilidade para fins de estudos prospectivos.⁶ Apenas para citar uma dessas discontinuidades, menciona-se a redução do efetivo de pessoal da RFFSA existente em 1995, no deslanche do processo de privatização, de 40 mil para cerca de 11 mil pessoas nas concessionárias, em 2000. Conseqüentemente, os custos unitários de pessoal (por tku) das concessionárias foram reduzidos ao intervalo de 20% a 40% do que eram no período RFFSA, imediatamente anterior. Assim, a base de dados efetivamente útil para o estudo fica restrita aos anos mais recentes, de preferência após o período natural de ajuste à gestão privada nas novas concessões ferroviárias, ou seja, entre 1997 e 1999, dependendo da data da concessão.

6. Para um estudo de custos da fase pré-privatização, ver Espósito (2001).

No caso da Ferrobán, por exemplo, a própria empresa admite que ainda não concluiu essa fase de ajuste.⁷

Das seis concessões do sistema da RFFSA, ainda se ressalta o caso da malha da Ferrovia Teresa Cristina (FTC) em Tubarão, por se tratar de um subsistema isolado, dedicado e de extensão reduzida. Os subsistemas da CVRD (EFVM e Carajás) não possuem um sistema contábil de fato independente das operações da empresa-mãe, sendo também praticamente dedicados ao transporte de minério de ferro, com características operacionais mais simples se comparadas com ferrovias não-dedicadas.

Outra limitação relevante é o fato de as concessionárias terem arrendado a malha e o material rodante por um preço que refletia a expectativa de fluxo de caixa líquido de cada subsistema. Esse fluxo, por sua vez, não guarda necessariamente relação com o valor de reposição desse estoque de capital. No caso do material rodante, esse fato se torna mais importante, tendo em vista a vida útil mais curta desses ativos. A Tabela 8 resume os dados operacionais e financeiros mais importantes das concessionárias em 2000.

TABELA 8
CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS E FINANCEIRAS DAS CONCESSIONÁRIAS — 2000

	Extensão de linhas (km)	Locomotivas	Vagões próprios	Vagões de clientes	Volume de transporte (tu*10E6)	Produção (tku*10E9)	Distância de transporte (km)	Efetivo de pessoal
ALL	6.534	333	10.132	93	17,5	10,3	587	2.018
CFN	4.238	93	1.252		1,4	0,7	518	694
EFC	892	84	4.711		51,9	44,1	850	1.234
EFJ	68	2	84	8	1,2	0,0	33	29
EFVM	905	205	13.219		110,5	56,7	513	2.691
FCA	7.080	341	8.057	695	19,6	7,6	389	2.590
Ferrobán	4.235	159	6.818	1.517	14,9	6,0	400	3.174
Ferronorte	463	50	850		1,4	0,5	375	290
FTC	164	10	449		3,7	0,3	77	142
MRS	1.674	317	8.948	1.091	66,1	26,8	406	2.988
Novoeste	1.626	60	1.780		2,7	1,6	598	639
Total	27.879	1.654	56.300	3.404	291	155	4.746	16.489

(continua)

7. Ver A vizinhança incomoda as ferrovias, *Gazeta Mercantil*, 27-11-2001, p. A-5.

(continuação)

	Receita operacional	Despesa operacional	Despesa de pessoal	Despesa de material	Despesas diversas	Custo operacional	Custo/tku	D. op./tku	Investimentos
ALL	333.051	226.477	61.899	74.255	90.323	353.176	34,4	22,0	82.357
CFN	21.357	36.628	14.136	12.311	10.181	53.624	75,5	51,6	7.997
EFC	270.423	117.449	22.533	93.448	1.468	201.273	4,6	2,7	70.634
EFJ	510	1.636	576	1.060		2.494	62,3	40,9	
EFVM	831.085	393.159	78.225	151.239	163.695	576.495	10,2	6,9	125.731
FCA	254.600	271.372	53.109	73.456	144.807	375.482	49,3	35,6	89.767
Ferrobán	155.159	219.060	56.646	38.387	124.027	300.128	50,2	36,6	101.080
Ferronorte	46.797	53.503	7.690	3.981	41.832	64.260	119,0	99,1	35.438
FTC	28.707	15.889	3.019	4.053	8.817	20.693	73,9	56,7	6.142
MRS	594.746	420.087	103.921	132.158	184.008	566.775	21,1	15,7	105.753
Novoeste	51.526	30.091	14.694	2.355	13.042	52.178	32,8	18,9	7.001
Total	2.587.961	1.785.351	416.448	586.703	782.200	2.566.577			631.900

Fonte: Siade/DTF/STT/MT.

Nota: Valores de receita, custo e investimento em R\$ mil.

4.2 Modelos e resultados

Considerando a discussão da seção anterior, estabelecemos 1997 como ano de referência, desprezando todas as observações anteriores. Mais ainda, através de uma análise preliminar dos dados das concessionárias, eliminamos também os anos típicos de ajuste das concessões realizadas naquele ano ou posteriores (e.g., CFN, Ferrobán). Desprezamos também os dados de concessões que não realizam diretamente suas operações, mas através de convênio com outros operadores (e.g., FNS com EFC; Ferropar com ALL), assim como de concessões com dados incompletos, ou em fase de pré-operação (Ferronorte até 1999).

