"A FEA e a USP respeitam os direitos autorais deste trabalho. Nós acreditamos que a melhor proteção contra o uso ilegítimo deste texto é a publicação online. Além de preservar o conteúdo motiva-nos oferecer à sociedade o conhecimento produzido no âmbito da universidade pública e dar publicidade ao esforço do pesquisador. Entretanto, caso não seja do interesse do autor manter o documento online, pedimos compreensão em relação à iniciativa e o contato pelo e-mail bibfea@usp.br para que possamos tomar as providências cabíveis (remoção da tese ou dissertação da BDTD)."

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA E ADMINISTRAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

DEDALUS - Acervo - FEA

20600003677

OS TRANSPORTES RODOVIÁRIOS E FERROVIÁRIOS DE CARGA NO BRASIL
- - UMA ANÁLISE COMPARATIVA - -

80545

CLAUDIO FELISONI DE ANGELO

Tese apresentada ao Departamento de Economia, da Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo, por Claudio Felisoni de Angelo, sob a orientação do Professor Dr. Denisard Chêio de Oliveira Alves, para a obtenção do título de Doutor em Economia.

SÃO PAULO

- 1985 -

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não poderia ter sido concluído, não fosse a participação e o estímulo de muitas pessoas que, com a experiência, o conhecimento e a amizade me ajudaram, e muito, nesta tarefa.

Sou grato especialmente ao Professor Dr. Denisard C. O. Alves que, desde o meu ingresso no programa de mestrado, sempre foi uma presença importante em minha formação acadêmica. Neste trabalho, mais uma vez, encontrei seu apoio, ajuda e compreensão.

Ao Professor Dr. Eleotério Prado quero agradecer sua inestimável colaboração em todas as fases desta pesquisa. Tive a oportunidade de discutir com o Professor Eleotério as diferentes etapas deste estudo, colhendo várias e importantes sugestões.

Agradeço ao Professor Dr. Fernando H. Melo que, por ocasião do exame de qualificação, nos fez diversas observações de grande relevância. Procurei empreender todo o esforço no sentido de incorporar, nesta versão final, suas valiosas considerações.

Desejo externar, igualmente, meus sinceros votos de agradecimentos ao Professor Dr. Pierre J. Erlisch, da EAESP-FGV, com quem discuti as primeiras idéias deste estudo.

Gostaria de agradecer, também, a todos os amigos da FIPE, RFFSA, FEPASA, GEIPOT, DERSA, DNER, ABIFER, Revista TRANSPORTE MODERNO e SEADE. Não poderia deixar de fazer uma menção especial aos nomes do Professor Dr. Adriano Romariz Duarte, Professor Dr. Simão Silber, Professor Dr. Ivo Torres, Léo Robles, Afonso C. Bissoli, Roberto Chofhi, Oswaldo A. Regazzine, Fabio Kowarick, João Yuasa, Neuto Gonçalves dos Reis e Ricardo Radovan.

Agradeço os trabalhos de revisão e datilografia das amigas Professora Edith Amorim e Nice H. Jacinto.

O meu reconhecimento se dirige, ainda, à Fundação de Pesquisas Econômicas - FIPE que me forneceu as condições materiais para execução deste trabalho.

Resta esperar que o esforço destas pessoas que me ajudaram esteja consubstanciado no nível e qualidade do trabalho que ora apresento. Evidentemente, os eventuais erros e omissões, que possam ser encontrados, são de minha inteira responsabilidade.

Devo, finalmente, um profundo e carinhoso agradecimento à minha esposa Rose, minhas filhas, Maria Claudia e Maria Fernanda, e ao meu pai Norberto.

ABSTRACT

Transport plays a fundamental role in the process of economic development in any country.

The basic aim of this essay has been to set a comparative analysis of freight road and railway transport in Brazil.

We have at first tried to evaluate the importance of transport, concentrating on the effects of investments in the sector over the mobility of input and output, competitiveness of exports, incorporation of new areas and reduction of prices in the internal market.

By examining the international scene, we have found out that, as a rule, it has been necessary to concentrate for a certain period of time a considerable amount of capital in order to endow the economy of highly developed countries with suitable conditions of mobility. In economically more advanced countries, in general, the initial integration of the market was achieved by means of railway and water transport.

The growth of transport in Brazil aimed, in its initial steps, at covering the needs for an exporting economy. Thus some railway and inland waterway systems which were then developed were inadequately interconnected, showing that their construction had nothing to do with the integration of the economy of the country.

Such integration, which was only a partial one, took place much later and was determined by the process of industrialization, based on considerable stimulation to highway

construction.

The concentration of capital for a long time on the highway system, apart from preventing the expansion of other kinds of transportation, caused the deterioration of railroads and waterways. By comparatively analysing the qualitative factors associated to the choice of the means of transportation (highway - railway), we can understand the reasons why highway transport is still much more important than other ways of transportation.

This situation has been modified, because each form of transport has its own features and conditions of suitability. That is why we have tried to discuss some important aspects, which should direct the planning of this sector, e.g., operation and maintenance costs, construction costs and energy consumption.

As far as operational and maintenance costs are concerned, a substantial advantage of the railway form has been identified.

As to the expenses with laying out lines of railway, figures have shown, that investments are often much higher than those needed for the construction of a highway.

By means of a simulation, total costs, operation and construction for both ways have been compared. Results have made it clear that, in dense flows, railways are significantly more advantageous than highways. Highways, however, cannot be neglected, especially in complementary operations, where lower densities of flows make the flexibility of the lorry an insuperable attribute.

On the other hand, we have tried to show that, in spite of the precarious conditions of railway lines, there

iii.

are important segments in good conditions, which might be better used, at relatively low costs.

As to the problem of energy, we have come to the conclusion that the development of the railway system for the transport of goods might save up a considerable amount of diesel.

We hope that this essay will throw some light on the problems of freight transport and provide a suitable planning of this sector with an economic analysis.

INDICE

Apresentação

Capítulo I – A Evolução do Setor Transportes

– Introdução	4
– I.1 - A Importância dos Transportes no Processo de Desenvolvimento	6
– I.2 - Transporte e Desenvolvimento – A Experiência Internacional	9
– I.3 - Os Transportes no Brasil	16

Capítulo II – Fatores Determinantes na Escolha da Modalidade de Transportes

– Introdução	35
– II.1 - Estrutura Atual do Transporte Rodoviário de Carga	36
– II.2 - Estrutura Atual do Transporte Ferroviário de Carga	41
– II.3 - A Escolha da Modalidade	46
– II.4 - Demanda de Transporte Ferroviário – O Caso do Transporte de Soja	58

Capítulo III – Custos Operacionais Rodoviários e Ferroviários

– Introdução	62
– III.1 - Custos – Aspectos Gerais	63
– III.2 - Custos Rodoviários – Operação e Manutenção de Rodovias	67
– III.2.1 – Custos Operacionais dos Caminhões..	67
– III.2.2 – Custos de Manutenção de Rodovia ...	81

- III.3 - Custos Ferroviários - Operação e Manutenção....	v. 86
Capítulo IV - <u>Custos de Implantação de Rodovias e Ferrovias</u>	
- Introdução	99
- IV.1 - Custos de Implantação de Rodovias	100
- IV.2 - Custos de Implantação de Ferrovias	104
- IV.3 - Avaliação da Componente de Investimento em Moeda Estrangeira na Construção de Rodovias e Ferrovias	109
- IV.4 - Comparação Geral de Custos	112
- IV.5 - Estudo de Caso - A Construção de Variante Helvética-Mayrink	116
Capítulo V - <u>Energia e os Transportes Rodoviário e Ferroviário de Carga</u>	
- Introdução	128
- V.1 - A Crise do Petróleo e a Economia Brasileira	130
- V.2 - Consumo de Energia no Setor Transportes	137
- V.3 - Consumo de Diesel nos Transportes de Carga - Simulações	146
- V.4 - O Problema da Eletrificação Ferroviária.....	151
Capítulo VI - <u>Sumário e Conclusões</u>	157
<u>Anexos</u>	164
<u>Bibliografia</u>	175
<u>Lista de Tabelas</u>	180
<u>Lista de Figuras</u>	183

APRESENTAÇÃO

Os transportes se constituem num dos mais importantes setores da atividade econômica. Por meio dele se estabelece a interação a nível nacional e regional dos diferentes setores.

Exercendo um papel importante de intermediação em qualquer país, os transportes têm, evidentemente, um peso considerável no nível de eficiência do sistema econômico.

Em razão desta inquestionável importância, o setor Transportes tem atraído a atenção dos técnicos das mais diferentes áreas e de pesquisadores de modo geral. Particularmente a partir de 1974, com o primeiro choque do petróleo, nota-se uma preocupação mais acentuada com os problemas relacionados à operação dos transportes no mundo todo.

No Brasil verifica-se o mesmo comportamento. Em nosso país o modo rodoviário aumentou progressivamente sua participação no atendimento dos fluxos de mercadorias e pessoas, alcançando uma posição de inegável predomínio. Baseando-se, de um lado, nestas constatações e sentindo, de outro, a pressão das restrições externas, face ao encarecimento do petróleo e seus derivados, começou-se a dar especial atenção aos problemas relacionados ao setor Transportes.

Dentro desta linha de pensamento, passou-se a defender o crescimento da participação relativa das modalidades poupadoras de energia, mais especificamente de diesel. Descortinava-se assim a opção pela ênfase aos transportes sobre trilhos (ferrovia e metrovia), bem como ampliavam-se as possibilidades de melhoria e expansão do sistema hidroviário.

Embora a questão energética seja de suma importância, a escolha adequada da modalidade a ser utilizada no atendimento de determinado fluxo, não deve, evidentemente, ser condicionada exclusivamente a esse critério. Outros aspectos como os custos operacionais, os custos de manutenção e os investimentos para implantação dos sistemas não podem deixar de ser considerados.

Um dos pontos positivos da crise do petróleo foi, sem dúvida, a conscientização da necessidade de discutir e buscar soluções no sentido de racionalizar e melhorar a utilização de nosso sistema de transporte. Todavia a análise dos problemas enfrentados pelo setor, bem como a orientação para a solução dos mesmos, devem ser buscadas num contexto mais amplo, no qual a questão energética é apenas uma parte.

Neste trabalho pretendemos estudar os transportes rodoviário e ferroviário de carga dentro de uma visão comparativa, contribuindo deste modo com uma parcela para a orientação da Política Nacional de Transportes. Para cumprir esse objetivo desenvolvemos este trabalho em seis capítulos.

No primeiro capítulo analisamos mais detalhadamente o papel dos Transportes no desenvolvimento econômico. Discute-se a experiência internacional e enfatiza-se a necessidade de execução de um planejamento coordenado do setor, condicionando o raio de atuação de cada modalidade à economicidade da respectiva operação. Estudamos ainda, nesse capítulo, a evolução dos transportes de carga no Brasil, destacando as razões que conduziram a um crescimento substancial da representatividade do modo rodoviário.

No capítulo II a preocupação central é a de identificar e comparar os fatores responsáveis pela escolha do tipo

de transporte. Esta discussão permitirá uma melhor compreensão das condições atuais do sistema de transportes, particularmente no que diz respeito ao tráfego de mercadorias.

No capítulo III examinamos os custos operacionais e de manutenção dos modos rodoviários e ferroviários.

No capítulo IV cotejamos os investimentos para a implantação de rodovias e ferrovias, e realizamos, no final, uma análise comparativa geral de custos, isto é, incluindo as despesas de construção, operação e manutenção.

O capítulo V é reservado à discussão das relações entre a questão energética e o setor Transportes. Após um rápido exame do impacto da crise do petróleo sobre a economia brasileira, avaliamos a importância dos transportes no consumo de energia. Atenção especial é dada ao gasto energético em diesel nas movimentações de carga.

Finalmente no capítulo VI fazemos um sumário das partes anteriores e apresentamos as conclusões centrais desse trabalho.

CAPÍTULO I — A EVOLUÇÃO DO SETOR TRANSPORTES

Introdução

O sistema de transportes desempenha papel extremamente relevante no processo de desenvolvimento econômico de um país. Assim sendo, neste capítulo, iniciamos discutindo as funções dos transportes, procurando enquadrar a importância do setor dentro de sua real perspectiva.

Na seção 2, examinamos a experiência internacional, focalizando o esforço das nações hoje desenvolvidas no sentido de prover os respectivos países da infra-estrutura de transportes necessária à consecução dos objetivos de expansão econômica. Esta análise se desenvolve considerando três pontos fundamentais: o grau de prioridade dada ao setor, a distribuição dos recursos entre as modalidades e a participação do Estado no estímulo e/ou execução dos programas de transporte. À luz da experiência destes países procuramos refletir nas possibilidades das nações subdesenvolvidas enfrentarem o problema da mobilidade. Enfatiza-se, neste sentido, a contribuição do planejamento do setor, que coordenado com os objetivos a nível nacional, permita não apenas a alocação adequada de recursos, mas também a distribuição racional dos mesmos entre as diferentes modalidades.

A seção 3 foi dedicada à discussão do caso do Brasil. Salientamos as transformações econômicas decorrentes do

processo acelerado de industrialização, situando, principalmente, a expansão do sistema rodoviário no bojo desta reordenação econômica. Finalizamos esta parte e o capítulo, analisando de modo comparativo a situação brasileira com outros países, destacando a importância de cada modalidade no atendimento dos fluxos de carga.

I.1 - A Importância dos Transportes no Processo de Desenvolvimento

O processo de desenvolvimento econômico caracteriza-se por uma série de transformações econômicas e sociais, da qual resultam as condições potenciais a uma melhoria no padrão de vida dos diferentes segmentos da população.

Normalmente são indicados como pontos importantes para o desenvolvimento o aperfeiçoamento da agricultura, a industrialização, o suprimento de capitais e a disponibilidade de talento administrativo. Além destes aspectos a literatura tem atribuído papel destacado à contribuição do setor Transportes no crescimento econômico. De fato, isto se deve ao reconhecimento de que a ação dos fatores acima relacionados depende, e muito, do grau de mobilidade existente.

A implantação de uma estrutura adequada de transportes é, sem dúvida, uma condição necessária, porém, não suficiente para o desenvolvimento. Os investimentos nesta atividade têm significativos efeitos para a economia do país. Devem ser vistos como uma parcela dos recursos alocados na produção de um serviço intermediário, utilizado por todos os agentes econômicos.

Um sistema de transportes eficiente facilita a mobilidade de insumos e produtos finais, amplia a competitividade das exportações, estimula o desenvolvimento e a incorporação de novas regiões, colabora na redução dos preços dos produtos comercializados no mercado nacional, e permite a incorporação de recursos naturais subutilizados ou não utilizados.

No que tange à melhoria do grau de mobilidade de insumos e produtos, o setor desempenha um papel particularmente

importante. Facilitando o acesso às várias regiões, estabelecem-se as condições para que os diversos agentes econômicos reajam às diferenças observadas nos preços relativos. Isto concorre para que se amplie o crescimento econômico, atenuando-se assim as desigualdades inter-regionais que, provavelmente, ocorrerão no decorrer do processo de desenvolvimento.

De outro lado, os investimentos em transporte têm um efeito bastante significativo na melhoria da competitividade das exportações. Nos países subdesenvolvidos a pauta de exportações concentra-se de modo geral, em mercadorias de baixo valor por unidade, o que torna as vantagens da comercialização do produto muito mais vulneráveis às condições de transporte. O comprometimento do setor Transportes pode, deste modo, significar restrições sérias à entrada de divisas e, portanto, ter reflexos adversos para a continuidade e o aprofundamento do processo de desenvolvimento.

Por outro lado, a implantação de determinadas facilidades de transporte, tais como a abertura de uma rodovia, desde que cuidadosamente planejada, permite a incorporação das regiões de grande potencial no esforço conjunto no sentido do crescimento. Os benefícios daí derivados seriam não só decorrentes das possibilidades oferecidas pelas áreas geográficas integradas, mas também aqueles resultantes da expansão no tamanho relativo do mercado nacional.

Papel igualmente importante é desempenhado pelo setor, na incorporação de recursos naturais subutilizados ou não utilizados. O desenvolvimento da indústria, o aperfeiçoamento da agricultura, e mesmo as necessidades de exportação exigem a disponibilidade permanente dos mais diversos recursos naturais. O setor Transportes deve ser adequadamente dimensio-

nado, de modo a ser capaz de deslocar os insumos necessários aos diferentes segmentos das atividades agrícola, industrial e comercial.

Os investimentos em transporte colaboraram ainda na redução dos preços dos produtos comercializados no mercado interno. No caso da agricultura, a contribuição dos transportes é mais significativa tendo em vista o impacto redistributivo associado. Dada a baixa elasticidade — renda da demanda por alimentos, gastos com os mesmos representam proporções relativamente mais elevadas nos orçamentos das famílias de nível de renda mais baixo. Desse modo, se os investimentos em transportes concorrerem para diminuir os custos de alimentos ao consumidor final estarão, em consequência, auxiliando na melhoria da distribuição de renda.

Uma vez analisada a contribuição dos investimentos em Transportes no processo de desenvolvimento, seria interessante estudar de que modo este efetivamente ocorreu nos países hoje desenvolvidos. A experiência internacional fornecerá parâmetros de comparação, que poderão ser utilizados na análise da evolução do setor Transportes nacional. Porém, mais do que isso, o conhecimento do caminho trilhado por outros países constitui-se em elemento valioso para a formulação adequada de diretrizes, visando o desenvolvimento futuro do setor no Brasil.

I.2 - Transporte e Desenvolvimento - A Experiência Internacional

Ao avaliar a experiência de outros países em termos do papel dos transportes no processo de desenvolvimento, três aspectos devem ser destacados: o primeiro refere-se ao grau de prioridade dada ao setor, e pode ser dimensionado pelo volume de recursos alocados; o segundo está ligado à distribuição dos recursos entre as diferentes modalidades, ou seja, refere-se à importância atribuída às rodovias, ferrovias, nos diferentes estágios do processo de desenvolvimento; finalmente devemos considerar também o grau de participação dos setores público e privado no desenvolvimento dos transportes nos diferentes países.

No caso dos Estados Unidos, até fins do século XVII, o comércio interior restringia-se quase que inteiramente aos produtos agrícolas, que podiam ser transportados por via marítima. O transporte terrestre consistia de poucos produtos de alta densidade econômica que absorviam os altos custos do transporte por animais, através de estradas precárias e atalhos.

Até o início do século XIX as melhorias das condições de mobilidade resultaram da iniciativa de investidores particulares, auxiliados, em parte, pelos governos municipais e estaduais. Estes esforços concentraram-se basicamente na implantação de vias terrestres e a abertura de canais. A abertura dos canais, propiciando significativas reduções no custo de movimentação de pessoas e cargas, criou condições propícias à alavancagem do processo de crescimento. Nesta etapa, contudo, as obras executadas foram realizadas sem um planejamento em

termos gerais, e não contaram com o apoio financeiro do governo central.

Somente após o advento da máquina a vapor e de sua utilização nos transportes ferroviários e aquáticos, é que se observa um amplo programa de transportes orientado pelo governo nacional, no sentido de ampliar o grau de mobilidade da economia americana. O Estado porém não atuou diretamente, estimulou a iniciativa privada a investir principalmente em ferrovias, concedendo empréstimos a juros subsidiados, isenções de impostos e até doações de terras de acordo com a extensão das estradas instaladas. Além disto os governos estaduais e municipais ofereceram diversos favores a investidores interessados em aplicar em ferrovias, tais como: bonificações, compra de ações, abatimentos de impostos, etc.

Nesta fase o sistema de transportes nos Estados Unidos atuou como um importante instrumento de promoção do processo de crescimento econômico. Exemplos marcantes desta participação podem ser encontrados na ligação do leste com as regiões mais ricas em recursos naturais, e a expansão das modalidades ferroviária e hidroviária no transporte para o interior, que permitiu reduções substanciais de preços, favorecendo a ampliação do mercado nacional.

A concentração dos investimentos no modo ferroviário, deixou, entretanto, os Estados Unidos, ao final do século XIX, com um sistema rodoviário totalmente inadequado às necessidades impostas pelo crescimento dos fluxos de produtos e pessoas. Face a essas pressões instalou-se em Washington o primeiro escritório de Informações Rodoviárias. Seu objetivo era de distribuir os fundos federais para os Estados e Municípios que deveriam aplicá-los, segundo normas pré-estabelecidas pela

agência central, na construção e manutenção de rodovias. Porém, com o advento da indústria automobilística o sistema rodoviário foi fortemente impulsionado. Num espaço de vinte anos, de 1920 a 1940, 1.600.000 quilômetros de estradas foram pavimentadas, representando um gasto, incluindo a manutenção das rodovias, de mais de US\$ 40 bilhões.⁽¹⁾

Na França o desenvolvimento do setor Transportes está estreitamente associado à expansão do sistema ferroviário. O governo estabeleceu, desde o início, as rotas que deveriam ser ligadas e os padrões técnicos básicos para a implantação do sistema ferroviário. A execução dos projetos decorreu de uma associação do Estado com as empresas particulares, às quais se concedia um subsídio substancial por quilômetro construído. Deixou-se também ao encargo da iniciativa privada os investimentos para aquisição e reposição do equipamento.

Na Alemanha o crescimento dos transportes se deu, também, a partir do crescimento da rede férrea. Embora o papel do Estado tenha sido tão relevante quanto na França, as tarefas de planejamento e controle do desenvolvimento ferroviário foram realizadas de modo descentralizado.

No Japão, o programa de transportes foi inserido dentro de um plano global que visava agilizar a industrialização do país. O governo concentrou uma grande parte dos recursos disponíveis para a melhoria da rede de transportes. Apenas para se ter uma idéia do volume de recursos destinado ao setor, basta verificar que a participação dos investimentos em

(1) Owen, W (1975) Estratégia para os Transportes, Biblioteca Pioneira de Administração e Negócios.

transporte representou, em 1896, 56% do total do capital investido na economia japonesa, participação esta que declinou para 49% em 1913, e 36% em 1929.⁽¹⁾ Os transportes ferroviários e hidroviários se desenvolveram bastante, tanto na movimentação de pessoas quanto de mercadorias, somente em anos mais recentes é que se observou um crescimento mais acentuado do transporte rodoviário.

No Canadá o Estado também desempenhou papel igualmente relevante na expansão do setor Transportes. Dois aspectos justificam tal comportamento. Em primeiro lugar, dadas as dimensões territoriais do país e a concentração da população na costa leste, dificilmente a rentabilidade e os prazos de maturação dos projetos poderiam vir a interessar a iniciativa privada. Em segundo lugar, razões políticas exigiam a integração do território nacional numa velocidade incompatível com o ritmo de investimentos que poderiam ser eventualmente aplicados pelo setor privado.