Com base nas informações contidas no Siade/DTF/STT/MT, define-se uma variável de custo operacional que soma as despesas relatadas de pessoal, material e diversas, e um custo de capital estimado de material rodante. Esse custo é estimado com base no custo de aquisição de locomotivas e vagões reformados em bom estado, de acordo com a Tabela 9. O custo de aquisição de uma locomotiva varia com a potência, a partir da locomotiva de referência de 3.000 hp, de acordo com uma fórmula exponencial $(HP/3.000)^{0,5}$; a potência média das locomotivas em cada concessão é estimada a partir da divisão das toneladas-quilômetro brutas produzidas pelo número de locomotivas em tráfego. A categoria material inclui despesas com combustíveis, lubrificantes, partes e peças usadas na manutenção da via, sistemas e material rodante.

TABELA 9
PARÂMETROS PARA O CÁLCULO DO CUSTO DE CAPITAL DO MATERIAL RODANTE

	Locomotiva	Vagão
Potência ou capacidade	3.000 hp	40 t
Custo de aquisição (R\$)	940.000	50.000
Custo por hp ou t (R\$)	313	1.250
Vida útil (anos)	20	40
Taxa de juros (%)	15	15
Crescimento/custo com hp	0,5	-
Custo anual por locomotiva ou vagão (R\$)	150.176	7.528

A metodologia de cálculo do custo de capital deve superestimar, até certo ponto, o custo efetivo das concessionárias da RFFSA e Fepasa, dependendo do estado das locomotivas recebidas, uma vez que as despesas de arrendamento estão incluídas no item “despesas diversas”. Por outro lado, tendo em vista a parcimônia dos parâmetros de custo da Tabela 8 ante o custo de reposição, deve-se subestimar o custo de capital desses ativos no médio prazo. A Tabela 10 resume os resultados alcançados e os principais parâmetros operacionais da amostra utilizada. A coluna de custo operacional inclui os custos de capital de material rodante, enquanto a de despesa operacional somente as de pessoal, material e diversas, ambas em milhares de reais. A produção em toneladas-quilômetro dividida pelo volume transportado (apresentado em milhões de toneladas) fornece uma estimativa da distância média de transporte (km). A extensão das linhas (km) não inclui as linhas acessórias. São também indicados o custo e a despesa unitários (R\$/1.000 tku) por empresa e ano.

Apesar do tamanho relativamente reduzido da amostra, cabe destacar a ampla variação dos custos e despesas unitários, variando de R\$ 3 a R\$ 119/1.000 tku ante uma média amostral igual a 44. No mesmo sentido, observe-se a amplitude de variação das outras dimensões relevantes, tais como a extensão das linhas, distâncias e volumes de transporte.

De acordo com as discussões anteriores, procede-se à especificação de uma função de custo operacional, tendo como variáveis explicativas o volume transportado (TON), a distância média de transporte (DIST) e a extensão das linhas (EXTLIN). A forma funcional resultante é dada então por:⁸

8. De forma a testar a robustez dos resultados e a importância das variáveis explicativas de custos incorporadas às funções mencionadas, foi também estimada uma função de custo na forma linear, porém com resultados inferiores.

TABELA 10
DADOS DE CUSTO E CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA UTILIZADA

Empresa	Ano	Custo operacional (R\$ 1.000)	Despesa operacional (R\$ 1.000)	Volume transportado (t.10 ³)	Distância média de transporte (km)	Extensão das linhas (km)	Custo unitário (R\$/1.000 tku)	Despesa unitária (R\$/1.000 tku)
ALL	1997	298.652	198.479	11	541	6.534	48	32
ALL	1998	289.327	179.890	15	553	6.534	35	22
ALL	1999	343.080	223.373	17	572	6.534	36	23
ALL	2000	353.176	226.477	18	587	6.534	34	22
CFN	1998	50.903	34.664	1	500	4.535	80	54
CFN	1999	53.899	35.818	2	538	4.238	59	39
CFN	2000	53.624	36.628	1	518	4.238	76	52
EFA	1997	3.883	2.063	1	180	194	22	11
EFA	1999	2.787	1.224	0	133	194	70	31
EFC	1997	142.430	66.523	49	848	892	3	2
EFC	1998	197.714	119.579	51	844	892	5	3
EFC	1999	164.161	86.358	47	850	892	4	2
EFC	2000	201.273	117.449	52	850	892	5	3
EFJ	1997	2.091	1.253	1	27	68	70	42
EFJ	1998	2.139	1.263	2	25	68	53	32
EFJ	1999	2.042	1.150	2	33	68	41	23
EFJ	2000	2.494	1.636	1	33	68	62	41
EFVM	1997	567.561	383.941	107	530	898	10	7
EFVM	1998	525.674	341.189	105	530	898	9	6
EFVM	1999	536.681	353.852	100	527	905	10	7
EFVM	2000	576.495	393.159	111	513	905	10	7
FCA	1997	282.590	207.862	17	319	7.080	53	39
FCA	1998	283.958	204.195	18	387	7.080	41	29
FCA	1999	325.345	237.259	18	406	7.080	44	32
FCA	2000	375.482	271.372	20	389	7.080	49	36
Ferrobán	1999	271.624	191.580	15	340	4.235	54	38
Ferrobán	2000	300.128	219.060	15	400	4.235	50	37
Ferronorte	2000	64.260	53.503	1	375	463	119	99
FTC	1997	14.781	10.353	2	72	164	99	69
FTC	1998	15.024	10.538	2	75	164	88	62

(continua)

(continuação)

Empresa	Ano	Custo operacional (R\$ 1.000)	Despesa operacional (R\$ 1.000)	Volume transportado (t.10 ⁶)	Distância média de transporte (km)	Extensão das linhas (km)	Custo unitário (R\$/1.000 tku)	Despesa unitária (R\$/1.000 tku)
FTC	1999	14.399	9.913	2	77	164	85	58
FTC	2000	20.693	15.889	4	77	164	74	57
MRS	1997	466.205	338.868	51	401	1.674	23	17
MRS	1998	458.612	333.209	51	413	1.674	22	16
MRS	1999	475.997	342.826	55	403	1.674	21	15
MRS	2000	566.775	420.087	66	406	1.674	21	16
Novoeste	1997	58.172	34.484	3	587	1.626	39	23
Novoeste	1998	66.031	41.750	3	530	1.626	42	26
Novoeste	1999	73.514	48.146	3	596	1.626	45	30
Novoeste	2000	52.178	30.091	3	598	1.626	33	19
Destaque da amostra								
Média		213.896	145.674	26	415	2.452	44	29
Mínimo		2.042	1.150	0,3	25	68	3	2
Máximo		576.495	420.087	111	850	7.080	119	99

Fonte: Siade/DTF/STT/MT (dados primários).

Nota: Para maiores informações sobre as concessionárias ferroviárias, cujas siglas constam desta tabela, ver www.transportes.gov.br.

$$\ln(\text{custo operacional}) = b_0 + b_1 * \ln(\text{TON}) + b_2 * \ln(\text{DIST}) + \\ + b_3 * \ln(\text{EXTLIN}) + b_4 * \text{DUMMY-97} + \\ + b_5 * \text{DUMMY-98} + b_6 * \text{DUMMY-99}.$$

onde $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5$ e b_6 são os coeficientes a estimar.

Essa especificação ainda inclui três *dummies* relativas aos anos de 1997, 1998 e 1999, evitando-se, assim, o simples deflacionamento dos dados monetários. Dessa forma, as *dummies* capturariam as mudanças de preços relativos e eventuais ajustes que estivessem ocorrendo no conjunto das empresas nesse período, tomando-se como base o ano de 2000.⁹ Opta-se, assim, pela estimação do modelo utilizando-se todas as observações disponíveis, em vez de uma estimativa para cada ano, em função do tamanho reduzido da amostra.

9. Para ser uma função de custo no sentido estrito, a especificação deveria incorporar como variáveis explicativas os preços dos fatores de produção. No caso, entretanto, observa-se uma variância desprezível do preço da mão-de-obra, em face de as concessionárias terem herdado uma estrutura salarial homogênea da RFFSA. Já para capital e materiais, a dificuldade de se mensurar adequadamente esses preços aliada à mesma expectativa de homogeneidade de preços entre as concessionárias (nesse caso também do preço de combustível) justificam um tratamento para o impacto de preços de uma forma agregada, através de *dummies*.