O sistema de transportes do Canadá foi, sem dúvida, um elemento extremamente importante para o desenvolvimento econômico do país. Em fins do século XIX, a implantação de ligação ferroviária leste-oeste, investimento de elevado risco, ajudou a incorporar novas áreas ao sistema econômico, ao mesmo tempo em que possibilitou a descoberta de várias fontes de recursos naturais. O crescimento industrial do país foi acelerado logo após a primeira guerra mundial, graças ao estabelecimento do eixo ferroviário troncal norte-sul, facilitando a co-

(1) Owen, W (1975), opus cit.

municação com o mercado norte-americano.

A União Soviética, bem como a maior parte dos países do bloco socialista, investiram basicamente no transporte ferroviário. No caso específico da União Soviética a ênfase foi motivada pelas distâncias a serem vencidas e pela grande concentração da produção na indústria pesada de bens de capital. Além disto, a implantação das linhas ferroviárias foi amplamente favorecida pelas condições topográficas do país.

A forte concentração de recursos no transporte ferroviário dificultou, contudo, o estabelecimento de complementaridades entre os diferentes tipos de transporte, induzindo a substanciais elevações de custo na movimentação de pessoas e mercadorias.

No desenvolvimento do sistema de transportes da Inglaterra a tônica do processo foi a não intervenção do Estado. De fato, o papel do governo foi mais o de um regulador, não interferindo na expansão do sistema de nenhuma das modalidades.

As rodovias eram construídas por particulares, a quem era dado o direito de cobrar pedágios; o governo, por seu turno, limitava-se a autorizar e fiscalizar as taxas de lucro das companhias operadoras. O mesmo espírito prevaleceu na construção e operação dos canais e ferrovias.

No caso inglês, ao contrário do verificado nos outros países, o crescimento do sistema ferroviário concentrou-se em regiões já desenvolvidas, com linhas de extensão relativamente curtas, o que acabaria por acarretar sérias dificuldades futuras para a integração nacional.

Alguns aspectos devem ser ressaltados quando discutimos a experiência internacional. Em primeiro lugar em todos os países analisados, exceção feita à Inglaterra, foi ne-

cessário concentrar, num determinado período, grandes parcelas de recursos, com a finalidade de gerar condições adequadas de mobilidade para os fluxos de passageiros e mercadorias. Um segundo ponto é que o Estado desempenhou papel fundamental no planejamento e na execução dos programas de transporte. O caso inglês é diferente dos demais países desenvolvidos, pois o processo de transformação de sua economia foi extremamente lento. Isto permitiu que as próprias forças de mercado orientassem a implantação do sistema de transportes. O terceiro aspecto que deve ser mencionado é que, para a maioria dos países desenvolvidos, a expansão do transporte rodoviário se sobrepôs a uma estrutura ferroviária e hidroviária relativamente bem desenvolvida.

Colocadas as observações acima, elas nos remetem a algumas questões importantes. Como vimos, os países que hoje contam com um elevado grau de mobilidade, foram forçados a executar um grande esforço de investimento para desfrutar das condições atualmente vigentes, de que modo os países subdesenvolvidos poderão, tendo em vista suas restrições, enfrentar tal empreendimento? E mais do que isso, seria possível alcançar níveis adequados de mobilidade num menor espaço de tempo?

O desenvolvimento tecnológico abriu novas perspectivas, de que não dispunham no passado os países hoje desenvolvidos. Acreditamos, porém, que as maiores possibilidades de dotar os países subdesenvolvidos de condições mais eficientes de movimentação no menor espaço possível de tempo, estão estreitamente associadas à realização de um planejamento adequado do setor, inserido, evidentemente, no contexto geral da política desenvolvimentista: "... dentro das economias hoje desenvolvidas, as modificações tecnológicas e o aumento de capital em

cada setor se processaram de forma quase contínua, por absorções infinitésimas, realizadas desde a revolução industrial. Isso significa que o sistema de preços era sujeito a pressões contínuas, de proporções manejáveis e podia, portanto, orientar mais ou menos adequadamente os fatores de produção. Ora, o caso dos países subdesenvolvidos atuais é exatamente o oposto disso; a introdução de tecnologia se faz de maneira descontínua, aos saltos, o que produz desequilíbrios de magnitude dificilmente absorvíveis pelo sistema de preços, a não ser à custa de altas e baixas muito violentas, que tornam o custo social do desenvolvimento insuportável, principalmente para as classes trabalhadoras. Para que o sistema de preços possa funcionar adequadamente, portanto, impõe-se que as modificações estruturais mais importantes sejam previstas e superadas antes de se tornarem um fator impeditivo da aceleração do desenvolvimento econômico." (1)

Apesar das transformações relativamente lentas das economias desenvolvidas, o crescimento do setor transportes de modo geral, foi planejado graças a uma participação ativa do Estado. Nas primeiras fases estimulou-se os modos ferroviário e hidroviário, posteriormente, com o desenvolvimento da indústria automobilística e com a conseqüente expansão da rede rodoviária, gerou-se um sistema de transportes razoavelmente bem integrado. Na União Soviética, contudo, a permanente concentração dos recursos no modo ferroviário impediu que se estabelecesse uma rede rodoviária eficiente, capaz de coletar e distribuir o tráfego nos pontos de origem e destino.

(1) Netto, A. D (1966) Planejamento para o Desenvolvimento Econômico, pp. 13

I.3 - Os Transportes no Brasil

Inúmeros fatores e circunstâncias adversas dificultaram o desenvolvimento dos transportes no Brasil. Dificuldades naturais, como a Serra do Mar, a desuniforme distribuição demográfica, a falta de combustíveis e a escassez de energia elétrica compõem um conjunto de poderosas forças que se antepuseram, por muito tempo, à expansão do setor no país.

A ocupação do território nacional fez-se na primeira fase, no sentido periférico, isto é, ao longo do mar. Posteriormente, os bandeirantes iniciaram a penetração do interior, desbravamento este que teve continuidade com a descoberta das Minas e a atividade pecuária.

O início da era dos transportes no Brasil, foi marcada por dois eventos de grande importância histórica: a abertura dos portos ao comércio exterior, e a proclamação da independência em 1822. Neste período, marcado por notável expansão econômica, teve início a construção das estradas de ferro: Visconde de Mauá (1854); E. F. D. Pedro II (1858); Recife - São Francisco (1860) e a Santos - Jundiaí (1866). No que diz respeito a rodovias e navegação, os resultados obtidos, até então, eram pouco significativos.

O desenvolvimento das estradas de ferro e do sistema portuário estão diretamente ligados à característica exportadora da economia brasileira. Neste sentido, procurava-se melhorar e expandir o modo ferroviário que, combinado aos portos, formava o binômio ferrovia-porto, vital para manutenção do equilíbrio econômico do sistema.

Tanto a construção de portos quanto a implantação de linhas ferroviárias receberam grandes estímulos governamen-

tais. Em 1890, o Estado já era proprietário de dez ferrovias, inclusive da E. F. Central do Brasil, a mais importante de todas. A partir de 1901 iniciava-se um processo de aquisição de ferrovias de propriedade estrangeira com tal intensidade que, em 1920, cerca de 67% da extensão total da rede ferroviária do país pertencia aos governos federal e estadual. De outro lado, o Estado assumiu todos os riscos dos investimentos portuários, por meio de uma taxa garantida de retorno, o que induziu o aparelhamento pela iniciativa privada dos portos de Santos, Manaus e Rio de Janeiro. Além disto o Estado atuou diretamente no setor portuário, investindo na melhoria de outros portos e participando da operação dos mesmos.

Com o declínio da agricultura exportadora e a ascensão da indústria como centro dinâmico da economia brasileira, o setor ferroviário vai progressivamente perdendo a participação na movimentação de pessoas e cargas.

De 1929 a 1945 o Brasil entra em uma nova etapa de sua história. Nesses anos de crise e de guerra a indústria eleva substancialmente sua participação no produto e no emprego. Este processo de industrialização exigiu a integração das diferentes regiões, de forma a permitir uma maior mobilidade de matérias-primas e produtos acabados.

O sistema ferroviário, implantado para atender às necessidades de uma economia exportadora com ferrovias dirigidas do interior para os portos regionais, revelou-se inadequado para responder aos estímulos do intenso processo de industrialização. Como afirma Barat: "As profundas transformações estruturais de economia brasileira colocaram gradativamente, como elementos mais importantes no movimento geral de carga, os fluxos de bens intermediários e finais para atendimento do

mercado interno. A capacidade instalada e a operação do sistema ferroviário não foram flexíveis ou eficientes para transportar os acréscimos substanciais na oferta final de bens resultantes da industrialização. O sistema econômico primário — exportador brasileiro, além disso, dada a dimensão continental do país, sempre foi a agregação de economias exportadoras regionais, isoladas uma das outras. Os sistemas ferroviários regionais, por conseguinte, devido à origem dos seus traçados, contribuíram pouco para a unificação dos mercados e a integração da fronteira agrícola em expansão, necessárias à consolidação das etapas superiores do processo de industrialização". (1)

As rodovias com custos de implantação menores e com prazos de maturação do investimento inferiores mostraram-se a opção adequada à nova ordem econômica que começava a se instalar no país. (2)

Restrições de natureza técnica associadas à topografia acidentada do país, em particular em suas regiões mais desenvolvidas, implicariam num volume considerável de recursos iniciais, caso programas de construção ferroviária fossem implementados. Embora o montante inicial de recursos não constitua critério adequado de avaliação econômica de projetos, diante da presença de imperfeições no mercado de capitais, passa a adquirir importância para alocação intermodal.

Por outro lado, a construção de uma rodovia é menos exigente em termos técnicos, e pode além disto ser implan-

(1) Barat, J (1978) A Evolução dos Transportes no Brasil, FIBGE/IPEA, pp.23.

(2) No capítulo IV analisamos de modo comparativo os custos de implantação de rodovias e ferrovias.

tada e utilizada em etapas: "Além de oneroso, um projeto ferroviário não permite, ao contrário do rodoviário, o seu aproveitamento progressivo de simples picada ao caminho de serviço, da estrada de leito natural passando pela revestida de forma primária até o estágio de asfaltamento. Ao longo de todo esse processo a estrada é usada...".⁽¹⁾ Além disto, como o horizonte político é, em geral, menor do que o econômico, investimentos em estradas de rodagem se transformaram em importante fonte de obtenção de ganhos políticos para administradores públicos.

Entre 1949 e 1955, o governo passou a estimular a substituição de importações, contudo, manteve uma atitude pacífica em relação à industrialização. Somente a partir de 1956 é que se procurou uma diversificação e aceleração, do processo industrialização, com a participação direta do governo. A expansão do setor rodoviário que já vinha ocorrendo com os surtos industriais, observados no período anterior, ganhou enorme intensidade a partir de 1945. O decreto nº 8463 de 1945, conhecido como "Lei Joppert", que criava o DNER — Departamento Nacional de Estradas de Rodagem — deu o primeiro grande impulso para a expansão do sistema rodoviário. A partir daí o setor passou a contar com recursos do Fundo Rodoviário Nacional, constituído principalmente, pela arrecadação do Imposto Único sobre Lubrificantes Líquidos e Gasosos — IUCLLG.

A continuidade do processo de industrialização, particularmente a expansão da indústria automobilística nacio-

(1) Richbieter, K (1980) O Transporte Rodoviário de Carga e a Integração Econômica, Seminário Multimodal 80, setembro, São Paulo, pp. 3.

À minha esposa, Rose,
às minhas filhas,
Maria Claudia e
Maria Fernanda,
ao meu pai, Norberto,
e à memória de
minha mãe, Yolanda.

nal, acentuaram cada vez mais o dinamismo dos transportes rodoviários no Brasil. A partir do final da segunda guerra mundial até anos mais recentes, os recursos destinados ao modo rodoviário (via e veículos) mantiveram-se em níveis muito superiores aos registrados no setor ferroviário. A Tabela I.1 apresenta a média dos investimentos por modalidade nos períodos 1960-70 e 1971-81. Como podemos verificar os recursos aplicados em vias e veículos⁽¹⁾ rodoviários ultrapassam de quatro a cinco vezes aqueles destinados ao transporte ferroviário.

TABELA I.1
INVESTIMENTOS EM TRANSPORTE SEGUNDO A MODALIDADE
(%)

MODOS	1960/70	1971/81
Rodoviário	66,8	63,5
Ferroviário	14,0	15,3
Hidroviário	10,6	12,5
Aeroviário	6,4	5,7
Dutoviário	2,1	3,0
Rodovia/Ferrovia	4,8	4,2

Fonte: GEIPOT, Anuário Estatístico dos Transportes, vários números.

(1) Considerado só o valor da produção de caminhões e ônibus.

A concentração de recursos no modo rodoviário está refletida na expansão da rede viária e na frota dos diferentes tipos de veículos. A Tabela I.2 mostra a evolução da rede rodoviária e ferroviária. Em 1950 a extensão total das estradas brasileiras (federais e estaduais) era de 55.900 km, passando para 204.531 km em 1981. A malha ferroviária por sua vez sofreu reduções contínuas com a desativação de ramais tornados antieconômicos, em decorrência da própria expansão do transporte rodoviário.

TABELA I.2
EXTENSÃO DA REDE RODOVIÁRIA E FERROVIÁRIA

ANOS	EXTENSÃO (km)	
	RODOVIAS (Federais + Estaduais)	FERROVIAS
1950	55.900	35.681
1960	108.277	37.230
1970	181.011	31.848
1981	204.531	29.340

Fonte: Santos, R.R. (1960) A Crise das Ferrovias e GEIPOT, Anuário Estatístico dos Transportes, vários anos.

O número de caminhões cresceu de 175.960 em 1950 para 389.773 em 1960, 639.308 em 1970 e 952.170 em 1981. No caso das frotas de vagões e locomotivas após um decréscimo entre os anos 1960 e 1970, nota-se, para o período seguinte, uma lenta expansão do parque existente, conforme mostra a Tabela I.3.

TABELA I.3
FROTAS DE VEÍCULOS DE CARGA — CAMINHÕES, VAGÕES E LOCOMOTIVAS

ANOS	RODOVIÁRIO NÚMERO DE CAMINHÕES	FERROVIÁRIO	
		NÚMERO DE VAGÕES	NÚMERO DE LOCOMOTIVAS
1950	175.960	-	-
1960	389.773	59.888	2.941
1970	639.308	59.030	2.305
1981	952.170	74.590	2.388

FONTE: GEIPOT, Anuário Estatístico dos Transportes, vários números.

Nota: (-) Não disponível.

Esta política de investimento teve, é claro, efeitos adversos sobre as condições técnicas de operações. Como a escolha do modo de transporte depende, além de outras variáveis, dos fatores qualitativos (grau de acessibilidade, velocidade, tempo, continuidade do serviço, pontualidade e segurança) a concentração de recursos no modo rodoviário tornou muito mais atrativa a utilização deste meio de transporte, ampliando-se ainda mais o fluxo de investimentos a ele destinado. Além disto, as ferrovias foram submetidas, durante muito tempo, a rigoroso controle de suas tarifas no transporte de mercadorias. Mesmo para aquelas cargas em que as condições permitiam reajustes mais adequados ao ritmo inflacionário, isto não foi feito, gerando evidentemente fortes pressões deficitárias. Estas se ampliaram enormemente com a obrigatoriedade das ferro-

vias atenderem o transporte de passageiros de subúrbio com tarifas abaixo do custo da prestação do serviço. Embora reconhecendo o alcance de tais medidas, a não existência de um sistema de compensação automática, pela prestação destes serviços, tem como consequência lógica um crônico e elevado déficit operacional, privando assim as empresas ferroviárias de importantes recursos para financiar a melhoria e expansão do sistema.

Em um trabalho executado por Cipollari⁽¹⁾ em 1968 foram identificados os elementos determinantes do déficit operacional da RFFSA. O modelo foi estimado utilizando os dados de catorze estradas a partir das seguintes variáveis:

R/D = Resultado financeiro das ferrovias, isto é, o quociente entre a receita obtida com o transporte e a despesa de custeio.

T/W = Quociente entre a tarifa média (carga e passageiros) e o salário médio anual.

C/P = Quociente entre a quantidade de toneladas-quilômetros de carga geral e a quantidade de passageiros-quilômetros transportados.

d = Densidade de tráfego, representa o quociente entre o volume de toneladas-quilômetros movimentadas e a extensão da malha ferroviária em quilômetros.

Na medida em que a tarifa média sobe em relação ao salário médio, como é óbvio, o resultado financeiro deve

(1) Cipollari, P (1968) O Problema Ferroviário no Brasil, Tese de Doutorado, FEA-USP.

melhorar. Da mesma forma, um aumento da densidade de tráfego contribui positivamente, pois, dada a existência de retornos decrescentes de escala no modo ferroviário, a receita se eleva, sem aumentar proporcionalmente a despesa.⁽¹⁾ Uma maior relação C/P induz também a uma redução do déficit, pois o transporte de passageiro tem uma tarifa mais distante de seu custo.

Utilizando a mesma relação delineada por Cipollari reestimamos a expressão a partir dos dados de seis superintendências da RFFSA, colhidos nos anos 1976-78. O procedimento de combinar informação em "cross-section" e em série de tempo se deveu à necessidade de aumentar o número de observações. Os resultados encontram-se na Tabela I.4 e foram obtidos, considerando-se a relação entre as variáveis na forma logarítmica.

TABELA I.4
FATORES DETERMINANTES DO DÉFICIT
RFFSA

VAR DEPENDENTE	COEFICIENTE ERRO PADRÃO	TERMO CONSTANTE	VARIÁVEIS			Nº DE OBS.	R ²
			T/W	C/P	d		
Cipollari (1965)	coeficiente	53,0	0,330	0,160	0,420	14	97%
	erro padrão		0,107	0,038	0,029		
Novas Estimativas (1976-78)	coeficiente	0,093	0,629	0,167	0,197	18	70%
	erro padrão		0,162	0,050	0,041		

(1) Isto será discutido com detalhes no capítulo III.

Na forma em que a função foi estimada, os coeficientes das diferentes variáveis representam as respectivas elasticidades em relação ao resultado financeiro. Conforme podemos observar, em 1965 para cada aumento de 10% na densidade de tráfego era de se esperar uma redução de 4,2% no déficit operacional, mantidas constantes as demais variáveis. Paralelamente, porém, qualquer alteração que reduzisse a relação T/W poderia anular os resultados decorrentes de uma expansão da densidade de tráfego. O que se observa na segunda estimativa é uma redução do coeficiente da variável "d" e um aumento da sensibilidade do resultado financeiro em relação a T/W. O declínio do coeficiente de "d" está evidentemente associado ao processo de deterioração do sistema ferroviário, indicando, nesta segunda situação, que para um aumento de 10% na densidade o resultado financeiro melhora em apenas 2%.

Deste modo é importante que se identifique dois grandes grupos de razões, que explicam a perda da posição relativa das ferrovias no mercado de transportes de passageiros e carga em geral. No primeiro grupo estariam incluídas as vantagens tecnológicas do caminhão sobre o trem, reveladas num determinado momento histórico e para um conjunto dado de condições econômicas. O segundo grupo incorpora as deficiências estruturais, operacionais e administrativas que impossibilitaram as ferrovias de disputar, no mercado, a prestação de serviços que lhes são próprios.

A mudança do comportamento do usuário, preferindo de modo crescente o transporte rodoviário, poderia ser constatada analisando-se a evolução da distribuição modal. Neste ponto existem alguns problemas a serem enfrentados.

A informação do volume transportado por modalidade

é publicada anualmente, desde 1950 pelo GEIPOT. Com relação aos modos ferroviário, dutoviário, hidroviário e aeroviário, os dados são efetivos, porém, no caso do transporte rodoviário, os fluxos são estimados.

Segundo o GEIPOT, os fluxos rodoviários no período 1950-81, foram avaliados a partir de um trabalho realizado pela KAMPAX em 1968.⁽¹⁾ Com base neste estudo retroagiram-se as estimativas até 1950. De 1968 em diante o crescimento do volume transportado pelos caminhões foi calculado levando-se em consideração as relações determinadas no mencionado estudo.

Em 1982, o GEIPOT reestimou os fluxos de carga atendidos pelo modo rodoviário no período 1977-81. Reduziu-se substancialmente o volume transportado pelos caminhões, baixando, assim, a participação rodoviária nos fluxos de mercadorias de modo geral. Porém, a exemplo do que ocorreu no passado, não foram divulgados os critérios metodológicos utilizados na estimativa.

Face a essas dificuldades decidimos, em primeiro lugar utilizar o dado de 1968, que está fundamentado, segundo o GEIPOT, na pesquisa da Kampsax. Por outro lado, procuramos analisar a consistência das estimativas do GEIPOT para a evolução das cargas movimentadas pelos caminhões. Esta análise depende da existência de pesquisas de campo que forneçam as condições em que o transporte rodoviário é realizado. Infelizmente o trabalho mais recente nesta linha foi conduzido pelo DNER em 1976.⁽²⁾ Os resultados indicam que o transporte rodoviário

(1) Kampsax - Consulting, Engineers & Economists. Não disponível.

(2) DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (1976). Sinopse do Transporte Rodoviário de Carga.

neste ano movimentou 263,3 bilhões de ton km, volume este próximo das estimativas antigas realizadas pelo GEIPOT (226,2 bilhões de ton km).⁽¹⁾ A Tabela 1.5 apresenta a distribuição modal nos anos 1968 e 1976.

TABELA 1.5
DISTRIBUIÇÃO MODAL NO TRANSPORTE DE CARGA
TOTAL

MODO	1968		1976	
	10 ⁹ ton km	%	10 ⁹ ton km	%
Rodoviário	107,5	71,5	263,3	71,6
Ferrovário	21,5	14,3	63,1	17,2
Hidroviário (Cabotagem)	21,2	14,1	32,6	8,9
Dutoviário	-	-	7,8	2,1
Aeroviário	0,2	0,1	0,7	0,2
TOTAL	150,4	100,0	367,5	100,0

FONTE: GEIPOT (1969/77) Anuário Estatístico e DNER (1969) Opus cit.

Como podemos verificar, o modo rodoviário dominava, em 1968, 72% do mercado total dos transportes de carga. Esta situação manteve-se praticamente inalterada até 1976. Existem evidências de que esse perfil não se alterou em anos mais recentes, isto porque, considerando como correta a estimativa antiga do GEIPOT, os caminhões teriam movimentado em 1981 354

(1) Acreditamos que os dados novos estejam condicionados basicamente a razões de natureza política. O Governo, após a crise do petróleo, anunciou, em diversas oportunidades, que seriam intensificados os esforços na área de transportes de carga, no sentido de ampliar a participação ferroviária para 30% até 1985.

bilhões de ton km, o que representaria mais de 70% do volume total de carga transportado nesse ano. (1)

Na implantação de determinada facilidade de transporte deve-se levar em consideração para a escolha da modalidade, os custos de construção, as despesas de operação, a capacidade de transporte, etc. Estes aspectos favoreceriam em condições normais, conforme teremos oportunidade de ver mais adiante, o transporte ferroviário nos fluxos densos de carga.