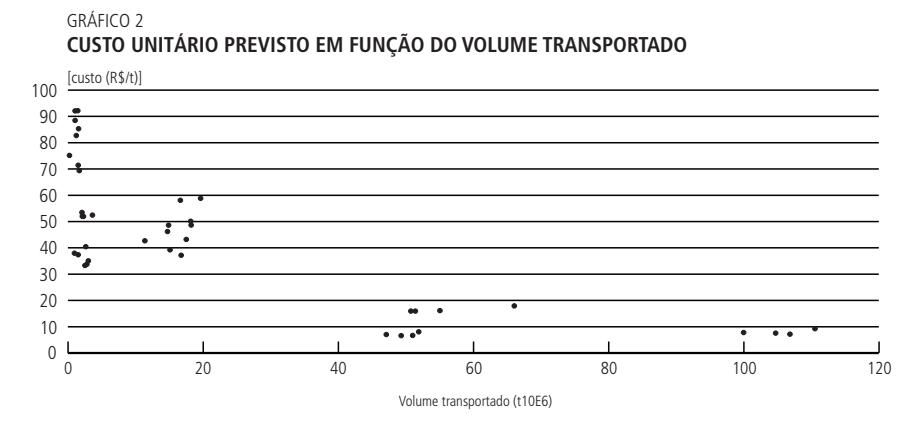
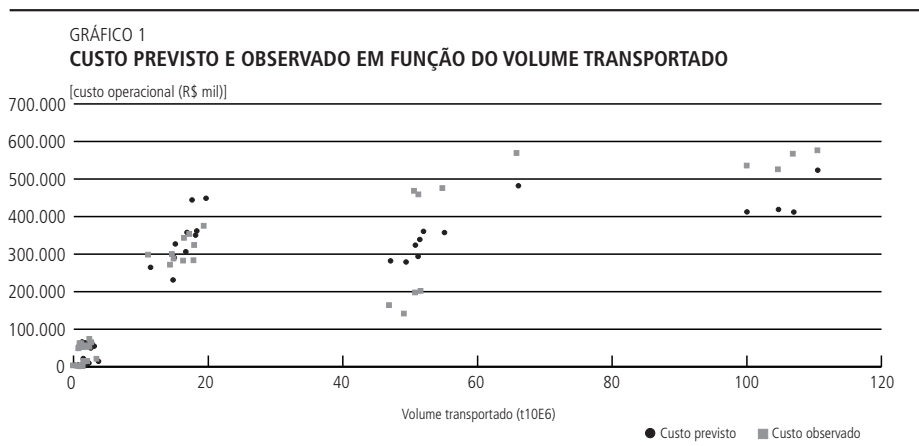
Os resultados são apresentados na Tabela 11 para a função de custo na especificação logarítmica. O grau de ajustamento dado pelo coeficiente de determinação é estimulante, explicando 96% da variância dos dados em relação à média. No mesmo sentido, todos os coeficientes relevantes são significativos ao nível de 5%, sendo os de TON e EXTLIN ao nível de 0,01%. Já as *dummies* não são significativas, revelando-se adequado o procedimento de não-deflacionamento dos dados monetários.

A magnitude dos parâmetros encontrados confirma as economias de densidade esperadas para o setor, com um valor médio de 0,65, bem como economias de distância de transporte muito significativas, ressaltando a importância dessa variável para a competitividade ferroviária ante os modais concorrentes. Já o parâmetro de extensão das linhas demonstra a elasticidade do aumento do custo operacional em função dessa dimensão, mantidas as demais variáveis constantes. Quer dizer, dadas duas ferrovias com mesmo volume e distância de transporte, uma com extensão das linhas 1% maior, esta apresentaria custos 0,51% também maiores.

TABELA 11
RESULTADOS DA ESTIMAÇÃO

R-quadrado	0,957			
R-quadrado ajustado	0,949			
Erro-padrão	0,415			
Observações	40			
Anova	gl	SQ	MQ	F
Regressão	6	126,95	21,16	122,84
Resíduo	33	5,68	0,17	
Total	39	132,63		
	Coefficientes	Erro-padrão	Estatística-t	Valor-P
Interseção	5,065	0,431	11,746	0,000
tu*10E6	0,653	0,049	13,319	0,000
Distância de transporte	0,252	0,118	2,138	0,040
Linhas principais e ramais	0,508	0,071	7,108	0,000
<i>Dummy</i> -97	-0,219	0,187	-1,170	0,250
<i>Dummy</i> -98	-0,192	0,187	-1,029	0,311
<i>Dummy</i> -99	-0,179	0,177	-1,013	0,319

O Gráfico 1 mostra os valores previstos pelo modelo e observados do custo operacional, em função do volume transportado. Observe-se a não-linearidade dos custos e a excelente capacidade de previsão do modelo para as ferrovias com volumes até 20 milhões de toneladas. Na sequência, o modelo superestima os custos para a EFC e os subestima para a MRS e a EFVM. As peculiaridades contábeis da CVRD podem ter contribuído para esses resultados. No Gráfico 2 podemos identificar a exponencial negativa que delinea a tendência da curva de custo unitário operacional previsto.



4.3 Aplicação do modelo

Os modelos de custo e despesa operacional permitem a elaboração de um quadro comparativo para o caso de duas ferrovias de porte médio: ALL e Ferrobán. Os resultados da aplicação às duas ferrovias estão apresentados na Tabela 12 e os parâmetros utilizados estão dispostos na Tabela 13. As variáveis dos modelos de custo e despesa operacional replicam a situação vigente em 2000, em termos de volume transportado e distância média de transporte. Estima-se um modelo linear

TABELA 12
COMPARAÇÃO ENTRE CUSTO, DESPESA E FRETE FERROVIÁRIO — 2000

Variáveis	Ferrobán	All	Ferrobán	All
Volume transportado (tu*10E6)	14,94	17,51	14,94	17,51
Distância média (km)	400	587	400	587
Linhas principais (km)	4.235	6.534	4.235	6.534
	Custo operacional		Despesa operacional	
Total (R\$)	243.615	371.001	165.312	250.317
Por tku	0,041	0,036	0,028	0,024
Frete (R\$/tku)	0,036	0,030	0,036	0,030
Dobrando volume transportado				
Volume transportado (tu*10E6)	30	35	30	35
Distância média (km)	400	587	400	587
Linhas principais (km)	4.235	6.534	4.235	6.534
	Custo operacional		Despesa operacional	
Total (R\$)	384.083	583.172	265.215	400.347
Por tku	0,032	0,028	0,022	0,019
Frete (R\$/tku)	0,036	0,030	0,036	0,030
Aumentando distância de transporte				
Volume transportado (tu*10E6)	14,94	17,51	14,94	17,51
Distância média (km)	600	787	600	787
Linhas principais (km)	4.235	6.534	4.235	6.534
	Custo operacional		Despesa operacional	
Total (R\$)	269.835	399.448	175.795	261.691
Por tku	0,030	0,029	0,020	0,019
Frete (R\$/tku)	0,029	0,026	0,029	0,026

TABELA 13
PARÂMETROS DOS MODELOS DE CUSTO, DESPESA E FRETE FERROVIÁRIO

	Custo operacional	Despesa operacional	Frete
Interseção	5,065	4,745	7,72414
Volume transportado (tu*10E6)	0,653	0,678	
Distância de transporte	0,252	0,152	0,01655
Linhas principais e ramais	0,508	0,574	
<i>Dummy-97</i>	-0,219	-0,309	
<i>Dummy-98</i>	-0,192	-0,249	
<i>Dummy-99</i>	-0,179	-0,269	

simples do frete ferroviário cobrado em função da distância de transporte e os parâmetros obtidos também estão disponíveis na Tabela 13.¹⁰

De acordo com os resultados para esse ano, o valor unitário do frete médio ferroviário cobria as despesas operacionais, mas era insuficiente para atender ao custo operacional que incorpora uma estimativa do custo de oportunidade do material rodante. São apresentados ainda os resultados para as situações em que: *a)* o volume transportado é dobrado e a distância média de transporte é mantida; e *b)* a distância é aumentada em 200 quilômetros e o volume transportado é mantido. Esses dois casos mostram os efeitos das economias de densidade e distância de transporte nos custos unitários. Ressalte-se, no entanto, que a redução do frete para a maior distância de transporte, no caso *b*, diminui a vantagem dessa situação diante do caso *a*, embora ambas sejam superiores ao caso-base.

Os resultados dos exercícios anteriores parecem mostrar que os fretes médios ferroviários estão abaixo dos custos operacionais de longo prazo, mas acima das despesas operacionais dessas ferrovias. Considerando que pelo menos a ALL já tenha tido mais tempo para adequar sua estrutura operacional às suas condições de malha e demanda, uma redução de custos mais significativa só seria alcançada através do incremento do volume transportado, aumento da distância de transporte ou da redução da extensão das linhas (ou uma combinação destas).

Pelo que mostram os resultados, o patamar atual de fretes ferroviários, permitidos pelo modal concorrente, o rodoviário, é insuficiente, na média, para cobrir os custos operacionais, se incluído o custo de oportunidade do material rodante. Dessa maneira, a combinação de baixa densidade de tráfego, distâncias de transporte reduzidas, altos custos unitários e resultados operacionais líquidos

10. Frete por tonelada = $a + b \cdot (\text{distância de transporte})$. Para maiores detalhes sobre esse modelo de fretes, ver Castro (2002).

limitados implica baixa capacidade de investimento e de crescimento da produção, que reforça esse ciclo vicioso, e impõe uma participação pouco expressiva da ferrovia no mercado de transporte brasileiro, se excluído o minério de ferro.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos na seção anterior trazem um questionamento importante sobre as reais possibilidades de a ferrovia vir a desempenhar um papel de destaque na matriz de transporte brasileira, conforme ressaltado na introdução deste artigo. A pergunta que se coloca é quais seriam as ações públicas e privadas indispensáveis para ensejar a necessária expansão da produção ferroviária, principalmente no transporte de longa distância, expansão essa essencial para garantir um bom desempenho econômico-financeiro dessas concessões. Sem a pretensão de esgotar essa questão, ressalta-se, como exemplo, o papel fundamental que a malha do Estado de São Paulo cumpre nessa equação de desempenho. Mais especificamente, destaca-se o grande centro de convergência das malhas da ALL, Ferronorte, Novoeste, FCA e MRS no espaço geográfico que engloba a grande conurbação da região de São Paulo, Campinas, Santos e adjacências, maior centro econômico do Brasil, e interligado, por ferrovias, em todas as direções.

Há, entretanto, duas questões fundamentais a equacionar, no médio prazo, nesta e em outras interseções da malha ferroviária. A primeira é relativa à infraestrutura e a segunda, ao domínio institucional. Na questão da infra-estrutura, notam-se dois problemas centrais: a troca de bitola e a transposição da região metropolitana de São Paulo (RMSP). A malha que serve à região Sul do país é de bitola métrica (ALL) e ao chegar na RMSP se conecta aos subsistemas que servem à região Centro-Oeste e ao Triângulo Mineiro e Goiás, em bitola métrica (Novoeste e FCA, respectivamente), e de novo às regiões Centro-Oeste e Sudeste, em bitola larga — Ferroeste e MRS, respectivamente [Lima (2002)].