É muito difícil avaliar qual seria a distribuição ideal do volume de cargas entre as diferentes modalidades, tendo em vista a otimização do sistema de transportes como um todo. Porém, existem algumas evidências de que a estrutura apresentada na Tabela I.5 incorpora uma série de distorções. Analisemos mais detalhadamente a distribuição modal em 1976.

A Tabela I.6 apresenta a distribuição modal considerando duas situações. A primeira exclui o transporte realizado pela EFVM, que tem seu raio de atuação limitado a uma linha de 700 km, e que transporte basicamente minério de ferro para a exportação. Na segunda situação excluimos, além do transporte da EFVM, a movimentação de minério de ferro realizada nas linhas da RFFSA.

(1) Além disto, como veremos no capítulo V, a participação do modo rodoviário no consumo de energia mantém-se inalterada há muitos anos.

TABELA 1.6
DISTRIBUIÇÃO MODAL NO TRANSPORTE DE CARGA
 (1976)

MODO	EXCLUSIVE EFVM		EXCLUSIVE EFVM E MINÉRIO DE FERRO — RFFSA	
	10 ⁹ ton km	%	10 ⁹ ton km	%
Rodoviário	263,3	78,8	263,3	81,5
Ferroviário	29,6	8,9	18,6	5,8
Outros	41,1	12,3	41,1	12,7
TOTAL	334,0	100,0	323,0	100,0

FONTE: GEIPOT, Anuário Estatístico dos Transportes, 1977;
 RFFSA, Anuário Estatístico, 1977; EFVM, Anuário Estatístico, 1977; e DNER (1976), opus cit.

Se excluirmos a participação da EFVM, a participação das ferrovias no mercado de transportes de carga em 1976 cai para apenas 8,9%. Se não considerarmos, além disto, o transporte de minério de ferro da RFFSA, a importância relativa do sistema ferroviário, RFFSA e FEPASA, se reduz para somente 5,8%.

Dado o grau atual de desenvolvimento da economia brasileira, com a conseqüente geração de fluxos densos de mercadorias, acreditamos que a participação do sistema ferroviário é muito reduzida. Tal afirmação fica mais evidente quando estabelecemos uma comparação da distribuição modal por tipo de mercadoria. Podemos verificar na Tabela 1.7 que para a maioria dos produtos a participação ferroviária é superior a 65%. Infelizmente os dados são de 1973 e 1974 e não dispomos de informações mais recentes.

Algumas comparações internacionais também refor-

çam as conclusões acima. De fato, conforme mostra a Tabela 1.8 a participação das ferrovias nos Estados Unidos, Alemanha, França, Japão, Canadá e União Soviética é muito superior à observada no Brasil. Além disto, verificamos que em todos esses países os modos ferroviário, hidroviário e dutoviário, sistemas de grande capacidade de movimentação, detêm uma participação conjunta superior a 60%. No Brasil a importância relativa destes três modos, considerados conjuntamente, era de apenas 28% em 1976.

TABELA 1.7
DISTRIBUIÇÃO MODAL POR PRODUTO

PRODUTO	ANO	RODOVIÁRIO	FERROVIÁRIO	HIDROVIÁRIO	DUTOVIÁRIO
Bauxita	(1973)	66,0	34,0	-	-
Calcário	(1973)	67,0	31,0	2,0	-
Carvão	(1973)	10,0	55,0	35,0	-
Minério de Ferro	(1973)	2,0	52,0	46,0	-
Magnesita	(1973)	12,0	74,0	14,0	-
Manganês	(1973)	4,0	62,0	34,0	-
Cimento	(1974)	75,0	23,0	1,0	-
Der. Petróleo(1974)	(1)	8,0	5,0	22,0	65,0
Der. Petróleo(1974)	(2)	58,0	21,0	4,0	17,0
Der. Petróleo(1974)	(3)	97,0	1,0	1,0	1,0
Alcool	(1973)	100,0	-	-	-
Fertilizantes	(1974)	88,0	12,0	-	-
Soja	(1974)	70,0	30,0	-	-
Trigo	(1974)	70,0	30,0	-	-
Açúcar	(1974)	62,0	38,0	-	-
Arroz em casca	(1974)	99,3	0,5	0,2	-
Arroz Beneficiado	(1974)	96,8	1,0	2,2	-
Mamona em Bagas	(1974)	91,8	6,6	1,6	-
Óleo de Mamona	(1974)	86,2	12,1	1,7	-
Algodão em Carçoço	(1974)	99,7	0,3	-	-
Milho	(1974)	85,8	14,0	0,2	-
Carne	(1974)	99,4	0,6	-	-
Cafê	(1974)	80,2	16,8	2,9	-

Produtos Siderúrgicos

(1973)

- principais insumos	25,0	75,0	-	-
- produtos acabados	34,0	66,0	-	-
Melaço	91,0	9,0	-	-

NOTAS: (1) Refinarias para Base

(2) Base para Base

(3) Base para Zona de Tráfego

FONTE: GEIPOT, Plano Operacional dos Transportes, Fase I, vários anos.

TABELA I.8
DISTRIBUIÇÃO MODAL — COMPARAÇÕES INTERNACIONAIS

PAISES	ANO	MODALIDADE (%)				
		RODOVIA	FERROVIA	HIDROVIA	AEROVIA	DUTOVIA
União Soviética	(1972)	7,2	77,2	5,1	-	10,5
Alemanha Ocidental	(1977)	37,0	29,8	25,8	-	7,4
França	(1972)	37,0	40,0	8,0	-	15,0
Estados Unidos	(1980)	22,6	37,3	16,9	0,2	23,0
Japão	(1979)	39,0	10,0	51,0	-	-
Canadá	(1972)	9,4	33,6	27,1	-	29,9

FONTE: Rodrigues, Celestino (1975) Crise nos Transportes, Ed. Unidas Ltda.; Jacob, C (1982) Ferrovia — O Caminho Certo; IMPESP/DAESP, Yearbook of Railroad Facts, Association of American Railroads; Facts and Figures, Japanese National Railways.

A questão que se coloca é que, apesar do modo rodoviário apresentar melhores condições para atender às exigências na forma e na velocidade com que se deu o processo de desenvolvimento econômico, a concentração de recursos na construção, melhoria e manutenção de rodovias impediu que se estabelecesse um sistema de transportes, onde cada modalidade condicionasse seu desempenho à economicidade da respectiva operação. De fato: "Cumpramos reconhecer que acumulamos uma sequência de repercussões desfavoráveis sobre a eficiência dos serviços de transporte e a localização de atividades produtivas, na medida em que foram destinados de maneira inadequada, no passado, recursos para o equacionamento dos problemas de transferência de mercadorias e mobilidade de pessoas. Tais repercussões, acumuladas secularmente, tornaram-se mais óbvias, sem dúvida, à luz

do recente processo de encarecimento dos derivados de petróleo...⁽¹⁾

No Brasil, a exemplo do que ocorreu nos países desenvolvidos, empreendeu-se um grande esforço de investimento com a participação e o estímulo do Estado para a implantação de condições adequadas de mobilidade. De fato, no período 1965-81 o fluxo médio de investimentos no setor transportes foi da ordem de Cr\$ 689 bilhões (em Cr\$ de 1981), representando uma participação em torno de 20 a 25% da Formação Bruta de Capital Fixo.

Porém, contrariamente ao que ocorreu nos países desenvolvidos, a expansão propriamente dita do setor, deu-se calcada, por uma série de razões, quase que exclusivamente no modo rodoviário. Este crescimento inibiu a expansão do sistema ferroviário, impedindo que se estabelecesse importantes relações de complementaridade.

O desenvolvimento brasileiro, particularmente de algumas regiões, tem gerado fluxos de transporte altamente densos, que têm sido atendidos primordialmente pelo modo rodoviário. Cumpre, portanto, ao planejamento do setor transportes orientar os investimentos, de modo que se estabeleça gradativamente um sistema para movimentação de pessoas e cargas, onde a importância de cada modalidade nas diferentes rotas, seja condicionada pelos respectivos custos totais de prestação do serviço: "É fundamental, no processo de planejamento em transportes, uma visão coordenada das várias modalidades, notadamente

(1) Barat, J (1978), opus cit., pp. 113.

da ferroviária e rodoviária, além de uma integração de política aos níveis federal, estadual e municipal para o alcance de maior integração regional do sistema de transportes".⁽¹⁾

No capítulo seguinte discutiremos, mais detalhadamente, as condições atuais dos serviços de movimentação de mercadorias pelos modos rodoviário e ferroviário. Procuraremos identificar as variáveis que condicionam o processo de seleção da modalidade, permitindo, deste modo, uma maior compreensão das razões do predomínio do transporte rodoviário nos fluxos de cargas em geral.

(1) Barat, J (1978), opus cit, pp. 113.

CAPÍTULO II — FATORES DETERMINANTES NA ESCOLHA DA MODALIDADE DE TRANSPORTE

Introdução

No capítulo anterior vimos que a prestação dos serviços de transporte estão, no caso do Brasil, bastante concentrados no modo rodoviário. Analisamos as causas que conduziram ao predomínio do caminhão no atendimento dos fluxos de carga, porém, deixamos para este capítulo a discussão mais detalhada dos fatores determinantes da seleção da modalidade a ser utilizada. Nossa preocupação, agora, é a de estudar as condições atuais em que se processa, por parte do usuário, a escolha do tipo de transporte.

Visando tal objetivo, o capítulo foi desenvolvido em três seções. Na primeira, apresentamos a estrutura organizacional dos modos rodoviário e ferroviário. A seção 2 identifica e analisa os fatores qualitativos responsáveis pela escolha do tipo de transporte, de modo particular, nas movimentações de mercadorias. A discussão, em termos comparativos, nos permite compreender melhor a situação atual, onde o transporte rodoviário detém elevada participação, mesmo nos fluxos de carga que, por suas características, não lhe são próprios. Esta afirmação é ilustrada com um estudo de caso, apresentado na seção 3, no qual é focalizado o transporte de soja.

II.1 - Estrutura Atual do Transporte Rodoviário de Carga

O transporte rodoviário de carga é realizado por empresas de transporte, por carreteiros, por transportadores individuais e por empresas de carga própria. Há, portanto, para grande parte da carga transportada, uma oferta diluída em muitas unidades de prestação de serviço que competem num mercado altamente concorrencial.

Na categoria de empresas de transporte estão incluídas as entidades organizadas sob qualquer forma societária prescrita em lei, que tenham como objetivo principal a prestação do serviço de transporte rodoviário de carga. Os carreteiros são pessoas físicas, proprietárias ou co-proprietárias de um ou mais veículos, conduzidos pelo próprio, ou por motorista comissionado ou remunerado, e empregados.

As empresas de carga própria são aquelas organizações comerciais e industriais que possuem, na maioria dos casos, frotas de veículos próprios e contratam carreteiros para a movimentação de seus produtos e matérias-primas que utilizam.

Um outro elemento importante na estrutura organizacional do transporte rodoviário de carga é o agenciador, que pode ser classificado como:

a) Pessoa física, instalada em um pequeno escritório, dispondo como mais importante equipamento, de um telefone. Tem uma participação acentuada na movimentação de mercadorias, de modo geral, destacando-se, contudo, no transporte de cargas secas.

b) Pequena empresa dispondo de depósitos, carros de coleta e de apoio à operação de transporte.

c) Representantes de empresas de transporte.

Os dois primeiros operam primordialmente utilizando-se dos serviços dos carreteiros, enquanto os representantes das empresas de transporte empregam, obviamente, caminhões da organização a que pertencem, podendo, eventualmente recorrer a carreteiros previamente cadastrados.

Pesquisa realizada pelo DNER/SERPRO revela que, em 1974, dos 520.948 caminhões existentes, nada menos que 364.316, isto é, 70,9%, estavam nas mãos de transportadores autônomos. Atualmente nota-se um perfil completamente diferente dos 578.051 veículos cadastrados na Diretoria de Transportes do DNER, em julho de 1982, apenas 153.569, ou 26,6%, pertencem a carreteiros. (1)

A elevada participação dos autônomos, durante muito tempo, na oferta dos serviços de transporte teve, ao lado de outros fatores apontados no capítulo anterior, reflexos bastante adversos para o modo ferroviário. Isto se deve à forma de atuação do carreteiro que, ignorando os custos totais de movimentação, exerce forte pressão sobre todo o mercado de transporte, absorvendo os mais diversos tipos de cargas.

A queda da participação dos autônomos no total de veículos cadastrados reflete em muito a conduta destes últimos que, não incorporando em suas tarifas nem mesmo a depreciação, acabam, no fim de vida útil do veículo, não tendo como substituí-lo.

Foge ao escopo deste trabalho analisar a conveni-

(1) NTC - Associação Nacional das Empresas de Transportes Rodoviários de Carga (1983), A verdade sobre o Registro Nacional de Transportadores Rodoviários de Bens.

ência ou não de regulamentação neste mercado: é certo, contudo, que a falta de informações mais adequadas, por parte dos carreteiros, tem ocasionado sérias distorções no mercado de transportes de carga.

No que diz respeito aos tipos de cargas transportadas no modo rodoviário poderíamos classificá-las em dez grupos: carga geral, cargas líquidas, cargas sólidas, a granel, cargas especiais, mudanças, transporte de automóveis, movimentação de cofres de carga (containers), cargas excepcionais ou indivisíveis, cargas sob temperatura controlada e cargas perigosas.

As mercadorias acima alinhadas foram deslocadas em 1981, através de 1.382.891 km de rodovias federais, estaduais e municipais. Desta extensão total, 15% referem-se, nesse ano, a rodovias federais e estaduais; os demais 85% correspondiam à malha municipal, conforme mostra a Tabela II.1.

Não obstante o acréscimo de vias pavimentadas, ocorrido nos últimos decênios,⁽¹⁾ a extensão pavimentada, em relação à superfície do território nacional, é ainda extremamente baixa. Tomando-se em consideração apenas as rodovias federais e estaduais, esta relação em 1981 era de 9,1 km de vias pavimentadas/km², enquanto que no mesmo ano na Alemanha Ocidental era de 1.557,6, na França 1.254,1, na Itália 897,6, no Japão 716,9 e nos Estados Unidos 367,5.⁽²⁾

(1) Considerando apenas as rodovias federais e estaduais, a extensão pavimentada em 1966 era de 30.922 km, rede esta que, praticamente, triplicou no período 1966-81.

(2) Oliveira, A. L (1979) Transportes no Brasil — Compatibilização e Otimização do Uso das Vias, pp. 28.

TABELA II.1
EXTENSÃO TOTAL DA REDE RODOVIÁRIA
VIAS PAVIMENTADAS E NÃO PAVIMENTADAS
 (1981)

RODOVIAS	EXTENSÃO KM			$\frac{(1)}{(3)} \cdot 100$ (3)
	PAVIMENTADA (1)	NÃO PAVIMENTADA (2)	TOTAL (3)	
Federais	49.176	34.584	83.760	58,7
Estaduais	35.707	85.064	120.771	29,6
Subtotal	84.883	119.648	204.531	41,5
Municipais	4.567	1.173.793	1.178.360	0,4
TOTAL	89.450	1.293.441	1.382.891	6,5

FONTE: GEIPOT, Anuário Estatístico dos Transportes, 1982.

No que tange ao número de veículos de carga, dispúnhamos, em 1981, conforme foi mostrado na Tabela I.3 do capítulo anterior, de 952.170 caminhões. Deste total, 79%, isto é, 750.906 caminhões eram movidos a diesel. A Tabela II.2 apresenta a distribuição de frota de caminhões existentes em 1981, de acordo com o tipo de combustível e com a capacidade de carga.

TABELA II.2
FROTA DE CAMINHÕES SEGUNDO A CAPACIDADE
E O TIPO DE COMBUSTÍVEL
 (1981)

CAMINHÃO	GASOLINA		DIESEL	
	NÚMERO	%	NÚMERO	%
Leve (atê 6 ton)	55.405	27,5	110.724	14,7
Médio (8 a 22 ton)	145.854	72,5	551.871	73,5
Pesado (acima de 22 ton)	5	-	88.311	11,8
TOTAL	201.264	100,0	750.906	100,0

FONTE: GEIPOT, Anuário Estatístico dos Transportes, 1982.

Os caminhões leves e os movidos a gasolina estão, de modo geral, alocados no tráfego urbano e de curta distância. Os fluxos intermunicipais são atendidos primordialmente pelos caminhões médios e pesados com tração diesel.

II.2 — Estrutura Atual do Transporte Ferroviário de Carga

O transporte ferroviário no Brasil é realizado, basicamente, por três empresas: Rede Ferroviária Federal S/A. — RFFSA, Ferrovia Paulista S/A. — FEPASA e Estrada de Ferro Vitória a Minas — EFVM. Além destas empresas temos a Estrada de Ferro Campos do Jordão, Estrada de Ferro Amapá, Estrada de Ferro Perus-Pirapora, Estrada de Ferro Votorantim e a Estrada de Ferro Mineração Rio do Norte. A participação dos fluxos movimentados nestas últimas é, contudo, inexpressiva.

A RFFSA foi formada em 1957, reunindo 18 estradas de ferro que operavam isoladamente. O Governo Federal é seu maior acionista, detendo 98% do capital social.⁽¹⁾ A empresa serve atualmente a dezoito Estados, e encontra-se desmembrada em seis Superintendências Regionais e na Divisão Especial de Subúrbios do Grande Rio.

As linhas da RFFSA entroncam-se com as da FEPASA e da EFVM, com as quais operam em regime de tráfego mútuo, atingindo também as fronteiras com a Bolívia em Corumbá, com a Argentina em Uruguaiana e com o Uruguai em Livramento e Jaguarão.

A FEPASA foi fundada em 1971 com a unificação de 5 estradas que operavam no Estado, de propriedade total ou parcial do Governo e de particulares. Atualmente a FEPASA é uma empresa de capital aberto, tendo o Governo do Estado participação majoritária. Sua atividade precípua, a exemplo da RFFSA, é

(1) RFFSA (1982), Relatório Anual de Diretoria.

o transporte de carga, o qual se desenvolve nas linhas de bitola métrica das antigas Sorocabana, Mogiana, São Paulo-Minas, e na malha de bitola larga das ex-Paulista e Araraquara. A FEPASA atende, ainda, o transporte suburbano de passageiros, nas regiões oeste e sul da Grande São Paulo.

A operação de cargas da empresa estende-se ao litoral paulista, com descida da serra em simples aderência até Santos, rumando depois para Registro, até os extremos do Estado de São Paulo, nas divisas com Mato Grosso do Sul e Paraná, penetrando em Minas Gerais e confluindo em pontos diversos com a navegação fluvial e RFFSA.

A história da EFVM começou em 1902, quando o Presidente Campos Salles autorizou a constituição da Companhia de Ferro Vitória Minas, para construir uma ferrovia, ligando Diamantina (MG) a Vitória (RS), com o objetivo de transportar passageiros e mercadorias entre os dois Estados.

Em 1970, com a descoberta das grandes jazidas de minério de ferro em Minas Gerais, os ingleses adquiriram o controle acionário da Estrada. Em 1942, o Governo Federal chamou a si a responsabilidade da política do minério, criando a Cia. Vale do Rio Doce, a qual foi incorporada à Estrada de Ferro Vitória a Minas.

Atualmente a EFVM tem sua linha tronco entre as cidades de Vitória (ES) e Itabira (MG), com extensão aproximada de 550 km. Em Minas Gerais, no km 513, nasce seu principal ramal que se estende até Fábrica, conectando-se com a RFFSA

(1) RFFSA (1982), Relatório Anual de Diretoria.

em duas estações. Próximo à cidade de Vitória a linha tronco bifurca-se com derivação para o porto de Tubarão e porto de Vitória.

Quanto aos serviços prestados pelas empresas operadoras, poderíamos classificá-las do seguinte modo: carga, passageiro subúrbio e passageiro interior. No que diz respeito ao transporte de mercadorias, destacam-se as movimentações de minério de ferro, derivados de petróleo, produtos siderúrgicos, cimento, adubos, carvão mineral, trigo, forragens, soja, calcários, açúcar, milho, arroz, sal e magnesita.

A extensão de malha ferroviária nacional era de 29.327 km, em 1981; deste total 22.969 km correspondiam às linhas da RFFSA que, por sua vez, se distribuíam em 21.188 km na bitola métrica e 1.781 km na bitola larga.⁽¹⁾ Na FEPASA, dos 5.066 km de trilhos, 3.467 km são na bitola métrica e 1.599 na larga. A EFVM, por sua vez, tem toda sua malha na bitola métrica. A Tabela II.3 apresenta a extensão da malha ferroviária brasileira por bitola e por empresas.

(1) A RFFSA opera ainda em um pequeno trecho de 202 km com bitola de 0,76 metros.

TABELA II.3
EXTENSÃO DA MALHA FERROVIÁRIA BRASILEIRA POR EMPRESA
(1981)

BITOLA	EMPRESAS — EXTENSÃO KM				TOTAL KM	%
	RFFSA	FEPASA	EFVM	OUTRAS		
1,00 metro	21.188	3.467	773	-	25.427	87,0
1,60 metro	1.781	1.599	-	-	3.380	11,5
1,435 metro	-	-	-	194	194	0,7
0,76 metro	202	-	-	-	202	0,7
0,60 metro	-	-	-	33	33	0,1
TOTAL	23.171	5.066	773	227	29.327	100,0

FONTE: GEIPOT, Anuário Estatístico dos Transportes, 1982.

Apesar de 87% da extensão total da malha ferroviária nacional ser em bitola métrica, existem dificuldades sérias na integração mais efetiva do sistema. Isto porque, conforme podemos constatar no mapa ferroviário nacional, as linhas em bitola larga estão localizadas em áreas extremamente importantes em termos econômicos. Em muitas situações tal estrutura obriga a realização de operações de transbordo que elevam, evidentemente, o custo e retardam o transporte.

Quanto ao tipo de tração utilizada pelas nossas ferrovias, podemos dizer que o sistema é basicamente não eletrificado. Dos 29.327 km apenas 2.603 km de linhas são eletrificados, portanto, pouco menos de 9% da extensão total.

Das três principais empresas operadoras, a FEPASA é a que possui a maior extensão de linhas eletrificadas, isto

é, 1.501 km, correspondendo a pouco menos de 30% de sua extensão total. Na RFFSA a rede eletrificada é de apenas 1.034 km, isto é, 4,5% do total de suas linhas. A EFVM, por sua vez, opera exclusivamente com tração diesel.⁽¹⁾

(1) Voltaremos à questão da eletrificação ferroviária no capítulo V.

II.3 - A Escolha da Modalidade

No processo de seleção da modalidade o usuário leva em conta uma série de aspectos qualitativos. Entre eles destacam-se o tempo gasto na movimentação, a capacidade de transporte, o grau de acessibilidade e a segurança. Analisemos cada um destes itens.

- Tempo

O tempo de transporte entre dois pontos pode ser decomposto em: carregamento, viagem e descarregamento.

Dadas as características do modo rodoviário, este tende a apresentar grandes vantagens em relação ao trem. A flexibilidade do caminhão permite que as operações acima se realizem com muito mais rapidez. Além disto, o transporte ferroviário depende, na maioria dos casos, de operações complementares.

No Brasil, particularmente, as diferenças no que diz respeito a esse atributo, são muito significativas, e os motivos disto podem ser atribuídos a diversos fatores. Em primeiro lugar as distâncias ferroviárias são, em geral, bastante superiores às verificadas no modo rodoviário. Uma segunda razão que explica o maior tempo de transporte nos deslocamentos ferroviários está associada às deficiências de nossas linhas, bem como às condições precárias, de modo geral, da infraestrutura e do material rodante (vagões e locomotivas).

A título de comparação, selecionamos as quarenta e oito rotas mais importantes da FEPASA, e relacionamos suas distâncias com as observadas no modo rodoviário para os mesmos trajetos. Com base nos dados da Tabela II.4 ajustamos o seguinte modelo:

$$(1) dF = k dr$$

onde

dF = distância ferroviária em quilômetros

dr = distância rodoviária em quilômetros

Aplicando-se o Método dos Mínimos Quadrados ao conjunto de observações obteve-se a expressão: ⁽¹⁾

$$(2) dF = 1,315 dr \quad R^2 = 93\%$$

A expressão (2) nos revela que, em média, na área de atuação da FEPASA, as distâncias ferroviárias são mais de 30% superiores às verificadas no modo rodoviário. Se considerássemos todo o sistema ferroviário (RFFSA e FEPASA), provavelmente a diferença acima constatada seria ainda maior.

Tais diferenças são devidas, em grande parte, a aspectos históricos. Em primeiro lugar, porque as estradas de rodagem são de construção mais recente e já incorporam uma técnica de construção que permite, por meio de obras de arte importantes, reduzir a sua extensão. Em segundo lugar, porque a construção ferroviária foi projetada para uma demanda de tráfego cujos fluxos se alteram profundamente, sobretudo no pós guerra.⁽²⁾ Em terceiro, porque o traçado ferroviário foi muito influenciado pelo tipo de acordo com os empreiteiros que obtinham vantagens em construir o maior número possível de quilômetros.

(1) No caso de ligações ferroviárias com duas rotas, foi considerada aquela com menor distância.

(2) Veja capítulo I.

TABELA II.4
DISTÂNCIAS RODOVIÁRIAS E FERROVIÁRIAS
(1981)

Origem \ Destino	Modo	São Paulo	Sorocaba	Campinas	S. José dos Campos	Santos
São Paulo	Ferro	-	105	1,00m-183 1,60m-105	113	1,00m-130 1,60m-79
	Rodo	-	95	94	89	71
Sorocaba	Ferro	105	-	149	364	189
	Rodo	95	-	88	179	167
Campinas	Ferro	1,00m-183 1,60m-105	149	-	215	1,00m-267 1,60m-184
	Rodo	94	88	-	147	-
São José dos Campos	Ferro	113	364	215	-	192
	Rodo	89	179	147	-	153
Santos	Ferro	1,00m-130 1,60m-79	189	1,00m-267 1,60m-184	192	-
	Rodo	71	167	166	153	-
Bauru	Ferro	1,00m-397 1,60m-400	292	1,00m-441 1,60m-296	515	1,00m-480 1,60m-479
	Rodo	338	283	256	406	414
Araraquara	Ferro	314	359	210	429	393
	Rodo	273	267	180	330	344
Itapeva	Ferro	338	233	381	596	421
	Rodo	293	203	276	353	341
Presidente Prudente	Ferro	739	634	783	998	822
	Rodo	568	471	549	662	650
S. José do Rio Preto	Ferro	513	558	409	629	592
	Rodo	436	433	348	498	512
Ribeirão Preto	Ferro	1,00m-564 1,60m-480	446	297	512	564
	Rodo	312	305	220	370	384

FONTE: FEPASA

Além das distâncias substancialmente superiores, as condições da rede e do equipamento impõem uma velocidade de tráfego relativamente baixa, quando comparada a de outros sistemas ferroviários. De fato, as ferrovias canadenses desenvolvem, no transporte de carga, uma velocidade média de 32 km/h, as austríacas 30 km/h, as alemãs 35 km/h, as americanas 40 km/h, as italianas 45 km/h, as soviéticas 34 km/h, as japonesas 30 km/h, enquanto a RFFSA e a FEPASA desenvolvem respectivamente velocidades de 17 km/h e 20 km/h nos fluxos de mercadorias. (1)

A baixa velocidade de nossas ferrovias é agravada pela necessidade de operações frequentes de transbordo, em virtude das diferenças de bitola. Conforme afirma-se em estudo realizado pelo GEIPOT: "A descontinuidade da bitola e suas possíveis soluções vêm sendo objeto de discussão há quase meio século. Sua interferência na fluidez da circulação dos produtos e dos custos de transporte, face à necessidade de execução de transbordo, é mais significativa quanto a produtos do setor siderúrgico e do triângulo Belo Horizonte-Rio de Janeiro-São Paulo." (2) Diga-se de passagem, os problemas mais sérios, resultantes das diferenças de bitola, ocorrem exatamente na região economicamente mais densa.

Levando-se em consideração apenas a diferença de distância e de velocidade, podemos dizer, a grosso modo, que o tempo médio de transporte no modo ferroviário é mais de três vezes superior ao registrado no rodoviário. Se incluíssemos

(1) Goldlack, P, C (1981), Jane's World Railways.

(2) GEIPOT (1980), Plano Operacional dos Transportes, Fase II.

as operações de carga e descarga, a diferença seria certamente maior.

Evidentemente para algumas das mercadorias o tempo de movimentação não pode ser considerado uma séria restrição a uma maior utilização do transporte ferroviário. De qualquer modo, em termos gerais, é inegável que as diferenças constatadas têm um papel importante na explicação da menor atratividade do modo ferroviário em relação ao rodoviário. Como afirma Shoeps: "Na atual conjuntura de inflação, é de especial importância atentar para o valor a ser imputado ao fator de juros ou encargos financeiros durante o tempo em que o produto encontra-se em trânsito. Se considerarmos, por exemplo, uma taxa de 8% ao mês, o valor referente a juros pode, em certos casos, ultrapassar o valor do próprio frete da mercadoria, especialmente quando se tratar de mercadoria de alta densidade de valor. Sob esse aspecto, o modo de transporte que demorar um certo número de dias a mais do que seu concorrente, pode perder qualquer atratividade. A alta taxa de juros torna especialmente sensível este fator..."⁽¹⁾

— Capacidade de Transporte

A capacidade de transporte de uma linha ferroviária é determinada pelo tempo de movimentação, incluindo as operações de carga e descarga, e também pelo tamanho das composições.

No que diz respeito a esse aspecto qualitativo, o

(1) Shoeps, W (1981), A Capacidade Potencial do Transporte Ferroviário, Tese de Doutorado, Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas, São Paulo.

transporte ferroviário apresenta, em princípio, vantagens sobre o modo rodoviário. A EFVM se constitui num excelente exemplo, pois opera basicamente com uma única mercadoria, minério de ferro para a exportação, com trens de até 130 vagões, que têm condições de movimentar, numa única viagem, 9.000 ton. As operações de carga e descarga são realizadas com grande eficiência por processo inteiramente automático.

Tanto o tempo de transporte quanto a capacidade das composições dependem do estado da linha, e das condições da infra-estrutura de modo geral. No Brasil, a rede ferroviária apresenta graves problemas: "Em seu conjunto, os traçados das linhas são antigos e inadequados, restringindo o tráfego atual, pois pertencem ao tempo da tração a vapor e obedecem a condições técnicas compatíveis com os parâmetros operacionais daquela época. Em suas características geométricas predominam, geralmente, elevada sinuosidade, curvas com raios menores que 200 m, sem transição e rampas de 2%. A infra-estrutura da maioria das retas admite cargas de 20 ton por eixo; em diversos trechos, o limite é de 14 a 16 ton, ou menos, devido ao estado precário das obras de arte erigidas há décadas. O comportamento estrutural de grande número de obras de arte de nossas ferrovias é, na verdade, desconhecido. Vale registrar a existência de longos trechos com drenagem deficiente, vulneráveis a intempéries, tendo plataformas estreitas, sujeitas a recalques apreciáveis e instabilidade nos taludes de cortes e aterros. Além de acidentes, há, nesses trechos, freqüentes interrupções da circulação, que reduzem a confiabilidade do transporte.

Tais ocorrências concentram-se, basicamente, em torno de pontos localizados na linha ou em subtrechos curtos e em más condições. Constata-se, na superestrutura, a existência

de grande variedade de materiais e componentes na maior parte despadronizados, inadequados, insuficientes e/ou desgastados. Como a capacidade do suporte depende das especificações dos materiais aplicados, ocorrem, nas condições observadas, limitações potenciais da produção de transporte, em especial, quanto à tonelagem bruta diária que a linha deve suportar." (1)

Por outro lado, é salientado no estudo do GEIPOT que a malha ferroviária possui trechos extensos, com boas características geométricas, admitindo, teoricamente, elevada frequência de trens. No entanto, dadas as más condições da superestrutura, oferecem capacidade de transporte substancialmente reduzida, o que impõe a fixação de limitações, quanto à circulação de trens longos e pesados. De fato, um trem médio da RFFSA movimentava em 1978 883 ton e da FEPASA 503 ton. No mesmo ano as ferrovias americanas formavam trens de 2.000 ton e as mexicanas 1.200 ton. (2)

Voltaremos à questão da capacidade de transporte de nossas ferrovias na última parte do capítulo IV.

— Grau de Acessibilidade

Uma das grandes vantagens do transporte rodoviário é, sem dúvida, o de permitir a movimentação de carga diretamente ao destino, sem a necessidade de operações complementares.

A política nacional de transportes ampliou consi-

(1) GEIPOT (1980), opus cit., pp. 41

(2) RFFSA, Anuário Estatístico 1982; FEPASA, Anuário Estatístico 1982; Association of American Railroads 1980; Ferrocarriles Nacionales de Mexico, Series Estadísticas 1979.

deravelmente esta vantagem natural do caminhão, concentrando, como vimos, uma grande massa de recursos na expansão e melhoria da rede rodoviária. A malha ferroviária, de outro lado, foi desativada em mais de 6.000 km no período 1950-81, representando uma redução de quase 18% em relação à extensão total, existente em 1950.

Um indicador do grau de acessibilidade ao modo po de ser obtido pelo quociente entre a extensão da rede de cada sistema e a superfície territorial. A título de ilustração apresentamos na Tabela II.5 estas relações, considerando, de um lado, todo o país, e de outro somente as regiões Sul e Sudeste.

TABELA II.5
EXTENSÃO DAS REDES RODOVIÁRIA E FERROVIÁRIA
E SUPERFÍCIE TERRITORIAL
(1981)

REDE	EXTENSÃO KM/10 ³ KM ² DE SUPERFÍCIE	
	BRASIL	REGIÃO SUDESTE
Rodoviária Pavimentada* (A)	9,99	17,12
Ferroviária (B)	3,41	7,85
(A) / (B)	2,93	2,18

FONTE: FIBGE, Anuário Estatístico do Brasil, 1982; GEIPOT, Anuário Estatístico dos Transportes, 1982.

(*) Rodovias Federais e Estaduais.

A inspeção da Tabela II.5 revela que, em 1981, existiam 10 km de rodovias pavimentadas por mil km^2 de superfície do território nacional. No caso da rede ferroviária, esta relação é de 3,4 km por mil km^2 , portanto, quase três vezes menor que o indicador obtido para a rede rodoviária. Considerando apenas as regiões Sul e Sudeste, verificamos que a diferença entre as duas relações é menor, porém, o valor encontrado para a rede rodoviária é ainda mais do que o dobro do observado para a malha ferroviária.

As dificuldades de acesso ao modo ferroviário implicam em acréscimos significativos nos custos totais de movimentação, incorridos pelo usuário. A Tabela II.6 apresenta a participação dos custos com fretes rodoviários complementares no custo total de movimentação de arroz nas principais rotas ferroviárias do produto.⁽¹⁾ Como podemos observar, o peso dos itens acima mencionados varia de 7 a 10%.

(1) A apresentação dos dados referentes ao transporte de arroz se deve unicamente à disponibilidade de informações sobre a composição dos custos totais de movimentação.

TABELA II.6
CUSTOS NO TRANSPORTE DE ARROZ
FERROVIA

ROTAS	CR\$ DE 1981/TON		$\frac{B}{A} \cdot 100$
	TOTAL - (A)	FRETES RODOVIÁRIOS COMPLEMENTARES(*) - (B)	
Campo Grande - São Paulo	7.545,0	653,8	8,7
Sindelândia - Araçatuba	5.821,5	392,1	6,7
Maracaju - Araçatuba	5.771,7	603,2	10,5
Ponta Porã - Araçatuba	5.895,9	503,0	8,5
Campo Grande - Mirandópolis	4.267,1	402,3	9,4
Maracaju - Mirandópolis	4.872,1	402,3	8,3
Sindrolândia - Mirandópolis	4.367,8	402,3	9,2
São Borja - São Paulo	11.066,9	754,13	6,8

FONTE: GEIPOT (1977), Plano Operacional dos Transportes, Fase I - Arroz, pp. 103.

(*) Fretes Rodoviários = Frete à estação + frete ao armazém.

- Segurança

Em condições normais, não existem razões para supor que o trem esteja mais sujeito a acidentes que o caminhão. Ocorre, contudo, que, dadas as condições de nossas ferrovias, o aspecto segurança favorece ainda o transporte rodoviário.

Cipollari atribui as diferenças, no grau de segurança entre os dois modos, principalmente ao tipo de estrutura administrativa. "As mercadorias transportadas pela estrada, com funcionários estáveis, com processos de punição complicados, estão mais sujeitos a avarias, quebras e extravios, do que nos meios de transporte de administração essencialmente privada. No transporte rodoviário, com sistema de punição automática,

são menores as possibilidades desses tipos de ocorrências. Não bastasse tal diferença, o processo de pagamento das indenizações é muito mais rápido que nas ferrovias." (1)

Muito embora as ferrovias tenham melhorado substancialmente no aspecto segurança, as observações de Cipollari são ainda, sem dúvida, atuais, quando confrontamos hoje as duas modalidades.

As condições das linhas ferroviárias são um dos principais fatores que explicam o elevado número de acidentes nessa modalidade. Em 1980 foram registrados 6.794 acidentes; deste total os problemas relacionados com a via permanente responderam por 2.960, representando, portanto, 43%. (2)

No aspecto segurança também podemos incluir a pontualidade e a disponibilidade do transporte em datas previstas com antecedência: "Normalmente, os trens de carga somente são formados quando existe carga suficiente de mercadorias a serem transportadas. Tal fato acarreta duas ordens de consequências. A primeira, é a de que, não havendo previsão segura do tempo para a chegada da carga, os usuários, que não desejam correr o risco de atrasos, são obrigados a procurar outro meio que lhes ofereça tal segurança. Este é, sem sombra de dúvida, o rodoviário. Por outro lado, o fato de o trem somente partir quando existe carga aumenta o tempo de espera, sendo maior o tempo de espera, no momento seguinte haverá menos carga ainda, e assim por diante." (3)

(1) Cipollari, P (1968), opus cit, pp. 28

(2) RFFSA, Anuário Estatístico, 1981.

(3) Cipollari, P (1968), opus cit, pp. 25

Estes resultados nos permitem compreender melhor o predomínio dos transportes rodoviários nos fluxos de carga. A política do setor Transportes relegou, por décadas, nossas ferrovias a um plano secundário, cujos reflexos se fazem sentir pelo exame dos aspectos qualitativos, discutidos nos parágrafos anteriores.

A eficiência de um sistema de transporte depende, não só do desempenho parcial de cada serviço, mas, também, conforme dissemos anteriormente, do grau de complementariedade existente entre os diferentes modos.

Dado que as ferrovias, como teremos oportunidade de ver adiante, apresentam vantagens substanciais de custo relativamente ao caminhão, nos fluxos densos, seria desejável que elas estivessem adaptadas para atender aos serviços nas rotas com tais características. A tarefa do planejamento seria exatamente a de orientar os investimentos, no sentido de se obter o maior benefício possível de cada modalidade.

Se tal procedimento fosse seguido, teríamos um sistema de transportes no qual os diferentes modos desempenhariam suas funções dentro de uma estrutura integrada. Assim, por exemplo, nos fluxos densos, as ferrovias estariam tão bem adaptadas pelo processo de planejamento que a substituição do trem pelo caminhão seria muito pouco atrativa.

Na seção seguinte procuraremos mostrar que as ferrovias, em função dos aspectos qualitativos já examinados, sofrem forte concorrência do modo rodoviário, mesmo nas rotas, que por suas características, lhe seriam inteiramente favoráveis.

II.4 - Demanda de Transporte Ferroviário -- O caso do Transporte de Soja

Como teremos oportunidade de ver no capítulo seguinte, a ferrovia apresenta inquestionáveis vantagens sobre o modo rodoviário, nos fluxos densos, principalmente de produtos granelizados. O planejamento do setor Transportes, tendo em conta estas vantagens, deveria procurar implantar, ou apenas ajustar, o sistema ferroviário para o atendimento destes serviços. Caso isto fosse feito, nas rotas com tais características, não deveríamos observar forte concorrência do transporte rodoviário.

No Brasil a situação é completamente diferente, pois o caminhão atua intensamente em quase todos os segmentos do mercado de transportes de carga. O grau de concorrência do modo rodoviário pode ser, de certo modo, avaliado pela elasticidade de preço da demanda do transporte ferroviário, a nível de mercadorias nas diferentes rotas.

Para ilustrar as dificuldades do modo ferroviário, mesmo nos fluxos densos de grãos, escolhemos o transporte de soja realizado pela FEPASA. A soja é transportada das regiões produtoras do Mato Grosso do Sul e Goiás para São Paulo (Fábricas Produtoras de Óleo e porto de Santos) e Paranã (porto de Paranaguá). Os volumes movimentados e as distâncias são grandes, gerando, portanto, fluxos substanciais em poucos pares de origem e destino.

Especificamos a demanda do transporte ferroviário de soja em termos das diferenças tarifárias ferrovia e rodovia, bem como em relação ao volume produzido pelas regiões sob área de influência da FEPASA. A função foi estimada na forma

logarítmica com base nos dados do período 1970-82.

A tarifa ferroviária foi obtida dividindo-se a receita total, em cada ano, pelo volume movimentado de soja em toneladas-quilômetro. No caso do transporte rodoviário, como não dispúnhamos da evolução das tarifas praticadas, admitimos que estas foram ajustadas de acordo com a inflação. Assim sendo, a tarifa ferroviária real foi utilizada como variável "proxy" da razão tarifária entre as duas modalidades; esta razão, por sua vez, reflete as diferenças qualitativas entre as duas modalidades: "Partindo-se da premissa em que o usuário tem um comportamento racional na escolha do meio de transporte, as forças de mercado determinam a tendência no sentido de que as tarifas cobradas, no fundo, refletem as diferenças qualitativas de cada meio." (1)

Como o transporte é um serviço intermediário, seu nível de atividade dependerá também da evolução da produção e/ou do consumo das diferentes mercadorias. Razão esta pela qual incluímos, como variável explicativa, a produção de soja das regiões de interesse. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela II.7.

(1) Cipollari, P (1968), opus cit, pp. 30.

TABELA II.7
DEMANDA DE TRANSPORTE FERROVIÁRIO
SOJA

VARIÁVEL DEPENDENTE	TERMO CONSTANTE	VARIÁVEIS EXPLICATIVAS			Nº DE OBSERVAÇÕES	R ² DW
		DISCRIMINAÇÃO	T.F.	P		
DF	0,64420	Coefficiente	-2,88015	0,62298	13	84,75
		Erro Padrão	(0,50588)	(0,22489)		2,51

NOTAS: DF = Volume de soja transportada – milhões de ton km.

TF = Tarifa ferroviária real – deflacionado pelo Índice de preços, coluna 2, da Revista Conjuntura Econômica.

P = Produção de soja na área de influência da FEPASA – milhares de ton.

$$\text{Volume soja} = -2,88 \text{ Tarifa} + 0,6229 \text{ Produção}$$

Da forma que a função foi estimada, os coeficientes das variáveis "TF" e "P" representam as respectivas elasticidades em relação ao volume transportado.

Como podemos observar, um aumento de 10% na tarifa real ferroviária implica numa redução da ordem de quase 30% no volume transportado por essa modalidade. Porém, se mantivermos constante a tarifa real e aumentarmos em 10% a produção de soja das áreas de interesse, o volume do produto transportado pela FEPASA cresce em apenas 6,2%.

Deste modo, apesar das características do produto e da rota, a ferrovia sofre forte concorrência do transporte rodoviário nas movimentações de soja realizadas pela FEPASA. A explicação para esta situação reside nas diferenças qualitativas, apontadas em parágrafos anteriores.

No capítulo seguinte começaremos a discutir as vantagens de alterar esta situação, isto é, procuraremos avaliar os custos do caminhão e do trem dentro de uma perspectiva comparativa.

CAPÍTULO III — CUSTOS OPERACIONAIS RODOVIÁRIOS E FERROVIÁRIOS

Introdução

Nos capítulos precedentes discutimos a estrutura e as condições de atendimento dos fluxos de carga por parte dos modos rodoviário e ferroviário. Constatou-se que a elevada participação do primeiro, nas movimentações de mercadorias, resulta fundamentalmente da política seguida, por várias décadas, de concentrar os recursos alocados no setor Transportes para a melhoria e expansão do sistema rodoviário nacional.

Tal enfoque resultou numa rede de transportes que, apesar de relativamente extensa no que tange ao modo rodoviário, é, sem sombra de dúvida, muito pouco integrada. Em decorrência deste problema, os custos de movimentação são, por certo, mais elevados do que aqueles que seriam registrados, caso a distribuição modal fosse condicionada às características específicas das diferentes operações. O planejamento integrado do setor foi apontado como o caminho adequado à racionalização da oferta de serviços de transporte.