A troca de bitola se passa em estações situadas em Campinas e dentro da RMSP (Água Branca). Na primeira, atende a cargas vindas do segmento em bitola larga (1,60m) da Ferrobán que, eventualmente, viriam a seguir para a malha que serve à região Sul. Na transposição Sudeste—Sul e Sul—Sudeste, a troca de bitola se daria na RMSP, obrigando a utilização de linhas congestionadas pelo tráfego de trens de passageiros de subúrbio, que têm prioridade sobre o tráfego de cargas [Lima (2002)]. Ocorre, assim, uma superposição de problemas na RMSP — a troca de bitola e a dificuldade quanto à utilização das linhas que transpõem essa região —, criando uma barreira concreta ao desenvolvimento de serviços de transporte de média e longa distâncias que cruzem o maior pólo industrial do país.

Cabe ressaltar que o Plano Diretor de Desenvolvimento de Transportes do Estado de São Paulo (PDDT - 2000), desenvolvido ao longo do ano 2000, iden-

tificou alternativas modais ferroviárias que podem viabilizar um aumento significativo da produção ferroviária no estado. Dentre estas, destacou-se a construção do Ferroanel da RMSP, englobando dois trechos de ligação circulares — Tramo Norte e Tramo Sul — que permitem superar o gargalo para a transposição da RMSP. Ademais, a exemplo do que já ocorre com o Rodoanel, os novos tramos teriam a função de viabilizar Centros de Integração Intermodal em torno da RMSP.

O Tramo Sul interliga as linhas da Ferrobán com as da MRS ao sul da RMSP, viabilizando o tráfego mútuo entre as duas ferrovias, notadamente para aqueles fluxos de passagem de Minas Gerais e Rio de Janeiro para a região Sul e vice-versa. Além disso, o Tramo Sul viabiliza maior integração de acesso ao Porto de Santos de cargas provenientes do Vale do Paraíba e do leste da RMSP, através da conexão das linhas da MRS (bitola larga) com entroncamento da mista da Ferrobán em Evangelista de Souza. O Tramo Norte permite a movimentação de cargas, principalmente de contêineres, da região de Campinas para o Porto de Santos através do sistema cremalheira da MRS, além da transposição de comboios entre o interior do estado e o Vale do Paraíba.

Segundo esse plano, esses segmentos ferroviários seriam complementados por modernos terminais de integração intermodal. De fato, um dos grandes óbices a uma expansão maior do transporte ferroviário continua sendo a operação nos terminais de integração, onde os carregamentos são transferidos entre os modos (ou entre ferrovias de diferentes bitolas) de transporte. Esse fato condiciona a competitividade do intermodalismo a fluxos de média e longa distâncias.

As evidências apontam, atualmente, para um limite inferior de 800 quilômetros, acima do qual os fluxos intermodais começam a ser competitivos. Obviamente, essa distância varia para menos (ou mais) em função da maior (menor) densidade de fluxos em um dado eixo de transporte. Mais ainda, essa distância vem diminuindo em função das novas tecnologias e ganhos de produtividade no transporte intermodal. A penetração na faixa de distância inferior a esse limite também deve se intensificar com o aperfeiçoamento de tecnologias voltadas para a integração intermodal, atualmente em fase de testes (e.g., *road-railers*).

Essa proposta de expansão da infra-estrutura ferroviária de integração, contudo, nos leva a questionar: qual o modelo institucional que dá suporte a essa formulação? Quer dizer, quem constrói, quem financia e para quem operar? Há sustentabilidade financeira nessa formulação, uma vez que as limitadas possibilidades financeiras do atual negócio ferroviário dificilmente atrairiam investidores privados para participar de empreendimento com tamanha envergadura?

As respostas a essas questões envolvem a complexa tarefa de delimitação e de ordenamento de vários interesses, destacando-se o dos estados servidos por essas ferrovias, conforme exemplificado para o caso de São Paulo, de municípios, de

várias concessionárias ferroviárias, dos portos (e.g., Santos) e seus operadores portuários, do governo federal enquanto poder concedente desses serviços públicos, e dos usuários, entre outros. Embora constitua tarefa complexa, os aspectos referentes ao potencial de mercado ferroviário permitem afirmar que não se trata de um jogo de soma nula. Na realidade, todos os atores (públicos e privados) têm a ganhar.

Certamente projetos, como o destacado no exemplo, terão de ser financiados integralmente (ou quase) com recursos públicos federais e estaduais. No processo de negociação desses investimentos com as partes interessadas serão também definidos os critérios de operação e utilização da nova malha e do relacionamento entre concessionárias, em particular no tocante a tráfego mútuo ou direito de passagem.

Cabe ressaltar que nos contratos das cinco concessões das ferrovias limítrofes à Ferroban (Feronorte, Novoeste, MRS, FCA e ALL), as questões conflitantes de intercâmbio e conectividade são remetidas ao órgão regulador do poder público. Com efeito, os contratos não contêm cláusulas efetivamente mandatárias no tocante a tráfego mútuo e acessibilidade.