O objetivo deste capítulo é o de discutir, de modo comparativo, os custos operacionais das duas modalidades. Neste sentido, após examinarmos, na seção 1, alguns conceitos básicos, avaliamos nas seções 2 e 3 os custos associados aos modos rodoviário e ferroviário respectivamente. Neste capítulo não consideramos, entretanto, os custos de implantação; estes serão objeto de estudo detalhado mais adiante no capítulo IV.

III.1 - Custos - Aspectos Gerais

A noção de custo relevante, em termos de análise econômica, está associada ao uso alternativo dos recursos. Desse modo o custo de determinada atividade é dado pelo valor do produto que seria gerado, caso os recursos, utilizados na prestação daqueles serviços, fossem empregados em sua melhor alternativa.

Colocado este conceito, sua aplicação pode seguir duas linhas distintas: de um ponto de vista privado o custo alternativo se refere ao uso dos recursos próprios dos diferentes agentes, e o parâmetro, que norteia a seleção de investimentos, é a renda recebida por esses indivíduos, ou firmas, mais os subsídios, menos os impostos pagos. De outro lado, do ponto de vista social, o custo relevante engloba todos os recursos envolvidos na execução de determinada atividade, e tem, como referencial para a alocação dos recursos, a renda bruta. Esta difere da anterior, fundamentalmente, em dois aspectos:

- (a) Impostos e/ou subsídios
- (b) Existência de efeitos externos

Neste capítulo, embora reconhecendo a importância de um tratamento dos custos do ponto de vista social, focalizaremos o problema basicamente em termos privados. Como o nosso interesse é o de estabelecer uma análise comparativa entre as duas modalidades, admitiremos que as distorções, que afetam o transporte rodoviário, atuam de modo semelhante sobre o setor ferroviário. Como teremos oportunidade de ver mais adiante, verificaremos com mais detalhes esta hipótese, quando surgirem dúvidas razoáveis sobre sua validade.

Outro aspecto relevante numa análise de custos

diz respeito ao horizonte temporal do problema. Em termos gerais, podemos distinguir o curto e o longo prazo. No curto prazo a capacidade instalada está dada, isto é, não se altera com o volume de produção. No longo prazo esta capacidade pode sofrer variações.

A partir da definição do período de análise podemos identificar os custos totais, médios e marginais de curto e longo prazo. Os custos marginais são mais adequados à análise econômica, já que estamos interessados em alocações alternativas de recursos e, portanto, os resultados relevantes estão refletidos nas variações de custo provocadas pela produção de uma unidade adicional.

Os custos totais de longo prazo são representados por uma curva envelope que tangencia as diferentes funções de custo de curto prazo. Uma planta é construída para produzir uma quantidade normal " q_0 ". Dado que a planta foi construída para produzir " q_0 " admite-se no curto prazo que a empresa pode apenas alterar os outros fatores. Para cada nível normal existe, pois, uma curva C_t . Imaginemos que este parâmetro " q_0 " seja contínuo, teremos, pois, uma série de curvas C_t tangentes a uma curva envelope "E", conforme indicamos na Figura III.1.

FIGURA III.1
RELAÇÃO ENTRE CUSTO TOTAL DE CURTO E LONGO PRAZO

Dependendo da forma da curva envelope "E", podemos identificar três situações:

- (a) custos médios decrescentes – economias de escala
- (b) custos médios constantes – retornos constantes de escala
- (c) custos médios crescentes – deseconomias de escala

Em termos matemáticos podemos apresentar as três situações do seguinte modo. Considerando inicialmente a expressão:

$$(3) \quad n = \frac{dCMe}{dq} \cdot \frac{q}{cme}$$

onde

n = elasticidade do custo médio total em relação à quantidade

de (1) vem:

$$(4) \quad \frac{CMG}{CME} = (1 + n)$$

então teremos:

- Economias de Escala quando $n < 0$
- Retornos Constantes de Escala quando $n = 0$
- Retornos Decrescentes de Escala quando $n > 0$

As duas primeiras situações serão de particular interesse neste trabalho quando discutirmos os custos dos modos ferroviário e rodoviário.

Feitas estas considerações de caráter geral, analisamos na seção seguinte os custos rodoviários no transporte de mercadorias.

III.2 - Custos Rodoviários - Operação e Manutenção de Rodovias

Em razão das características do modo rodoviário, avaliaremos isoladamente os custos de operação e manutenção. Os primeiros estão a cargo do agente transportador (empresas de transporte e carreteiras) e os últimos são de responsabilidade do DNER e DERs. Uma vez estabelecida a análise, em termos desagregados, tentaremos compor os dois itens, para, numa etapa seguinte, comparar com os custos no transporte ferroviário.

III.2.1 - Custos Operacionais dos Caminhões

A Revista Transporte Moderno - TM publica periodicamente planilhas de custo por tipo de caminhão. Estes dados representam os resultados de pesquisas regulares, onde são levantados os valores dos diferentes itens do custo operacional para veículos carregados, trafegando em rodovias pavimentadas em boas condições de utilização.

Os custos determinados pelo sistema TM, estão calculados em bases mensais e encontram-se separados em custos fixos, independentes de quilometragem rodada, e variáveis proporcionais à utilização do veículo e orçados por quilômetros percorridos. Deste modo, para um nível de utilização de "x" quilômetros por mês, o custo de um caminhão com "t" toneladas de carga será:

$$(5) C = a + b x$$

onde

C = custo mensal

a = custo fixo

b = custo variável

x = quilometragem média mensal; admitiremos que um caminhão rode, em média, no máximo 8.000 km/mês.

Consideraremos, adicionalmente, a existência de retornos constantes de escala nos custos operacionais rodoviários, isto é, o custo de dois caminhões, do mesmo tipo, é, aproximadamente, igual ao dobro de cada um. Nestas condições, os custos marginais de curto e longo prazo são iguais aos custos médios variáveis e totais, respectivamente. A Figura III.2 ilustra esta situação.

FIGURA III.2
PERFIL DAS FUNÇÕES DE CUSTO
CAMINHÕES

Os itens computados na determinação do custo operacional dos veículos são os seguintes:

— Custos Variáveis

- Combustível
- Pneus
- Lubrificantes — Câter e Câmbio
- Lavagem e Graxas
- Peças e Material de Oficina
- Salário do Pessoal de Oficina e Encargos

— Custos Fixos

- Depreciação
- Juros
- Licenciamento
- Seguros
- Salário do Motorista

— Combustível

O consumo de combustível é obtido a partir de pesquisas realizadas junto às empresas de transporte.

— Pneus

O preço inclui a câmara e uma recapagem. Admite-se uma vida útil de 55.000 km.

— Lubrificantes

O consumo é estabelecido a partir dos manuais dos fabricantes. Leva-se em consideração a capacidade do câter e a quilometragem recomendada para a troca. Ao total de consumo

de óleo são adicionados 20% para completar o nível.

— Lavagem e Graxas

Adota-se os preços cobrados para uma lavagem completa com motor. Admite-se que a empresa lave o veículo a cada 3.000 km.

— Pecas e Material de Oficina

Utilizam-se os dados resultantes de pesquisas junto às empresas de transporte.

— Salário do Pessoal de Oficina

O coeficiente é estabelecido a partir da relação média entre o número de veículos por funcionário da oficina, para cada categoria de caminhão, e leva em conta os encargos sociais. O salário considerado procura refletir a média entre mecânicos, funileiros, meio oficial, pintores, eletricitas e lavadores em São Paulo.

— Depreciação

A taxa de depreciação aplica-se sobre o veículo completo — veículo mais carroçaria e mais adaptações necessárias (terceiro eixo ou quinta roda), descontado o preço do jogo de pneus e câmaras. No caso de cavalos mecânicos, considera-se que cada unidade tratora trabalhe com duas carretas. A depreciação mensal é calculada no sistema da Revista TM pela expressão:

$$(6) \quad d = \frac{P(1-k)}{N} \quad \text{sendo } K = \frac{R}{P}$$

onde

- d = coeficiente mensal de depreciação⁽¹⁾
 k = relação entre o valor de revenda e o preço do veículo novo
 P = valor do veículo novo
 R = valor residual do veículo
 N = número de anos correspondente à vida útil do veículo

A Revista TM determina a depreciação, considerando o valor de revenda do veículo após 5 anos de uso. Admitiremos, neste trabalho, conforme dados do GEIPOT, que um caminhão roda em média 8 anos, tendo, após este período, um valor residual igual a 32% do valor do veículo novo.

— Remuneração do Capital

Aplica-se uma taxa de remuneração sobre o capital médio aplicado:

$$(7) J = P_i - \frac{(P-R)(N-1)i}{2N}$$

onde

J = Juros

i = Taxa de Juros

— Licenciamento

As despesas com licenciamento são calculadas a partir da tabela da Taxa Rodoviária Única — TRU.

(1) Embora a depreciação seja também função da quilometragem rodada, ela varia muito mais com a idade do veículo, podendo, para todos os fins práticos, ser considerada fixa durante o ano.

- Seguros

Admite-se, além do seguro obrigatório, o total (contra colisão, incêndio e roubo) sem franquia.

- Salário do Motorista

Admite-se um motorista para cada caminhão, incluindo-se salário mais encargos; não sendo computadas as despesas com ajudante para carga e descarga.

- Administração e Eventuais

As planilhas de custo da Revista TM não consideram este item. Em nossa análise admitiremos, conforme estabelece o DNER,⁽¹⁾ que as despesas com administração e eventuais representam 15% da soma dos demais itens.

A partir da metodologia acima exposta, calculamos os custos operacionais para quatro tipos de caminhões cuja características são as seguintes:

- Caminhão semi-reboque (carroceria de madeira) para transporte de carga seca - Scania L - III, tracionado carreta de 3 eixos.

- vida útil	: 8 anos (8.000 km/mês)
- valor residual	: 32% do valor do veículo novo
- capacidade útil de carga	: 25 ton.
- valor	: Cr\$ 6.558.721 (Cr\$ de 1981)

(1) DNER (1976), Manual de Custos de Operação.

- Caminhão graneleiro semi-reboque — Scania L III tracionando carreta de 3 eixos.

- vida útil : 8 anos (8.000 km/mês)
- valor residual : 32% do valor do veículo novo
- capacidade útil de carga : 25 ton.
- valor : Cr\$ 6.950.801 (Cr\$ de 1981)

- Caminhão tanque para Combustível — Scania L III tracionando carreta de 3 eixos.

- vida útil : 8 anos (8.000 km/mês)
- valor residual : 32% do valor do veículo novo
- capacidade útil de carga : 25 ton.
- valor : Cr\$ 7.836.149 (Cr\$ de 1981)

- Caminhão Basculante semi-reboque — Scania LS III tracionando carreta de 3 eixos.

- vida útil : 8 anos (8.000 km/mês)
- valor residual : 32% do valor do veículo novo
- capacidade útil de carga : 25 ton.
- valor : Cr\$ 8.117.960* (Cr\$ de 1981)

Os veículos acima estão adaptados para o transporte das mercadorias abaixo discriminadas:

- Tanque — gasolina, óleo diesel, álcool, óleo combustível, óleos vegetais.
- Graneleiro — cimento a granel, adubos a granel, fosfatos, trigo, soja, milho.
- Carroceria de madeira — ferro e aço laminado, madeira, arroz,

açúcar, farelo e pellets, adubo acondicionado, papel, cimento acondicionado, cal e outros.

- Basculante — calcário e dolomita, clínquer, enxofre.

Os resultados aparecem na Tabela III.1, onde estão colocados os custos por quilômetro-ano e por tonelada-quilômetro-ano para os quatro tipos de caminhões selecionados.

TABELA III.1
CUSTOS POR TIPO DE CAMINHÃO
(1981)

ÍTEM	TANQUE		GRANELEIRO		ABERTO		BASCULANTE	
	CR\$/KM	CR\$/TON KM	CR\$/KM	CR\$/TON KM	CR\$/KM	CR\$/TON KM	CR\$/KM	CR\$/TON KM
1. Pneus	9,87	0,40	9,87	0,39	9,87	0,39	9,87	0,40
2. Combustível	23,69	0,95	23,69	0,95	19,38	0,78	21,34	0,85
3. Óleo	0,50	0,02	0,50	0,02	0,50	0,02	0,50	0,02
4. Lavagem e Graxa	2,28	0,09	2,28	0,09	2,28	0,09	2,28	0,09
5. Peças e Pessoal de Oficina	11,83	0,47	10,21	0,41	8,92	0,36	10,94	0,44
6. Depreciação	7,92	0,32	7,03	0,28	6,67	0,27	8,21	0,33
7. Juros (*)	5,86	0,23	5,14	0,21	4,86	0,19	6,09	0,24
8. Salário do Motorista	10,24	0,41	10,24	0,41	10,24	0,41	10,24	0,41
9. Licenciamento	0,61	0,02	0,61	0,02	0,61	0,02	0,61	0,02
10. Seguro	4,10	0,16	3,60	0,14	3,41	0,14	4,26	0,17
11. Administração e Eventuais	11,54	0,47	10,98	0,45	10,01	0,40	11,15	0,45

(*) Descontado o jogo de pneus.

Pela Tabela III.1 verificamos que o item mais importante, na composição do custo operacional dos quatro tipos de veículos, é o consumo de combustível, cuja participação no custo total situa-se em torno de 26%.

O somatório dos itens de 1 a 5 corresponde ao custo variável ou custo marginal de curto prazo. Os custos fixos estão representados pelos valores correspondentes aos itens de 6 a 11. Os custos médios totais, isto é, a soma de todos os componentes, representam, de acordo com as hipóteses levantadas anteriormente, os custos marginais de longo prazo. A Tabela III.2 agrupa os itens por tipo de caminhão, em custos médios fixos e variáveis.

TABELA III.2
CUSTOS FIXOS E VARIÁVEIS
(1981)

CUSTOS	CR\$/TON KM			
	TANQUE	GRANELEIRO	ABERTO	BASCULANTE
Fixos	1,61	1,68	1,43	1,62
Variáveis	1,93	1,86	1,64	1,80
TOTAL	3,54	3,37	3,07	3,42

Os resultados derivados até o momento referem-se a caminhões carregados. Para estabelecer uma comparação com o transporte ferroviário, torna-se necessário ajustar estes custos em função das condições reais de tráfego, isto é, em termos da ocupação média efetiva dos quatro tipos de caminhões considerados. De acordo com pesquisa realizada em 1976 pelo

DNER, verificou-se que a ocupação média dos caminhões desse tipo nas empresas de transporte era de 67%.⁽¹⁾ Podemos agora de terminar os custos por tonelada-quilômetro, considerando uma capacidade efetiva de 16,75 ton/veículo. Os resultados são mostrados na Tabela III.3.

TABELA III.3
CUSTOS FIXOS E VARIÁVEIS AJUSTADOS
EM FUNÇÃO DA OCUPAÇÃO MÉDIA
(1981)

CUSTOS	CR\$/TON KM			
	TANQUE	GRANELEIRO	ABERTO	BASCULANTE
Fixos	2,40	2,25	2,13	2,42
Variáveis	2,88	2,78	2,45	2,68
TOTAL	5,28	5,03	4,58	5,10

Outro aspecto relevante a ser mencionado é que os custos foram avaliados a preços de mercado, portanto, os resultados obtidos correspondem a uma avaliação sob ótica privada. As decisões, porém, em termos da economia como um todo, devem ser fundamentadas, é claro, nos custos totais incorridos pela coletividade, isto é, devem ser contemplados os custos sociais decorrentes das diferentes opções.

Admitiremos neste trabalho, como já dissemos, que

(1) DNER (1976), opus cit. Não se dispõe de dados mais recentes.

as discrepâncias entre o custo social e o privado estão basicamente associadas à estrutura geral de impostos, afetando igualmente os modos rodoviário e ferroviário. Um ponto, entretanto, que precisa ser examinado com maior cuidado refere-se à questão do subsídio ao diesel. Como a participação do combustível é relativamente importante na composição dos custos operacionais dos caminhões, a existência de um subsídio ao diesel poderia acarretar diferenças significativas em termos de custos sociais entre as duas modalidades.

Conforme foi demonstrado por Homem de Melo e Pelin,⁽¹⁾ durante os anos 1973-81, não houve subsídio ao diesel. A Tabela III.4 apresenta a evolução dos preços em dólares nominais, de venda deste derivado ao consumidor brasileiro, no período mencionado.

TABELA III.4
EVOLUÇÃO DE PREÇOS AO CONSUMIDOR
ÓLEO DIESEL
(US\$/BARRIL)

ANOS	PREÇO DO DIESEL — A	CUSTO DO PETRÓLEO (*) — B	A/B
1973	16,34	4,34	3,90
1974	21,01	14,89	1,41
1975	25,01	14,63	1,71
1976	28,46	14,86	1,92
1977	34,86	14,57	2,39
1978	36,58	14,71	2,49
1979	42,06	19,67	2,14
1980	44,07	32,93	1,34
1981	64,82	39,58	1,64

FONTES: Melo, F, H e Pelin, E, R (1984), opus cit., pp. 25

(*) Preço de importação mais refino e despesas de transporte.

(1) Melo, F, H e Pelin, E, R (1984), As Soluções Energéticas e a Economia Brasileira, Hucitec - São Paulo.

Examinando a estrutura de preços do óleo diesel, os autores verificaram que as despesas de comercialização corresponderam de 23,7 a 31,7% do preço nível de refinaria em cada momento. Portanto, concluem eles: "... através do exame das magnitudes das relações de preços diesel-custo do petróleo nota-se que, em nenhum ano, o óleo diesel foi subsidiado ao consumidor brasileiro, assumindo-se para essa conclusão, que a margem de comercialização, em cada ano do período analisado, tenha ficado na faixa de 25-30% do preço nível de refinaria e não mais."(1)

Estes resultados demonstram, ao contrário, que os consumidores de óleo diesel sofreram uma taxaço relativamente elevada em todo o período 1973-81. Em particular em 1981, ano base de nossas comparaçoes, mesmo admitindo-se uma margem de comercializaço de 30%, o preço de venda ao consumidor ultrapassou em cerca de 26% o custo total (preço nível de refinaria mais margem de comercializaço).

Tal constataço indica que os custos privados do transporte rodoviário estariam na verdade abaixo dos custos sociais. Ocorre, porém, que o consumo de petróleo é atendido basicamente por importaçoes. Supondo que o custo da divisa no Brasil encontrava-se, em 1981, entre 20-30% acima da taxa de câmbio oficial, devemos proceder um ajustamento, ao nível da estrutura de preços do diesel, de modo a eliminar este tipo de distorço.

O custo da matéria-prima representa aproximadamente 91% do custo do petróleo (coluna B). Nestas condições, em

(1) Melo, F, H e Pelin, E, R (1984), opus cit, pp. 26.

1981, esse custo igualou 36,02 Cr\$/barril. Como 80% do petróleo foram importados, devemos corrigir o preço correspondente a esta parcela, digamos, pelo coeficiente 1,25 (supondo que o custo de divisa seja 25% superior ao câmbio oficial). Procedendo a este ajustamento chegaríamos a um custo de 43,22 Cr\$/barril, ao qual, mesmo aplicando uma margem de comercialização de 30%, resultaria num custo 15% inferior ao preço de mercado.⁽¹⁾

O efeito desta redução de custo do combustível no custo do transporte rodoviário seria, entretanto, pouco significativa. Considerando, por exemplo, um caminhão aberto, o custo total passaria de 4,58 Cr\$/ton.km para 4,43 Cr\$/ton.km, correspondendo, portanto, a uma redução de pouco mais de 3%.

Destarte, não existem razões que justifiquem maiores preocupações com relação às distorções geradas pelo consumo de combustível, no transporte rodoviário de mercadorias. As diferenças entre custo social e privado serão atribuídas, neste trabalho, às características gerais da economia brasileira, afetando, portanto, indistintamente, os modos rodoviário e ferroviário. Como o objetivo, em última análise, é o de cotejar estas duas modalidades, acreditamos que os custos, a preços de mercado, constituem-se em indicadores razoáveis ao desenvolvimento de uma análise comparativa.

(1) Dado fornecido pela PETROBRAS.

III.2.2 - Custos de Manutenção de Rodovia

Para avaliação dos custos de conservação de rodovias, tomaremos como base a metodologia desenvolvida pelo DNER. Esta metodologia consiste em prē-fixar, em função de pesquisas realizadas, a natureza e a quantidade dos serviços envolvidos na conservação rodoviária, para diferentes pistas de rolamento, levando-se em consideração as características geométricas como larguras da pista e acostamento e, finalmente, calcular seus elementos de custo referidos ao quilômetro e ao ano.

O custo calculado pelo DNER se subdivide em duas parcelas:

— Manutenção de rotina

— Manutenção periódica

Deste modo, em outros termos, teríamos:

$$(8) M = M_R + M_Q$$

onde:

M = Custo de conservação normal médio por quilômetro e por ano.

M_R = Custo de conservação médio de rotina por quilômetro e por ano.

M_P = Custo de conservação periódica convertido em custo médio por quilômetro e por ano.

As parcelas M_R e M_P apresentam, por sua vez, uma parcela fixa e outra variável. Em ambos os casos, a parcela fixa independe do tráfego que ocorre na rodovia e a parcela variável é função do tráfego que a utiliza.

Para a obtenção tanto do M_R , quanto do M_P ,

considerou-se o custo básico de conservação e o fator de tráfego. O custo básico de conservação é o custo dos serviços de manutenção correspondente ao tráfego básico da via, definido pelo TMDb - Tráfego Médio Diário Básico que é o tráfego específico escolhido para cada tipo de superfície de rolamento. No caso do M_p , considerou-se como custo básico o custo relativo ao recapeamento da superfície de rolamento. O produto da multiplicação do custo básico de conservação pelo fator de tráfego resulta na equação de conservação de rotina (M_R) ou periódica (M_p). A Tabela III.5 define, para dois tipos de superfície de rolamento, terra e concreto asfáltico; o TMDb, o fator de tráfego e as equações correspondentes de conservação.

TABELA III.5
CUSTOS BÁSICOS DE CONSERVAÇÃO - FATORES DE TRÁFEGO
EQUAÇÕES DE CONSERVAÇÃO
(CR\$ DE 1981)

SUPERFÍCIE DE ROLAMENTO	TMDb	FATORES DE TRÁFEGO		CUSTO BÁSICO CR\$/KM/ANO		EQUAÇÕES DE CONSERVAÇÃO ROTINA E PERIÓDICA
		ROTINA	PERIÓDICA	ROTINA	PERIÓDICA	
Terra	50	$1 + \frac{TMD - TMDb}{2 \text{ TMDb}}$	-	120.895	-	$60.448 + 1208,95TMD$
Concreto Asfáltico	1.000	$1 + \frac{TMD - TMDb}{2 \text{ TMDb}}$	$1 + \frac{TMD - TMDb}{16 \text{ TMDb}}$	172.209	236.972	$308.266 + 100,92TMD$

FONTE: PROCON - Consultoria e Projetos de Engenharia Ltda. (1978) Política Fiscal e Tarifária do Setor Transporte.