Essa questão ainda se modifica com o processo de desmembramento operacional da concessão da Ferroban, a partir dos acordos realizados ou em discussão com a ALL, Feronorte, FCA e MRS, principalmente no que se refere aos interesses da Ferroban em termos de sua atuação comercial dentro e fora de sua área de concessão.¹¹ Esses encaminhamentos tendem a acentuar a importância da questão de tráfego mútuo, tanto em termos das definições dos atributos dessas relações, como também quanto à sua intensidade, em particular para atender apropriadamente aos interesses de: *a*) acesso ao Porto de Santos de todas as ferrovias do Sudeste; *b*) conectividade entre FCA, ALL, MRS, Novoeste e Feronorte; *c*) integração à hidrovía Tietê—Paraná; *d*) estabelecimento de tarifas e serviços, em conjunto com outras ferrovias; e *e*) garantias de direito de passagem e/ou tração — em termos e condições razoáveis.

Outra característica notável é a estrutura de consórcios que se formou, ao menos inicialmente, para o controle das concessões ferroviárias, tendo em vista a limitação de 20% de participação máxima de cada grupo controlador (exceto para o Nordeste, onde esse limite foi de 40%). Essa provisão permitiu que vários usuários e outros interessados partilhassem o controle de cada concessão.

11. No início de março de 2002, a Ferropasa Participações, que controla as concessões da Feronorte, Ferroban e Novoeste, informava sobre a criação da Brasil Ferrovias, empresa que fará a gestão unificada dessas malhas. Nessa negociação, a CVRD cedeu sua participação na Ferroban, passando, em troca, a deter o controle do trecho de Paulínia a Uberaba (Mogiana) da Ferroban.

Os efeitos dessa multiplicidade de controle certamente têm um grande alcance no desempenho do sistema ferroviário brasileiro. Inicialmente, uma fração significativa dos conflitos de interesse entre usuários e usuários-operadores é trazida do terreno administrativo do poder concedente para o campo interno das assembleias de acionistas e conselhos de administração dessas concessionárias.

Nesse sentido, deverá o poder concedente procurar entender às possíveis implicações estratégicas dessas composições acionárias, uma vez que terá de julgar ou opinar sobre possíveis mudanças nessas estruturas, ouvido também o Conselho Administrativo de Defesa do Consumidor (Cade). Essas análises devem contemplar, inclusive, as estruturas de controle acionário dos portos e terminais, a que as ferrovias estão, em geral, umbilicalmente ligadas, no sentido de avaliar possíveis ganhos ou perdas de concorrência do sistema de transporte, ou a criação de condições para o exercício do abuso de poder econômico.

A entrada em funcionamento da nova Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), ainda em 2002, deverá permitir a formulação de um enunciado quanto aos princípios econômicos que devem nortear as funções do poder concedente no trato das questões referentes a acessibilidade e tráfego mútuo, propondo, inclusive, inserções nas revisões dos contratos de concessão, ora em discussão, que assegurem, razoavelmente, e induzam a conectividade intra e intermodal ferroviária e, com base em tais princípios, propor protocolos de compromisso que permitam o planejamento e a implantação de investimentos ferroviários visando a essas questões de conectividade.

ABSTRACT

The privatization of the rail network, which started in 1996, is the main motivation for this analysis of the recent performance and perspectives of the sector. The paper first presents an overview of the size and relative importance of the transport sector by mode. The operational and cost structure of the rail sector is then analyzed in detail and compared to its tariffs. The cash flow generation of the rail concessionaires is confronted with the investment needs of the sector for service expansion.

BIBLIOGRAFIA

- BOYER, K. *Principles of transportation economics*. N.Y.: Addison-Wesley, 1997.
- CASTRO, N. Perspectivas do desenvolvimento regional brasileiro. *Perspectivas da Economia Brasileira — 1989*. Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1989.
- . Intermodalidade, intramodalidade e o transporte de longa distância no Brasil. *Planejamento e Políticas Públicas*. Rio de Janeiro: IPEA, dez. 1993.
- . Privatização do setor de transportes no Brasil. In: CASTELAR, A., FUKASAKU, K. (eds.). *A privatização no Brasil: o caso dos serviços de utilidade pública*. BNDES/OECD, 1999.