A exemplo do que assumimos no caso dos custos operacionais, admitiremos aqui, também, a existência de retornos constantes de escala nas operações de conservação da rede rodoviária. Deste modo, o custo variável, dado pelo coeficiente do TMD, representa o custo marginal de curto prazo, e o custo total por quilômetro o custo marginal de longo prazo. A escala de operações é definida pelo TMDB e o correspondente custo básico de conservação, assim, ao considerarmos a hipótese de custos médios totais constantes, estamos supondo, implicitamente, que, se o TMDB dobrar para um determinado tipo de rodovia, dobrarão também os custos básicos de conservação.

Em uma pesquisa realizada pelo GEIPOT,⁽¹⁾ foram analisadas as condições de tráfego, no ano de 1977, de ... 154.024 km de estradas pavimentadas e não pavimentadas sob jurisdição estadual ou federal. A Tabela III.6 apresenta os resultados por faixa de TMD.

TABELA III.6
DISTRIBUIÇÃO DA REDE RODOVIÁRIA POR FAIXA DE TMD
(1977)

FAIXA	REDE — KM	
	PAVIMENTADA	NÃO PAVIMENTADA
< 500	11.251	81.575
$500 \leq \text{TMD} \leq 5.000$	45.951	9.416
≥ 5.000	5.831	-
TOTAL	63.033	90.991

FONTE: GEIPOT (1980), opus cit, pp. 19

(1) GEIPOT (1980), opus cit, POT - Fase II.

Determinamos, inicialmente, os custos de conservação em cruzeiros, substituindo o TMD de acordo com a faixa, nas respectivas equações; os resultados foram então multiplicados pelas extensões correspondentes: para o primeiro intervalo considerou-se um TMD de 250, no segundo 2.750 e no terceiro admitiu-se igual a 5.000.

Os custos, assim calculados, referem-se não apenas às despesas de conservação decorrentes dos fluxos de carga, mas sim, de todo o tráfego de veículos no sistema analisado. Para avaliarmos a parcela correspondente ao transporte de mercadorias, multiplicamos os custos pela participação do número de caminhões-km no total de veículos-km. Este percentual, no ano de 1977, foi de 35% e 38% em rodovias pavimentadas e não pavimentadas, respectivamente.⁽¹⁾

Para derivarmos os custos por tonelada quilômetro precisamos, evidentemente, do volume movimentado de carga no sistema rodoviário pesquisado. Conforme estimativas realizadas pelo GEIPOT, foram transportadas, neste sistema, 163 bilhões de ton km durante o ano de 1977.

Com base nas informações precedentes determinamos um custo variável de conservação (marginal de curto prazo) de 0,17 Cr\$/ton km, e um custo médio total (marginal de longo prazo) 0,22 Cr\$/ton km.

Na Tabela III.7 agrupamos os custos operacionais e de conservação de rodovias. Como podemos ver, os custos de conservação são relativamente baixos quando comparados com os custos operacionais. Tomando-se por exemplo uma ocupação média de 16,75 ton, verificamos que a participação dos custos globais de conservação nos custos totais, isto é, conservação e operação, não chega a 5%.

(1) GEIPOT, (1980) opus cit., POT - Fase II.

TABELA III.7
CUSTOS OPERACIONAIS E DE CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIOS

CUSTOS	CR\$ DE 1981/TON KM		
	OPERAÇÃO (*)	CONSERVAÇÃO	TOTAL
Fixos	2,30	0,05	2,41
Variáveis	2,70	0,17	2,81
TOTAL	5,00	0,22	5,22

(*) NOTA: Considerou-se uma ocupação média de 16,75 ton para os quatro tipos de caminhões. Os resultados apresentados nessa tabela correspondem à média simples dos respectivos valores.

Examinamos, a seguir, os custos ferroviários no transporte de mercadorias.

III.3 - Custos Ferroviários - Operação e Manutenção

Para avaliação dos custos ferroviários utilizaremos, em função da disponibilidade de dados, as informações relativas à FEPASA.⁽¹⁾

O sistema de apuração de custos desenvolvido por essa empresa é idêntico ao utilizado na Europa Ocidental, segundo o método da Union Internationale des Chêmins de Fer (UIC), adaptando-o, sempre que necessário, às peculiaridades da FEPASA. Procura-se determinar o custo médio por unidade de prestação de serviço, a partir de resultados contábeis associados à exploração ferroviária. Este custo é calculado para quatro grandes grupos:

- Custo de manutenção e reparo
- Custo de operação de transporte
- Custo de administração
- Custo de renovação
- Remuneração do capital renovável

O custo de manutenção e reparo e o custo de operação são desmembrados em duas parcelas, uma fixa e a outra variável, de acordo com o volume de transporte produzido no ano. Por sua vez, o custo de renovação, administração e os juros incidentes sobre o capital renovável são despesas consideradas fixas.

(1) FEPASA (1981), Informativo de Custos, Diretoria Financeira.

Para compatibilizar os dados de custo desta modalidade com os determinados no transporte rodoviário, trabalhamos com a seguinte composição:

- Manutenção e Reparo

- Material de tração - trem
- Material de tração - manobra
- Material rebocado
- Via permanente
- Instalação de tração elétrica
- Instalação de sinalização e telecomunicação
- Depósito e abrigo

- Operacionais

- Estação - circulação trem
- Estação - documento e manuseio
- Estação outros
- Serviço para os trens
- Condução de trem
- Condução de manobra
- Energia e lubrificantes - trem
- Energia e lubrificantes - manobra
- Diversos

- Administração

- Material rodante
- Eletrotécnica
- Via permanente
- Operação de transporte
- Operação de transporte
- Rodoviário
- Administração geral

Para essas três primeiras categorias de despesa foram considerados todos os itens que as compõem. O mesmo não ocorreu para os dois grupos seguintes, cuja estrutura específica também abaixo:

- Renovação
 - Material de tração
 - Material rebocado
- Juros
 - Material de tração
 - Material rebocado

A Tabela III.8 apresenta os custos da FEPASA, por categoria de despesa, no ano de 1981.

TABELA III.8
CUSTOS FERROVIÁRIOS
(1981)

ITENS	CR\$/TON KM		
	FIXO	VARIÁVEL	TOTAL
Manutenção e Reparo	0,33	0,18	0,51
Operação de Transporte	0,13	0,63	0,76
Administração	0,55	-	0,55
Renovação	0,57	-	0,57
Juros	2,16	-	2,16
TOTAL	3,74	0,81	4,55

A exemplo do procedimento adotado no modo rodoviário, admitiremos, aqui também, que as funções de custo de curto prazo são lineares. Nestas condições, como vimos, o custo marginal de curto prazo pode ser aproximado pelo custo médio variável.

Por outro lado, o custo marginal de longo prazo não pode, no caso do transporte ferroviário, ser representado pelo custo médio total, isto porque as evidências apontam a existência de significativas economias de escala nesta modalidade.

Griliches, utilizando quatro especificações diferentes e dados em "cross-section" para 97 estradas de ferro americanas, estimou a elasticidade do custo médio total com relação ao produto. Os resultados estão reproduzidos na Tabela III.9.

TABELA III.9
ELASTICIDADE DO CUSTO MÉDIO TOTAL EM RELAÇÃO AO
PRODUTO FERROVIAS AMERICANAS

MODELOS	ELASTICIDADE	ERRO PADRÃO	R ²
I	-0,1254	0,113	0,365
II	-0,074	-	0,826
III	-0,1770	0,022	0,944
IV	-0,030	0,047	0,944

FONTE: Euler, S.A. Engenharia e Consultoria (1976), Estratégia Econômico-Financeira da RFFSA, pp. 9.

Um dos primeiros trabalhos realizados no Brasil, na área de custos ferroviários, foi elaborado por Cipollari.⁽¹⁾ O custo total (CT) foi explicado por meio das variáveis toneladas quilômetros de carga geral (T), passageiros-quilômetro para interior (PI), passageiro quilômetro de subúrbio (PS) e a extensão da via (E). A equação ajustada através de um "cross-section" combinado com série de tempo, entre todas as estradas da RFFSA, no período 1959-65, forneceu o seguinte resultado:

$$(9) \text{ CT} = 0,179T^{0,250}_{(0,032)} \text{ PI}^{0,304}_{(0,055)} \text{ PS}^{0,083}_{(0,015)} \text{ E}^{0,209}_{(0,037)}$$

O poder explicativo da função estimada foi de 96% e todos os parâmetros são significantes ao nível de 5%.

Como podemos ver, se todas as variáveis crescerem 10%, o custo total, pela expressão (9), se eleva em apenas 8,5% indicando, portanto, custos médios e marginais decrescentes. Admitindo-se, portanto, que qualquer expansão de "T", "PI", "PS" é acompanhada por um crescimento equivalente de "E", deduzimos uma elasticidade do custo médio em relação ao produto menor do que zero ($\eta = -0,154$).⁽²⁾

Mais recentemente, a Euler,⁽³⁾ trabalhando com os dados por divisão da RFFSA (exclusive Divisão Nordeste), coletados nos anos 1973-75, estimou a expressão abaixo:

$$(10) \text{ CT} = 323,57T^{0,3055}_{(0,0397)} \text{ PI}^{0,0156}_{(0,0057)} \text{ PS}^{0,1020}_{(0,0068)} \text{ E}^{0,1925}_{(0,0328)}$$

(1) Cipollari, P (1968), opus cit., pp. 9.

(2) Valor obtido fazendo 1 menos o somatório dos expoentes.

(3) Euler, S.A. Engenharia e Consultoria (1976), opus cit.

O R^2 da função (10) é de 93% e todos os coeficientes se mostraram significativos ao nível de 5%.

É interessante destacar que estes resultados confirmam as evidências anteriores de existência de economias de escala no transporte ferroviário, pois, admitindo-se um aumento de 10% nas variáveis independentes, teríamos, novamente neste caso, um acréscimo de apenas 6,0% nos custos totais.⁽¹⁾ Uma vez apresentadas as conclusões dos trabalhos até aqui desenvolvidos, retornamos ao estudo do caso da FEPASA.

Como vimos, não podemos tomar o custo médio total como representativo do custo marginal de longo prazo. Os dados da FEPASA permitem, contudo, que se avalie a variação dos custos totais em função da distância e do carregamento médio dos vagões.⁽²⁾ Assim sendo, ajustamos para cada nível de ocupação média a seguinte expressão:

$$(11) \quad C = \alpha (\text{ton km})^\beta$$

onde

C = custo total em Cr\$ de 1981

ton km = volume de toneladas-quilômetros

Deve-se observar que o custo total da expressão (11), refere-se aos dados globais e não apenas àqueles especificados no início deste tópico. Deste modo, incluem-se na variável "C" as despesas com renovação e juros da via permanente,

(1) A elasticidade do custo médio em relação ao produto, estimada pela função (10), é igual a $\eta = -0,3844$.

(2) Estes dados correspondem a simulações de custo em função da distância e da ocupação média.

bem como os demais componentes a ela associados. Os resultados encontram-se na Tabela III.10.

TABELA III.10
CUSTOS TOTAIS EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA
E DO APROVEITAMENTO DOS VAGÕES

OCUPAÇÃO TON	CONSTANTE	COEFICIENTE	R ²
25	99,09	0,7615	98,2
30	127,14	0,7163	98,0
35	140,26	0,7013	97,9
40	154,22	0,6882	97,7
45	168,44	0,6768	96,6
50	183,19	0,6667	97,5
55	197,87	0,6578	97,5

(*) As funções não foram estimadas, mas apenas ajustadas a um dado conjunto de informações.

Podemos imaginar que cada nível de ocupação média corresponde a um segmento da FEPASA, digamos, a uma divisão. Verificamos, deste modo, que os ganhos de escala, representados pelos expoentes da variável ton km, são maiores à medida que se amplia o aproveitamento dos vagões de carga. Por exemplo, para uma ocupação média de 25 ton um aumento de 10% na distância conduz a uma variação de 7,6% nos custos totais. No caso de uma ocupação de 55 ton o mesmo aumento de distância se refletiria agora num aumento de 6,6% dos custos totais.

Em 1981, a ocupação média dos vagões da FEPASA foi de 43,2 ton, correspondendo, portanto, a uma elasticidade de

0,6825, valor este obtido a partir da média entre 0,6882 (ocupação média de 40 ton) e 0,6768 (ocupação média 0,6768). Com base nesse resultado, podemos determinar agora o custo marginal de longo prazo para a FEPASA, considerando o ano de 1981. Se $\eta = -0,3175$, isto significa que o custo marginal de longo prazo é igual a 68,25% do custo médio total. Deste modo, como o custo médio total igualou em 1981, 4,55 Cr\$/ton km, teríamos um custo marginal de 3,10 Cr\$/ton km.

É possível ainda utilizando os dados da FEPASA, avaliar, a grosso modo, os custos médios totais a nível das principais mercadorias movimentadas pela empresa. Em primeiro lugar, é preciso fazer a hipótese da mesma ocupação média por tipo de carga, isto porque não dispomos de dados desagregados na forma desejada. Além disto, em segundo lugar, lembramos que os custos derivados da expressão (11) incorporam, conforme salientamos anteriormente, as despesas de juros e renovação de via permanente. A relação entre os itens considerados e o custo médio total, no ano de 1981, foi de 0,6. Aplicamos, então, o mesmo coeficiente para todas as mercadorias. Do custo médio total passamos para o custo marginal de longo prazo considerando, para cada mercadoria, que o valor da relação entre eles se mantenha inalterado e igual ao verificado para o total da FEPASA. ($\eta = -0,3175$). Os resultados encontram-se na Tabela III.11.

TABELA III.11
CUSTOS FERROVIÁRIOS POR MERCADORIAS
(1981)

MERCADORIAS	CUSTO	
	MÉDIO	MARGINAL
Açúcar	4,64	3,17
Adubos	4,32	2,95
Alcool	4,79	3,27
Arroz	5,36	3,66
Bauxita	5,34	3,65
Cal	4,60	3,14
Calcário	5,44	3,71
Carvão	4,99	3,41
Cimento	5,10	3,48
Clínquer	6,89	4,70
Dormentes	3,91	2,67
Enxofre	3,84	2,62
Escória	5,11	3,49
Farelo e Pellets	4,86	3,32
Fosfato	3,95	2,70
Gasolina	4,48	3,06
Madeira	5,09	3,47
Milho	4,50	3,07
Óleo Combustível	4,81	3,28
Óleo Diesel	4,16	2,84
Óleos Vegetais	4,34	2,96
Papel e Celulose	4,32	2,95
Produtos Siderúrgicos	4,24	2,89
Soja	4,23	2,89
Trigo	4,14	2,83

Comparando estes custos com os calculados para o transporte rodoviário, verificamos que as diferenças são substanciais a favor do modo ferroviário. Considerando, por exemplo, um caminhão aberto, seu custo marginal de curto prazo seria mais de três vezes maior que o constatado para a FEPASA como um todo. O custo marginal de longo prazo, por outro lado, para esse tipo de caminhão, é quase 50% superior ao verificado em 1981 para a empresa ferroviária. Estas diferenças mostram-se muito mais expressivas, quando estabelecemos as comparações a nível de mercadorias.

É interessante ainda, como último ponto deste capítulo, avaliar os custos ferroviários em condições ideais. Isto pode ser conseguido examinando-se os custos operacionais da EFVM — Estrada de Ferro Vitória a Minas.

A EFVM tem aspectos bastante peculiares que a distinguem das demais estradas brasileiras. Realizando o transporte basicamente de minério de ferro, numa extensão de pouco mais de 700 km, ligando o porto de Tubarão às jazidas ferríferas, a EFVM alcança elevados índices de produtividade.

As composições de até 130 vagões, com capacidade de 70 ton, transitam diretamente para o porto, onde o desembarque é feito por processo inteiramente automático.

Como vimos, o transporte ferroviário desfruta de economias de escala. É de se esperar, contudo, que, para as ferrovias grandes, estes ganhos sejam progressivamente menores. Griliches⁽¹⁾ ao estudar o comportamento das grandes ferrovias americanas, concluiu pela existência de retornos constantes de escala. Esta conclusão foi derivada da estimação de uma função custo do seguinte tipo:

$$(12) \text{ CT} = a + b \times$$

(1) Euler Engenharia e Consultoria (1976), opus cit., pp. 9

onde verificou-se que o parâmetro "a" não era significativamente diferente de zero. Nestas condições, o custo médio total e o custo marginal de longo prazo são iguais ao parâmetro "b".

A exemplo do trabalho desenvolvido por Griliches, estimamos, utilizando a especificação (12), a função custo total para a EFVM. A variável independente "x" foi representada pelo volume de toneladas quilômetros, movimentadas nos anos 1960-81. O custo total, por sua vez, foi aproximado pelas despesas de gestão. Estas, embora incorporem as depreciações, (1) não incluem nenhuma parcela a título de juros. Os resultados encontram-se abaixo:

$$(13) \text{ CT} = \frac{2265,94}{(1620,0)} + 0,593434 \times \frac{R^2}{(0,05)} = 87\%$$

A expressão (13) mostra também que o coeficiente linear não é significativamente diferente de zero. O valor de "b" igualou 0,59 Cr\$/ton km, representando simultaneamente o custo marginal de longo prazo e o custo médio total.

Comparando o custo estimado na expressão (13) com os valores observados para a FEPASA, constatou-se, como era esperado, que o custo observado para a EFVM é extremamente baixo. Considerando apenas o custo variável da FEPASA, verificamos que este igualou em 1981 0,81 Cr\$/ton km, valor 37% superior ao calculado para a EFVM.

É interessante observar ainda que as comparações com o transporte ferroviário foram realizadas considerando-se

(1) Não foi possível identificar quais os itens para os quais estão computadas as despesas de renovação.

caminhões pesados. Ocorre, porém, como vimos no capítulo II, que uma grande parte dos caminhões da frota nacional é de porte médio. Tomando-se por exemplo um caminhão médio de 12 ton⁽¹⁾ e admitindo-se uma ocupação de 67%, portanto, a mesma considerada para os veículos pesados, chegamos a um custo total de 6,33 Cr\$/ton km, valor este no mínimo 20% acima do verificado na Tabela III.3 para os pesados. Comparando o custo médio total, ou marginal de longo prazo, deste tipo de veículo, com o custo marginal de longo prazo da FEPASA como um todo, observa-se, nesta situação, um diferencial de nada menos que 100% em favor do transporte ferroviário.

Conclui-se, deste modo, que as ferrovias desfrutam, para uma dada capacidade viária, de significativas vantagens em termos de custos de operação e manutenção. Estas vantagens são tanto maiores quanto maior for o volume de tráfego.

Apesar destas nítidas vantagens de custo, as ferrovias não conseguem disputar ativamente o mercado de transporte mesmo para cargas, cujas características da rota e do produto indicam esta modalidade como a alternativa mais econômica.

A explicação disto reside, evidentemente, no processo histórico de desenvolvimento das duas modalidades. Conforme salientamos no capítulo I, a opção pelo desenvolvimento do transporte rodoviário, dissociada de um planejamento em termos globais, acabou por gerar sérias distorções ao nível do sistema de transportes como um todo. Dentro deste contexto as vantagens de custo, oferecidas pelo modo ferroviário, são su-

(1) L-2213. Veja Revista Transporte Moderno.

peradas por uma série de fatores qualitativos que acabam colocando o caminhão em condições muito mais atrativas, nas mais diversas situações.

Deve-se buscar, portanto, uma estrutura integrada do setor transportes, estimulando o desenvolvimento das diferentes modalidades de acordo com suas vantagens relativas, avaliadas nos diferentes segmentos do mercado de transportes.

No capítulo seguinte examinamos os custos numa visão global, incorporando, também, os custos de construção de rodovias e ferrovias.

CAPÍTULO IV — CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DE RODOVIAS E FERROVIAS

Introdução

As comparações de custo operacional entre os modos rodoviário e ferroviário mostraram-se amplamente favoráveis à segunda modalidade. Isto significa que, dada a infraestrutura viária, uma utilização mais intensiva do transporte ferroviário, nos fluxos densos, pode gerar benefícios consideráveis para a economia nacional.

O problema, que se coloca nesta parte do trabalho, é o de estabelecer uma avaliação comparativa dos investimentos para implantação de rodovias e ferrovias. Em função destes resultados e dos derivados do capítulo anterior, faremos uma avaliação geral, cotejando as duas modalidades, segundo os custos totais, isto é, operação, manutenção e construção.

As seções 1 e 2 apresentam, respectivamente, os investimentos em implantação de rodovias e ferrovias. Na seção 3 procuramos avaliar o peso do investimento, em moeda estrangeira, na composição geral das despesas de construção de rodovias e linhas ferroviárias. A seção 4 é reservada à realização de uma comparação geral de custos, que foi possível graças à transformação dos dados de investimento na construção de vias, em custos anuais. Finalmente, na última seção, apresentamos um estudo de caso referente à construção da variante Helvética-Guaianã.

9677 0745

IV.1 - Custos de Implantação de Rodovias

Os dados referentes à construção de rodovias foram obtidos em um estudo realizado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT em 1980. ⁽¹⁾

Neste trabalho foram considerados vários tipos de rodovias de primeira e segunda classe, construídas em terreno ondulado e montanhoso, a saber: ⁽²⁾

- rodovia com pista única, duas faixas e duas direções
- rodovia com pista única, três faixas e duas direções
- rodovia com pista dupla, duas faixas por direção

Os elementos, computados na composição dos custos por quilômetro construído, são os seguintes:

- **Custo de Liberação da Faixa de Domínio**

- Corresponde ao custo de desapropriação da área relativa à faixa de domínio da via. Tal item foi avaliado a partir da média dos valores de terra para diversas finalidades.

- **Limpeza**

- Refere-se às despesas de limpeza da plataforma

(1) Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT (1980) Potencial de Biomassas Vegetais para Fins Energéticos no Estado de São Paulo. Os dados originais são do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo.

(2) A classe da Rodovia se refere à largura da pista e dos acostamentos. Veja PROCON (1978), opus cit, pp. 125.

da via, consistindo basicamente na roçada, desmatamento e remoção de material.

- Terraplenagem

- Este elemento do custo está associado aos serviços de escavação mecânica, transporte do material escavado e compactação de aterros e taludes.

- Valetas de Proteção

- Este tipo de valeta é próprio para ser colocado sobre os cortes. Considerou-se que, para cada quilômetro de estrada, tem-se 500 m de corte e 500 m de aterro.

- Pavimentação

- O custo de pavimentação é variável em função do teor do cimento e da espessura do pavimento. Assim, considerou-se 15 cm de espessura do pavimento, e 8% e 5% de teor de cimento na construção das faixas e dos acostamentos, respectivamente.

- Obras de Arte Corrente

- Neste item estão englobadas as guias, sarjetas, canaletas e linhas de tubo.

- Serviços Complementares

- Estão incluídos nesta conta, as despesas com a colocação de cercas, portei^{ras}, bem como a própria sinalização da rodovia.

- Obras de Arte Especiais

80545

- Correspondem à construção de pontes, viadutos, passagem de nível, etc.

• Fiscalização

- Este elemento de custo é estimado em 10% dos custos relativos aos itens acima, excetuando-se o custo de liberação da faixa de domínio.

• Eventuais

- Correspondem a 10% da soma de todos os itens anteriores, exclusive o custo de liberação da faixa de domínio e o custo do projeto.

Os valores apresentados pelo IPT referem-se a preços de julho de 1979. Para atualizarmos estas informações, colocando os dados em cruzeiros de 1981, data base de nossas comparações, utilizamos a média ponderada dos Índices de Preço das Obras de Arte Especiais, Pavimentação e Terraplenagem referentes a Obras Rodoviárias e que se encontram publicados na Revista Conjuntura Econômica.⁽¹⁾ Os resultados são apresentados na Tabela IV.1

(1) Custo Nacional da Construção Civil e Obras Públicas — por tipos de obras. Colunas 36, 37 e 38.

TABELA IV.1
CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DE RODOVIAS

TIPO DO TERRENO	CLASSIFICAÇÃO DA RODOVIA	TIPO DE RODOVIA	10 ³ CR\$ DE 1981/KM
	Classe I	Pista Única – 2 faixas, 2 direções	17.619
		Pista Única – 3 faixas, 2 direções	23.002
		Pista Dupla – 2 faixas por direção	30.804
	Classe II	Pista Única – 2 faixas, 2 direções	15.083
		Pista Única – 3 faixas, 2 direções	19.882
		Pista Dupla – 2 faixas por direção	27.097
Ondulado	Classe I	Pista Única – 2 faixas, 2 direções	42.180
		Pista Única – 3 faixas, 2 direções	52.576
		Pista Dupla – 2 faixas por direção	69.909
	Classe II	Pista Única – 2 faixas, 2 direções	37.818
		Pista Única – 3 faixas, 2 direções	47.674
		Pista Dupla – 2 faixas por direção	64.776
Montanhoso	Classe II	Pista Única – 2 faixas, 2 direções	37.818
		Pista Única – 3 faixas, 2 direções	47.674
		Pista Dupla – 2 faixas por direção	64.776

FONTE: IPT (1980), opus cit, pp. 9.

IV.2 - Custos de Implantação de Ferrovias

Os custos de implantação de ferrovias foram extraídos do mesmo documento elaborado pelo IPT.⁽¹⁾ Neste trabalho são considerados os seguintes itens:

- Desapropriação ou liberação da faixa de domínio
- Limpeza do terreno
- Terraplenagem
- Drenagem
- Obras de Arte Correntes - bueiros e galerias
- Serviços Complementares - valetas de proteção, compactação da plataforma, cercas, plantação de grama
- Obras de Arte - pontes, viadutos, túneis, etc.
- Obras Adicionais - outros serviços que não correspondem aos elementos acima; estimou-se este item em 10% do custo relativo à soma dos elementos acima, excluindo-se a desapropriação
- Superestrutura - lastro, correntes e trilhos
- Projeto e Fiscalização - estimado em 10% da soma de todos os itens exclusive as despesas de desapropriação
- Sinalização - considerou-se os custos relativos aos dois tipos de sinalização: Staff e CTC
- Sistema de Telecomunicações
- Eletrificação - os custos de eletrificação foram também avaliados e incluem a implantação da rede aérea e das subestações

(1) IPT (1980), opus cit.

Os valores correspondentes aos itens acima foram computados para via simples e dupla, considerando-se dois tipos de terreno ondulado e montanhoso. Os resultados encontram-se na Tabela IV.2, e foram ajustados para cruzeiros de 1981, aplicando-se uma média ponderada dos índices referentes a obras ferroviárias publicados na Revista Conjuntura Econômica.⁽¹⁾

TABELA IV.2
CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DE FERROVIAS
(10³ CR\$ DE 1981/KM)

ITENS	VIA SIMPLES		VIA DUPLA	
	ONDULADO	MONTANHOSO	ONDULADO	MONTANHOSO
Limpeza	2.418	2.418	2.418	2.418
Terraplenagem	37.994	75.987	192.019	384.036
Drenagem	6.693	13.386	6.693	13.386
Obras de Arte Correntes	2.396	4.793	2.396	4.793
Serviços Complementares	5.469	10.940	5.469	10.940
Obras de Arte	14.607	29.216	16.799	33.598
Obras Adicionais	6.958	13.674	22.580	44.917
Superestrutura	15.606	31.211	15.606	31.211
Projetos	9.214	15.471	26.397	52.530
Desapropriação	934	1.245	934	1.245
Telecomunicações	1.277	1.277	1.277	1.277
Subtotal (A)	103.566	199.618	292.588	580.351
Sinalização				
• Staff (B)	101	101	204	204
• CTC (C)	5.522	5.522	6.625	6.625
Subtotal (B)	103.667	199.719	292.792	580.555
Subtotal (C)	109.088	205.140	299.213	586.976
Eletrificação	9.833	9.833	18.243	18.243
TOTAL (B)	113.500	214.973	311.035	598.798
TOTAL (C)	118.921	214.973	317.456	605.219

FONTE: IPT (1980), opus cit.

(1) Obras Ferroviárias - Colunas 33 e 34.

A Tabela IV.2 mostra que o custo da implantação de uma ferrovia varia substancialmente em função da topografia do terreno. De fato, em qualquer uma das situações, o custo de implantação por quilômetro, em uma superfície montanhosa, é quase duas vezes maior que o constatado para a construção em um terreno tipicamente ondulado.

Na Tabela IV.2 é possível ainda avaliar os custos de instalação da tração elétrica, cuja participação nos custos totais de construção oscila entre 3,0% e 8,7%.

Com base nestes resultados e nos obtidos na seção anterior, podemos executar agora uma avaliação comparativa dos custos de implantação de rodovias e ferrovias. Isto é feito na Tabela IV.3, com base nas informações extraídas das Tabelas IV.1 e IV.2. Como podemos ver, os custos de construção de uma linha férrea são muito superiores aos verificados para a implantação de uma rodovia. A título de ilustração citamos, por exemplo, que o custo de implantação de uma rodovia com pista dupla e com duas faixas por direção seria 30.804 Mil Cr\$/Km. Uma ferrovia construída em terreno ondulado com via simples custaria 103.667 Mil Cr\$/Km, valor este mais de três vezes maior que o determinado para a implantação da rodovia acima mencionada. A inspeção da tabela revela que os custos de construção ferroviários são no mínimo o triplo, podendo chegar até vinte vezes o valor necessário à implantação de uma rodovia.

Deve-se, porém, frisar novamente que o valor do investimento inicial não se constitui em critério adequado para a seleção de alternativas. O importante é identificar em que condições cada modalidade desempenha o seu papel de modo mais eficiente em relação à outra. O que se deve buscar, portanto, é uma avaliação geral de custos, incluindo a operação, manuten

ção e construção das redes rodoviária e ferroviária.

Mostramos no capítulo precedente que a ferrovia apresenta uma indiscutível vantagem de custo sobre a rodovia para uma dada capacidade viária. Uma vez avaliados os custos de construção, pretendemos, na seção quatro deste capítulo, examinar a questão proposta no parágrafo anterior, isto é, cotejar as duas modalidades, com base nos custos totais, inclusive os de construção da via. Antes, porém, na sequência, avaliamos a participação da componente em moeda estrangeira associada aos investimentos em cada uma das duas modalidades.

TABELA IV.3

COMPARAÇÃO DE CUSTOS DE CONSTRUÇÃO

(Cr\$ de 1981/Km)ferro/Cr\$ de 1981/Km) rodo

RODOVIA	FERROVIA(*)	TERRENO			
		ONDULADO		MONTANHOSO	
		VIA SIMPLES	VIA DUPLA	VIA SIMPLES	VIA DUPLA
	Pista única - 2 faixas - 2 direções	5,9	16,6	4,7	13,8
Classe I	Pista única - 3 faixas - 2 direções	4,5	12,7	3,8	11,0
	Pista dupla - 2 faixas por direção	3,4	9,5	2,9	8,3
	Pista única - 2 faixas - 2 direções	6,9	19,4	5,3	15,4
Classe II	Pista única - 3 faixas - 2 direções	5,2	14,7	4,2	12,2
	Pista dupla - 2 faixas por direção	3,8	10,8	3,1	9,0

(*) Ferrovias não eletrificadas, com sistema de sinalização staff.

IV.3 - Avaliação da Componente de Investimentos em Moeda Estrangeira na Construção de Rodovias e Ferrovias

O peso da componente de investimentos em moeda estrangeira pode ser considerado sob duas perspectivas: a primeira corresponde à parcela do investimento que necessariamente, em função das condições técnicas, tem de ser provisionada com recursos externos; a segunda está associada às aplicações em moeda nacional que incorporam indiretamente investimentos em moeda estrangeira.

Devemos salientar que estamos interessados em uma análise comparativa entre as duas modalidades, neste sentido as características comuns dos investimentos podem ser colocadas à margem deste estudo. Assim, embora as ferrovias sejam mais exigentes em termos tecnológicos, consideraremos que as eventuais diferenças, no que tange à parcela de moeda estrangeira embutida nos materiais básicos, principalmente derivados de petróleo, para a construção de rodovias e ferrovias, são no cômputo geral, muito pouco expressivas. Colocada a questão nestes termos, procuraremos examinar a componente direta nas duas modalidades.

Com relação à implantação de uma rodovia, podemos considerar que, segundo os técnicos do GEIPOT, praticamente todo o investimento é possível de ser realizado em moeda nacional.

No caso das ferrovias, os dois únicos itens, que incorporam parcela significativa de recursos em moeda estrangeira, são Sinalização e Eletrificação.

De acordo com informações colhidas junto à FEPA-SA,⁽¹⁾ 40% dos investimentos em sinalização devem ser realizados, necessariamente, em moeda estrangeira, independentemente das condições de financiamento. Em uma ferrovia, por exemplo, construída em via simples com sinalização CTC, o peso da parte estrangeira seria, portanto, de apenas 2%.

Com relação à eletrificação ferroviária, conforme mostra estudo realizado pelo GEIPOT, a participação do investimento em moeda nacional e estrangeira é 82% e 18%, respectivamente. Para o mesmo tipo de ferrovia, considerada no parágrafo anterior, o peso do custo de eletrificação no total do investimento de implantação da linha é de 8,3%, o que implica numa participação do componente importado inferior a 1,5%.

É interessante observar que, considerando conjuntamente os dois itens Sinalização e Eletrificação, a representatividade dos investimentos em moeda estrangeira no custo global de construção, apresentado na Tabela IV.2, é de, no máximo, 3,5%.

Ocorre, porém, que esta avaliação levou em conta a taxa de câmbio oficial. No capítulo anterior admitimos que o custo de divisa no Brasil era 25% superior à taxa de câmbio oficial. Considerando esta hipótese e refazendo os cálculos, verificaremos que a participação do componente estrangeiro pode chegar, no máximo, a 4,0%.

Um último ponto, que convém seja abordado, embora não se relacione com a construção ferroviária, diz respeito à

(1) FEPASA - Departamento de Planejamento e Departamento da Via Permanente

avaliação da componente estrangeira no material rodante, isto é, vagões e locomotivas.

Os vagões, a exemplo dos caminhões, são produzidos totalmente no Brasil, não havendo, de modo geral, necessidade de importação de componentes.⁽¹⁾ Este não é o caso das locomotivas, cuja produção no momento, segundo a Associação Brasileira da Indústria Ferroviária — ABIFER,⁽²⁾ realiza-se com um índice de nacionalização da ordem de 70%. Qual seria a importância dos 30% do valor da locomotiva em moeda estrangeira no custo operacional?

No capítulo anterior apresentamos os custos operacionais da ferrovia. Verificou-se que o custo total para a FEPASA igualou em 1981 4,55 Cr\$ de 1981/ton Km. O custo de renovação do material de tração corresponde a 5,9% do custo total, isto é, 0,27 Cr\$ de 1981/ton Km. Tomando-se 30% deste valor e corrigindo esta parcela por 1,25 — diferença de câmbio —, chegamos ao custo efetivo da componente estrangeira. Tal ajustamento elevaria o custo total para 4,57 Cr\$ de 1981/ton Km, representando, portanto, um acréscimo inexpressivo em relação ao valor anterior.

Os resultados apresentados demonstram, portanto, que o peso de componente estrangeira direta é muito pouco significativa nos custos ferroviários.

Na seção seguinte analisamos conjuntamente os custos de operação (inclusive manutenção) e de construção de rodovias e ferrovias.

(1) Uma análise completa da componente estrangeira nos investimentos das duas modalidades deveria incluir a avaliação do pagamento de royalties.

(2) Associação Brasileira da Indústria Ferroviária — ABIFER (1982/83) - Relatório de Diretoria.

IV.4 - Comparação Geral de Custos

A título de exercício, consideraremos uma situação em que se deve optar pela construção de uma rodovia ou ferrovia. Suponhamos, adicionalmente, que a topografia do terreno, onde se deve executar as obras de implantação, seja predominantemente ondulada com extensão de 100 km. Nestas condições teríamos os seguintes investimentos em cada uma das modalidades:

- Rodovia (Classe I - pista única) : 17.619 Mil Cr\$/Km
- Ferrovia (via simples - não eletrificada
- Staff) : 103.667 Mil Cr\$/Km

Os valores de investimento, acima colocados, podem ser transformados em custos anuais. Para isto, admitimos um prazo de implantação de três anos, uma taxa de remuneração do capital de 12% e um horizonte de tempo de trinta anos.⁽¹⁾ Consideramos, adicionalmente, que as parcelas investidas nas obras se distribuem igualmente durante os três anos da fase de implantação.

A partir destas hipóteses, calculamos o valor futuro no ano 3 dos investimentos em cada uma das alternativas resultante das aplicações realizadas nos instantes "1", "2" e "3". O resultado foi distribuído, determinando-se o valor das anuidades no período de 27 anos. A Figura IV.1 apresenta esquematicamente as hipóteses e o procedimento adotado.

(1) Incluída a implantação.

FIGURA IV.1
IMPLANTAÇÃO DE RODOVIA E FERROVIA
CUSTOS TOTAIS

— Condições:

• Rodovia - classe I, pista única

• Ferrovia - via simples, não eletrificada, staff

Extensão : 100 km

Superfície : terreno de topografia ondulada

Prazo de implantação : 3 anos

Início da operação : 4º ano

Horizonte : 30 anos

Remuneração do capital : 12% ao ano

O custo anual, associado à construção da rodovia seria de Cr\$ 250 milhões/ano e o da ferrovia seis vezes maior, isto é, Cr\$ 1.468 milhões/ano. A Tabela IV.4 apresenta os custos unitários de construção, considerando diferentes volumes de carga movimentada. A estes custos foram somados, por modalidade, os custos marginais de longo prazo, relativos à operação e conservação; os valores obtidos são comparados na última coluna da referida tabela. O custo referente ao modo rodoviário corresponde à média simples dos valores constatados para os quatro tipos de caminhões considerados no capítulo anterior, mais 0,22 Cr\$/ton Km para cobrir as despesas destinadas à conservação da rodovia. No caso de ferrovia, trabalhamos com os resultados da FEPASA. (1)

TABELA IV.4
COMPARAÇÃO GERAL DE CUSTOS
(CR\$ DE 1981/TON KM)

VOLUME DE CARGA	RODOVIA			FERROVIA			A/B
	OPERAÇÃO	CONSTRUÇÃO	TOTAL (A)	OPERAÇÃO	CONSTRUÇÃO	TOTAL (B)	
1 milhão de ton	5,44	2,50	7,94	3,10	14,68	17,78	0,45
5 milhões de ton	5,44	0,50	5,94	3,10	2,94	6,04	0,98
10 milhões de ton	5,44	0,25	5,69	3,10	1,47	4,57	1,25

(1) Não se considerou as economias de escala.

Nas condições do exercício, para um fluxo de 1 milhão de ton/ano, o custo total para a rodovia, incluindo a construção, é cerca da metade do valor correspondente na ferrovia. Por outro lado, para um fluxo de 10 milhões, o custo total, associado ao transporte rodoviário, é 25% superior ao constatado no ferroviário.

Embora os resultados, acima colocados, tenham sido derivados de um simples exercício, eles indicam que cada modalidade tem, em função de suas características, faixas mais adequadas de atuação. Para fluxos densos o trem desfruta de uma vantagem inquestionável sobre o caminhão. Este, por sua vez, tem o seu mercado garantido, fundamentalmente nas operações complementares onde as menores densidades dos fluxos tornam a flexibilidade do caminhão uma vantagem insuperável.

Seria interessante analisar a viabilidade de projetos ferroviários a partir de situações reais. Na seção seguinte apresentamos o projeto de construção da variante Helvêtia-Mayrink.

IV.5 — Estudo de Caso - A Construção da Variante Helvética-Mayrink (Guaianã)

O estudo de caso apresentado nesta seção foi desenvolvido a partir de dados e projetos já existentes de implantação da variante Helvética-Mayrink. Procuramos, deste modo, avaliar a viabilidade de implantação do referido traçado, utilizando as informações disponíveis em trabalhos anteriores, fundamentalmente o estudo da FEPASA, e aplicando o instrumental metodológico desenvolvido nas partes anteriores deste trabalho.

O trecho ferroviário entre Helvética e Mayrink, com extensão de 90 km e parte da antiga Ituana, tem sua implantação datada de fins do século XIX. Suas características técnicas, apropriadas para a época, encontram-se ultrapassadas e incompatíveis com o movimento pesado que vem apresentando nos últimos anos. O tráfego do trecho é, em sua maior parte, de passagem, correspondendo a cerca de 20% do total da FEPASA.

O tráfego atual, assim como as previsões para os próximos anos, indicam a saturação próxima do sistema, o que aponta para a necessidade de execução de uma análise que identifique e determine os benefícios e os custos resultantes de investimentos na malha ferroviária da região. Nesse contexto se situa a proposição da FEPASA de Construção da Variante Helvética-Mayrink objetivando, assim, a eliminação do seu principal gargalo operacional. Seguindo a orientação do estudo realizado pela FEPASA, propõe a seguinte ligação:

- Bela Vista - Área de Helvética : 22 km
- Área de Helvética - Guaianã : 82,1 km

Em Guaianã, a variante entroncaria com a malha atual:

- Guaianã - Evangelista de Souza : 86,2 km
- Evangelista de Souza - Santos

A Figura IV.2 ilustra melhor a ligação proposta.

FIGURA IV.2

PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DA VARIANTE HELVETIA-MAYRINK

A exemplo do estudo realizado pela FEPASA, a análise da viabilidade de implantação da variante Helvêtia-Guaianã consistirá na comparação entre os custos correntes de manutenção do trecho atual (situação sem projeto) e os relativos à implementação da variante (situação com projeto). Assim sendo, aos investimentos para implantação da nova variante, contrapõe-se a redução dos custos de transporte por ela propiciados.

Nos custos de investimentos foram considerados, além dos dispêndios relativos à construção da variante, os necessários à colocação do terceiro trilho nos trechos Boa Vista-Helvêtia, Guaianã-Evangelista de Souza, Paratinga-Samaritã, Paratinga-Piaçaguera, Paratinga-Acaraú, Evangelista de Souza-Samaritã. A Tabela IV.5 apresenta o volume e a distribuição dos investimentos nos anos 1980-82.

TABELA IV.5
CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO
PROJETO FEPASA
(Mil Cr\$ de 1981)

DISCRIMINAÇÃO	ANOS			TOTAL
	1980	1981	1982	
Construção da variante Helvêtia-Guaianã	1.050.211	7.681.346	4.511.269	13.242.826
Colocação do 3º trilho	-	1.362.071	4.817.587	6.179.658
- Guaianã-Evangelista de Souza	-	1.362.071	799.946	2.162.017
- Bela Vista-Helvêtia	-	-	461.719	461.719
- Paratinga-Samaritã-Santos	-	-	60.319	60.319
- Paratinga-Piaçaguera	-	-	308.520	308.520
- Paratinga-Acaraú	-	-	165.883	165.883
- Evangelista de Souza-Acaraú	-	-	448.825	448.825
- Evangelista de Souza-Samaritã	-	-	2.572.375	2.572.375
TOTAL	1.050.211	9.043.417	9.328.856	19.422.484

FONTE: FEPASA.

Na situação "sem projeto", admite-se que as projeções de tráfego acima da capacidade atual entre Helvêtia e Mayrink seriam transferidas para o modo rodoviário. Cabe notar que a perda de transporte para a rodovia não se faria apenas no trecho em análise, mas desde a origem até o destinos dos fluxos. Tal hipótese se justifica pelo fato de a seção Helvêtia-Mayrink não se caracterizar pela geração e/ou recebimento de volumes significativos de carga, e, sim, por ser um trecho de passagem, levando a região de Campinas à Grande São Paulo e Baixada Santista. Desse modo, as limitações de capacidade de transporte entre Helvêtia e Mayrink refletem-se em todos os fluxos que passam pelo trecho.

Neste trabalho consideraremos que, na situação "sem projeto", o custo de transporte da FEPASA mantém-se inalterado em todo o horizonte 1983-2012 e igual a 4,55 Cr\$/ton Km, valor este determinado no capítulo anterior, e que corresponde ao custo médio geral da FEPASA no ano de 1981.

Na situação "com projeto", admitimos que o custo médio de 4,55 Cr\$/ton Km se reduziria, progressivamente, nos anos 1983-93, a uma taxa de 4,2% a.a., taxa esta compatível com um crescimento dos fluxos de 14,48% a.a. e com uma elasticidade do custo médio em relação ao produto de $\eta = -0,3175$. Em 1983 a capacidade da variante atingiria seu limite, e com isso, admite-se, o custo médio se estabilizaria.⁽¹⁾

Os custos do transporte rodoviário foram determinados considerando os caminhões tipo, apresentados no capítulo

(1) Considerou-se, a exemplo do estudo realizado pela FEPASA, que a limitação de capacidade seria dada no trecho Helvêtia-Mayrink.

anterior, e suas respectivas participações nos fluxos de mercadorias da região.⁽¹⁾ A Tabela IV.6 apresenta as projeções de tráfego nos anos 1983-2012.