- . Os desafios da regulação do setor de transporte no Brasil. *Revista Brasileira de Administração Pública*. Rio de Janeiro: FGV, set./nov. 2000.
- . *Formação de preços no transporte de carga*. 2002 (Texto para Discussão Nemesi). [www.nemesi.org.br]
- CASTRO, N., CARRIS, L., RODRIGUES, B. Custos de transporte e a estrutura espacial do comércio interestadual brasileiro. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, v. 29, n. 3, dez. 1999a (Texto para Discussão Nemesi/1999b).
- CHENERY, H. Engineering production functions. *Quarterly Journal of Economics*, New York, v. 63, p. 507-531, Nov. 1949.
- CHIANG, S. J. W. *Economies of scale and scope in multiproduct industries: a case study of the regulated U.S. trucking industry*. Cambridge, Mass.: Massachusetts Institute of Technology, 1981 (Tese de Ph.D.).
- CHIANG, S. J. W., FRIEDLAENDER, A. F. Output aggregation, network effects, and the measurement of trucking technology. *The Review of Economics and Statistics*, Amsterdam, v. 66, n. 2, p. 267-282, May 1984.
- CORRÊA JUNIOR, G., REZENDE, M. L., MARTINS, R. S., CAIXETA-FILHO, G. J. V. Oferta de transportes: fatores determinantes do valor do frete e o caso das centrais de frete. In: MARTINS, R. S., CAIXETA-FILHO, G. J. V. *Gestão logística de transporte de cargas*. São Paulo: Atlas, 2001.
- DART, R. Railroad costs: how much is vital question for shippers and carriers. Transportation week. *Traffic World*, July 20, 1981.
- DERSA. *Fundamentação social e econômica das estratégias do PDDT: estrutura e custos do setor de transporte ferroviário de carga*. 2001 (Relatório Técnico NGT-Consult).
- . *Fundamentação social e econômica das estratégias do PDDT: preços, custos e subsídios no transporte de carga*. 2002 (Relatório Técnico NGT-Consult).
- DODGSON, J., ALVAREZ, P. Rentabilidad de los diferentes servicios de Renfe. In: HERCE, J., RUS, G. de. (eds.). *La regulación de los transportes en España*. Madrid: Fedea, Editorial Civitas S.A., 1996.
- ESPÓSITO, J. R. *Um modelo de custos para o transporte ferroviário*. UFRJ/Instituto de Economia, 2001 (Tese de M.Sc.).
- GEIPOT. *Anuário Estatístico dos Transportes (AET)*, diversos números, Brasília.
- HAKFOORT, J. Public capital, private sector productivity and economic growth: a macroeconomic perspective. In: BATTEN, D., KARLSSON, C. (eds.). *Infrastructure and the complexity of economic development*. Springer 1996.
- HARRIS, R. Economics of traffic density in the rail freight industry. *Bell Journal of Economics*, 1977.
- JARA-DIAZ, S. The estimation of transport cost functions: a methodological review. *Transportation Review*, v. 2, 1982a.
- . Transportation product, transportation function and cost function. *Transportation Science*, v. 16, 1982b.

- KEELER, T. Railroad costs, return to scale and excess capacity. *The Review of Economics and Statistics*, Amsterdam, v. 56, 1974.
- KESSIDES, I. *The Brazilian railroad industry: options for organizational restructuring*. World Bank, 1994 (Relatório, 11.752-BR).
- KESSIDES, I., WILLIG, R. Competition and regulation in the railroad industry. In: FRISCHTAK, C. (ed.). *Regulatory policies in industrializing countries*. World Bank, 1994.
- LIMA, B. *São Paulo e as concessões ferroviárias*. 2002, mimeo.
- MEYER, J. R. Keeping the railroads on track. *Technology Review*, Cambridge, Mass., Feb./Mar. 1984.
- MEYER, J. R., KRAFT, G. The evaluation of statistical costing as applied in the transportation industry. *American Economic Review*, Nashville, v. 51, p. 313-334, May 1961.
- MEYER, J. R., PECK, M., STENANSON, J., ZWICK, C. *The economics of competition in the transportation industries*. Cambridge: Harvard University Press, 1959.
- MOSES, L., LAVE, L. *Cost-benefit analysis for inland navigation improvements*, v. 1. Chicago: Northwestern U., Report to the U.S. Corps of Engineers, 1970 (IWR Report, 70-74).
- OUM, T., WATERS II, W. Recent developments in cost function research in transportation. In: RUS, G. de, NASH, C. *Recent developments in transport economics*. Ashgate, Brookfield, 1997.
- PDDT. *Plano Diretor de Desenvolvimento de Transportes do Estado de São Paulo — 2000*. Governo do Estado de São Paulo, 2000.
- SPADY, R., FRIEDLAENDER, A. *Econometric estimation of cost functions in the transportation industries*. Cambridge, Mass.: MIT, Center for Transportation Studies, 1976 (Report, 76-13).
- THEIL, H. *A system-wide approach to microeconomics*. Chicago: The U. of Chicago Press, 1980.
- WALTERS, A. Production and cost functions: an econometric survey. *Econometrica*, v. 31, p. 1-2, Jan./Apr. 1963.
- WATERS, W. Statistical costing in transportation. *Transportation Journal*, Chicago, Spring 1976.
- WILSON, G. W. On the output unit transportation. *Land Economics*, Madison, v. 35, p. 266-276, Aug. 1959.
- WINSTON, C. Conceptual developments in the economics of transportation. *Journal of Economic Literature*, v. 23, Mar. 1985.

(Originais recebidos em abril de 2002. Revistos em junho de 2002.)