TABELA IV.6
PROJEÇÃO DE TRÁFEGO
(1983 - 2000)

ANOS	SEM PROJETO - 10 ³ TON KM		COM PROJETO 10 ³ TON KM - FERROVIA
	FERROVIA	RODOVIA	
1983	449.037	266.955	720.720
1984	449.037	291.265	747.274
1985	449.037	313.155	774.576
1986	449.037	446.805	941.313
1987	449.037	598.155	1.129.876
1988	449.037	768.705	1.342.495
1989	449.037	962.355	1.583.912
1990	449.037	1.182.105	1.857.867
1991	449.037	1.462.086	2.126.985
1992	449.037	1.808.380	2.435.085
1993-2012	449.037	2.236.694	2.787.814

FONTE: FEPASA

Estabelecidas as hipóteses e dado o crescimento dos fluxos no horizonte de estudo, apresentamos na Tabela IV.7 a evolução dos custos totais (exclusive investimento) associada às duas situações: "sem projeto" e "com projeto".

(1) Adicionou-se ao custo de operação, 4,90 Cr\$/ton Km, o custo de manutenção de rodovias avaliado em 0,22 Cr\$/ton Km, resultando num custo total de 5,12 Cr\$/ton Km.

TABELA IV.7
EVOLUÇÃO DOS CUSTOS TOTAIS
PROJETO HELVETIA-GUAIANA
(Milhões de Cr\$ de 1981)

ANOS	SEM PROJETO - RODOVIA + FERROVIA			COM PROJETO FERROVIA	REDUÇÃO DE CUSTOS
	FERROVIA	RODOVIA	TOTAL		
1983	2.043	1.367	3.410	3.279	131
1984	2.043	1.491	3.534	3.257	277
1985	2.043	1.603	3.646	3.234	412
1986	2.043	2.288	4.331	3.765	566
1987	2.043	3.063	5.106	4.330	776
1988	2.043	3.936	5.979	4.928	1.052
1989	2.043	4.927	6.970	5.570	1.400
1990	2.043	6.052	8.095	6.259	1.836
1991	2.043	7.486	9.529	6.864	2.665
1992	2.043	9.259	11.302	7.529	3.773
1993-2012	2.043	11.452	13.495	8.257	5.238

A redução dos custos (Benefício), que aparece na última coluna da Tabela IV.7, foi confrontada com os gastos de implantação (custo) da Tabela IV.5. Este cálculo foi feito, considerando duas alternativas para a remuneração do capital, isto é, 10% a.a. e 12% a.a. Os resultados encontram-se na Tabela IV.8.

TABELA IV.8
VALOR PRESENTE DO PROJETO HELVÉTIMA-GUAIANÁ

ITEM	TAXA	
	10% a.a.	12% a.a.
Investimento — 10 ⁶ Cr\$ de 1981 (C)	16.981	16.561
Redução de Custo — 10 ⁶ Cr\$ de 1981 (B)	19.398	14.438
Relação B/C	1,14	0,87
Taxa Interna	11%	

A inspeção da Tabela IV.8 revela que, para taxa de remuneração do capital de 10%, a relação B/C é maior do que 1, indicando, portanto, que o projeto a essa taxa é vantajoso. Para uma taxa de 12% a.a. esta relação, entretanto, é próximo da unidade, porém, inferior a ela. A taxa interna de retorno do projeto, isto é, que iguala o valor dos benefícios ao valor dos custos, foi determinada em 11%.

Deve-se ressaltar que, ao lado dos benefícios, incluiu-se apenas a redução dos custos de operação em função da implantação do projeto ferroviário, isto é, não foi considerada a economia de recursos resultante da não realização de investimentos no sistema rodoviário. Se fosse possível neste trabalho proceder a esta avaliação, evidentemente, a implantação do projeto em questão tornar-se-ia muito mais atrativa.

Acreditamos, portanto, que estes resultados ilustram bem a vantagem do modo ferroviário sobre o rodoviário, em fluxos densos de mercadoria.

Dado o nível de desenvolvimento da economia nacional, particularmente de certas regiões, é evidente que existem diversos projetos semelhantes ao apresentado nesta seção, cuja

implementação seria altamente desejável para a nação.

Além disto, é preciso lembrar, conforme tivemos oportunidade de apontar no capítulo II, que existem, apesar das condições gerais do sistema, extensões consideráveis de estradas de ferro em boas condições, que poderiam ser melhor aproveitadas com investimentos relativamente reduzidos na superestrutura. De fato, apesar da sensível melhora ocorrida nos últimos anos, nossas linhas ferroviárias têm ainda, excluindo-se a EFVM, um aproveitamento bastante reduzido, conforme mostra a Tabela IV.9, onde é apresentada a densidade de tráfego (produtividade das linhas) da rede ferroviária de diversos países.

TABELA IV.9
DENSIDADE DE TRÁFEGO — DADOS INTERNACIONAIS

PAÍSES	DENSIDADE DE TRÁFEGO 10 ³ TON KM / KM
Polônia (1968)	3.400
União Soviética (1968)	17.000
União Soviética (1977)	23.800
Índia (1968)	1.999
França (1968)	1.700
Alemanha Ocidental (1968)	2.000
Reino Unido (1968)	1.100
Tchecoslováquia (1968)	4.000
Espanha (1968)	700
Romênia	3.300
Estados Unidos (1968)	3.160
Estados Unidos (1981)	4.980
Brasil (1968)	672
Brasil* (1968)	472
Brasil (1981)	2.707
Brasil* (1981)	1.343

FONTE: Barat, J (1978); opus cit, pp. 31 e 33; AAR, Yearbook of Railroad Facts

Nota: (*) Excluiu EFVM.

Uma avaliação da capacidade atual de nossas linhas foi realizada por Schoeps.⁽¹⁾ Trabalhando com a malha ferroviária da FEPASA, Schoeps determinou, empregando a fórmula de Colson,⁽²⁾ a capacidade da rede por trecho.

Os resultados referentes aos 53 trechos estudados, são apresentados na Tabela IV.10 e representam a distribuição do número de segmentos em relação ao quociente entre o transporte realizado e a capacidade atual dos respectivos trechos.

TABELA IV.10
RELAÇÃO TRANSPORTE E CAPACIDADE
FEPASA

RELAÇÃO T/C*	NÚMERO DE TRECHOS
Até 0,5	34
0,5 — 0,9	11
Acima de 0,9	8

Nota: (*) Com tração simples

(1) Schoeps, W (1980), opus cit.

(2) A fórmula de Colson é a seguinte:

— Para via singela
$$C = \frac{2 (t_1) (60)}{t_2 + t_3 + t_4} \cdot R$$

— Para via dupla
$$C = \frac{2 (t_1) (60)}{t_2 + t_4} \cdot R$$

onde:

C = Capacidade em número de trens/dia em circulação nos dois sentidos

R = 0,75 valor adotado. Fator de correção previsto para cobrir alguma eventualidade, inclusive o tempo reservado à manutenção da via

t_1 = 24 horas

t_2 = tempo de percurso em minutos na seção crítica em um sentido

t_3 = tempo de percurso em minutos na seção crítica em outro sentido

t_4 = tempo gasto para o licenciamento de trens.

Conforme podemos ver, dos 53 trechos, analisados 34, representando portanto 64% dos segmentos considerados, tem uma relação "T/C" igual a 0,5. Note-se que o cálculo foi feito considerando-se tração simples, caso admitíssemos tração dupla, como afirma Schoeps, a relação "T/C" poderia assumir um valor igual a 2, acentuando-se assim as possibilidades de melhor aproveitamento da rede existente: "... com medidas de tração dupla e construção ou reativação de estações intermediárias nos trechos críticos, a capacidade atual da infraestrutura da FEPASA suporta um aumento de 100% ao longo de suas linhas tronco. Os novos investimentos seriam dirigidos primordialmente à aquisição de material rodante e à melhoria de terminais..." (1)

Trabalho semelhante, porém, mais abrangente, foi realizado pelo GEIPOT, no qual avaliou-se a capacidade dos principais trechos de todo o sistema ferroviário nacional.

A avaliação da capacidade de transporte de carga, de um dado trecho, foi dividida em duas etapas. Na primeira, determinou-se a capacidade de vazão, também denominada capacidade da via, conforme a metodologia já explicada. Não se efetuaram, nesta fase, restrições quanto às condições de suporte da superestrutura. Na segunda etapa, levou-se em consideração as condições da superestrutura. Deste modo, para a identificação dos trechos críticos foram calculados dois fatores básicos. O primeiro, definido pela relação demanda/capacidade de vazão, ou seja, pelo balanceamento entre os fluxos escoados e a capa-

(1) Schoeps, W (1981), opus cit., pp. 40.

cidade da via. O segundo, expresso pela comparação entre o volume dos fluxos e a capacidade de suporte, que foi condicionada ao estado dos materiais e às especificações adotadas pela RFFSA. A Tabela IV.11 apresenta as extensões comprometidas em cada uma das situações.

TABELA IV.11
SITUAÇÃO DA MALHA FERROVIÁRIA
TRABALHO GEIPOT

DISCRIMINAÇÃO	EXTENSÃO	
	EM KM	%
(A) Trechos com Problemas de Vazão	7.226	31
(B) Trechos com Problemas na Superestrutura	13.846	98
(C) Trechos com ambos os Problemas	6.904	49
REDE TOTAL ANALISADA	14.168	-

FONTE: GEIPOT (1980), opus cit.

Embora a malha ferroviária se apresente, de modo geral, com sérios problemas, é interessante constatar que as maiores dificuldades advêm de problemas relacionados às condições da superestrutura.

Assim, acreditamos que seja possível melhorar alguns importantes trechos do sistema ferroviário nacional, e por via de consequência, ampliar a participação desta modalidade no atendimento dos fluxos de carga, realizando um esforço no sentido de contornar os problemas de tráfego de certos segmentos considerados críticos.

No capítulo seguinte analisaremos os modos rodoviário e ferroviário exclusivamente sob a ótica do consumo de energia, mais especificamente do consumo de diesel.

CAPÍTULO V — ENERGIA E OS TRANSPORTES RODOVIÁRIOS E FERROVIÁRIOS DE CARGA NO BRASIL

Introdução

Neste capítulo, nosso objetivo é o de estudar, de modo comparativo, o consumo de combustível nos transportes de carga pelos modos rodoviário e ferroviário.

Como teremos oportunidade de ver, o setor Transportes como um todo é o segundo maior consumidor de energia no país. Mais importante do que isso é que a quase totalidade da energia, utilizada nesta atividade, tem como origem o petróleo.

Neste sentido, qualquer ação, que tenha como objetivo a redução da dependência em relação ao petróleo, deve analisar cuidadosamente as opções existentes ao nível do setor responsável pela movimentação de pessoas e cargas.

A implementação de medidas, que visam reduzir o consumo energético, especialmente de derivados de petróleo, é uma questão ampla que ultrapassa, de certo modo, o contexto econômico. Devemos, na medida do possível, reduzir progressivamente nossa vulnerabilidade em relação às condições externas.

Dentro desse quadro, julgamos interessante discutir os ganhos que poderão advir de uma alteração da distribuição modal, que amplie a participação de nossas ferrovias nos fluxos de mercadorias de modo geral. Conforme mostraremos, o transporte ferroviário detém, em relação ao rodoviário, uma significativa diferença de produtividade no consumo de combus-

tível. Face a esta característica, a expansão da participação ferroviária pode gerar uma poupança considerável de diesel.

Desenvolvemos este capítulo, discutindo inicialmente a crise do petróleo e seus reflexos sobre a economia brasileira. Na seção 2 tratamos do consumo de energia especificamente no setor Transportes, destacando a diferença de produtividade de consumo entre as duas modalidades. Finalmente, na última seção realizamos uma simulação, visando avaliar o impacto sobre o consumo de diesel resultante de uma expansão da participação ferroviária no tráfego de mercadorias.

V.1 — A Crise do Petróleo e a Economia Brasileira

Até 1973, o mercado do petróleo, embora com características oligopolísticas, apresentava preços baixos, relativamente ao custo alternativo de outras fontes de energia. De fato, o preço em dólares correntes por barril declinou de uma média de US\$ 1,80 na década de 50, para US\$ 1,50 nos anos 60. Estas condições de mercado se explicam por vários motivos.

Uma das razões consiste na descoberta de grandes jazidas do produto. A primeira fonte importante foi localizada no Irã, antes da Primeira Grande Guerra, pela Anglo-Persian Oil Company — APOC, atual British Petroleum. A APOC explorou, sozinha, essas reservas, até 1950. Em 1954 foi criado um consórcio composto de todas as sete grandes empresas da indústria do petróleo (produção, refino e distribuição)⁽¹⁾ e um grupo, com participação reduzida, de empresas norte-americanas de menor porte. Em 1932, foram descobertas jazidas em Bahrain, pela Standard Oil of California — SOCAL que, em seguida, obteve concessões na Arábia Saudita. Seis anos mais tarde, em 1938, a Gulf Oil e a British Petroleum localizaram importantes fontes no Kwait, estabelecendo contratos de longo prazo de fornecimento com as outras grandes companhias.

Embora, logo após a Segunda Grande Guerra, as sete maiores controlassem praticamente todo o comércio internacional de petróleo, havia um conjunto de poderosas forças que impediam o estabelecimento de um preço de cartel. Em primeiro lugar o uso do petróleo era inicialmente pequeno quando comparado ao carvão. Por outro lado, em segundo lugar, alguns países

(1) Exxon, Gulf Oil, Texaco, Standard Oil of California, Mobil Oil, British Petroleum, Royal Dutch-Shell.

procuraram diversificar suas fontes de importação. Uns, como a Suécia e a Alemanha Ocidental, buscando este produto na União Soviética, onde foram descobertas grandes jazidas no fim da década de 50; outros, tentando competir com as grandes companhias internacionais, por meio da criação das suas próprias empresas. Finalmente, um outro fator importante para a manutenção de preços baixos foi a adoção, por parte dos Estados Unidos, um dos maiores importadores, em 1958, de um limite para suas importações de petróleo igual a 12% da demanda total esperada. O estabelecimento de cotas nesse país, restringiu a expansão da demanda norte-americana pelo petróleo externo, no momento em que havia grande expansão da oferta mundial.

Esta situação induziu evidentemente as economias, de modo geral, a adaptarem os processos produtivos ao uso cada vez mais intenso do petróleo. A participação deste energético e seus derivados que era de 13,4% em 1950, na Europa Ocidental elevou-se para 60,8% em 1974. No Japão, a importância desta fonte cresceu 6,1% em 1950 para 73,6% em 1974, enquanto nos Estados Unidos e Canadá, no mesmo período, a participação passou de 37,5 para 44%.

Tal mudança estrutural foi motivada, além das condições favoráveis de mercado, pela crença de que os países exportadores tinham poucas possibilidades de impor um preço monopolista. Isto porque, não sendo nenhum país particularmente importante em termos de comércio internacional, as grandes companhias podiam, pois, obter a quantidade desejada de dois ou mais países exportadores, caso um deles tentasse impor melhores condições para si próprio.

A mudança na estrutura do poder de mercado a favor dos países produtores se fez de forma gradual e induzida,

principalmente, pela crescente utilização do petróleo como insumo energético.

As reduções de preço ocorridas acabaram, em 1960, motivando a criação da Organização dos Países Exportadores de Petróleo — OPEP, cuja força, entretanto, limitou-se, nos primeiros anos, ao controle dos preços de referência. Paulatinamente a OPEP foi conseguindo, embora com dificuldades, outros benefícios, tais como a mudança no tratamento de "royalties" e a liberação de novas áreas para exploração por outras companhias.

Em 1971 a Líbia passou a exigir elevação dos preços de referência, política esta que foi acordada pelos demais países exportadores. De 1973 para 1974 o preço do barril de petróleo sobe três vezes e meia, passando de uma média, em dólares correntes, de US\$ 2,70 para US\$ 9,76.

No caso do Brasil, o ano de 1973 marcou o encerramento de um período particularmente auspicioso para a economia brasileira. Durante vários anos, o país conseguirá obter expressivas taxas de crescimento da produção de bens e serviços e reduzir gradativamente o ritmo inflacionário. O próprio endividamento externo, embora crescente, não causava maiores preocupações, dado que o elevado nível das reservas e o rápido crescimento das exportações determinavam um comportamento bastante favorável do coeficiente de vulnerabilidade.⁽¹⁾

(1) O coeficiente de vulnerabilidade é definido como a relação entre a dívida externa líquida (dívida bruta menos as reservas internacionais) e o valor anual das exportações.

A exemplo do que ocorreu com outros países, no Brasil também a importância do petróleo aumentou consideravelmente nas últimas décadas, passando de 35% em 1965 para 45% em 1973, conforme mostra a Tabela V.1

O impacto da crise do petróleo, na economia brasileira, foi, de certo modo, amortecido pelo crescimento substancial da produção de energia elétrica de origem hidráulica. De 1960 a 1974 a produção desta fonte aumentou 243% no Brasil, enquanto na Europa Ocidental e no Japão o crescimento foi de apenas 23% e 45%, respectivamente. No Canadá e Estados Unidos, o aumento foi de 109%.

De qualquer modo, a elevação dos preços do petróleo produziu impactos bastante desfavoráveis na economia brasileira. De um lado, gerou fortes pressões inflacionárias, dada a importância do petróleo como insumo de produção de bens e serviços e, de outro, agravou profundamente as contas externas do país, pela crescente necessidade de se destinar divisas para a importação desse produto. Estes dois efeitos correspondem ao que poderíamos classificar de os mais diretos. Na verdade, os reflexos da referida crise espalharam-se por todos os segmentos da economia, gerando pessimismo e incerteza, o que indubitavelmente prejudicou a evolução do nível de atividades.

Após um período de aumentos relativamente moderados ocorre, em 1979, o segundo choque do petróleo. Seu efeito, entretanto, no Brasil só foi sentido em 1980, quando o preço atingiu US\$ 29,6 por barril, sofrendo, portanto, um reajuste de mais de 70%. Com esse segundo grande aumento, o valor das importações de óleo, que antes da crise - 1972 -, representava 8% de nossas importações, detinha, agora, em 1980, um peso superior a 45%.

Os acontecimentos de 1973 e 1979 nos permitem identificar duas possíveis interpretações para a crise:

(a) A crise decorre da exaustão progressiva de um recurso não renovável. Assim, a cada ano esta fonte energética será mais escassa e, portanto, mais cara, devendo ocorrer, inclusive, reduções progressivas de suprimento a partir da próxima década.

(b) A outra explicação está associada à excessiva dependência da sociedade ocidental ao petróleo, cujas reservas abundantes são mantidas sem plena exploração, pelo cartel dos países produtores, e pela inércia dos países fortemente dependentes da importação desta fonte não renovável.

Do ponto de vista das soluções, as direções a serem seguidas não se alteram. Em qualquer dos casos haverá energia cara e, por via de consequência, impõe-se a necessidade de reduzir o consumo de petróleo.

O reconhecimento de tal situação levou os países ocidentais, alguns com bastante atraso, a implementarem programas de ajustamento frente às novas condições internacionais. Em decorrência destes esforços, o poder da OPEP tem-se reduzido, levando inclusive a decréscimos nominais nos preços do petróleo. (1)

Como consequência das soluções adotadas pelo Brasil para o problema energético, verificou-se os seguintes resultados:

(1) A partir de 1981.

(a) Diminuição da participação relativa do petróleo no total da energia primária, consumida no país, de 44% em 1973 para 36,5% em 1981.

(b) Diminuição da taxa de crescimento anual do consumo de petróleo, de 11,8% a.a., no período 1969-73 para 4,2% a.a., no período 1973-81.

(c) Diminuição do consumo de gasolina automotiva de 14,6 milhões de m^3 , em 1973, para 11,6 milhões de m^3 , em 1981.

(d) Aumento da produção brasileira de petróleo, de 170 mil barris/dia, em 1973, para 216 mil barris/dia, em 1981.

(e) Diminuição das importações brasileiras de petróleo, de 1 bilhão de barris/dia, em 1979, para 850 milhões de barris/dia, em 1981.

Apesar destes resultados, sem dúvida promissores, é preciso considerar que o petróleo desempenha ainda um papel extremamente relevante na oferta global de energia, sendo, portanto, prioritários os programas que visam à redução da dependência externa. Tais esforços devem continuar a ser empreendidos por meio de estímulo à conservação de energia, à pesquisa e utilização de fontes alternativas e também à ampliação da representatividade das modalidades energeticamente mais eficientes.

O setor Transportes desempenha um papel crucial neste processo de ajustamento, em virtude de seu peso no consumo total de energia, particularmente de petróleo. Na seção seguinte procuraremos quantificar essa afirmação, apresentando a distribuição do consumo por setor de atividade. Daremos destaques para o gasto energético ao nível das diferentes modalidades.

TABELA V.1
CONSUMO DE ENERGIA PRIMÁRIA SEGUNDO AS FONTES

(%)

FONTE	1965	1970	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Hidráulica	14,9	18,2	19,7	20,4	21,4	22,3	23,5	24,5	25,7	27,3	28,8
Lenha	40,4	31,4	24,0	22,5	22,0	21,1	19,4	18,0	16,7	16,0	16,5
Bagaço de Cana	4,6	3,7	4,4	4,1	3,5	3,6	4,6	4,5	4,6	4,9	5,4
Carvão Vegetal	1,5	1,9	2,4	2,8	3,1	2,6	2,4	2,2	2,4	2,8	2,6
Carvão Mineral	1,7	2,0	1,6	1,5	1,7	1,8	2,2	2,3	2,4	2,5	2,1
Petróleo	34,8	40,7	45,4	45,8	45,9	45,8	43,9	44,7	44,6	42,1	40,0
Outras	2,1	2,1	2,5	2,9	2,4	2,8	4,0	3,8	3,6	4,4	4,6
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

FONTE: M.M.E. (1981) Balanço Energético Nacional.

V.2 — Consumo de Energia no Setor Transportes

O setor Transportes utiliza entre 15% e 25% do consumo total de energia nos países industrializados, e uma proporção um pouco superior nos países em desenvolvimento. (1)

Como em outros países, o setor tem no Brasil uma importante participação no consumo global de energia, conforme mostra a Tabela V.2.

TABELA V.2
PARTICIPAÇÃO DO SETOR TRANSPORTES NO CONSUMO DE ENERGIA
(1977)

PAÍS	%
Austrália	33,1
Canadá	29,1
Itália	20,3
Japão	17,0
Reino Unido	21,3
Estados Unidos	33,4
Brasil	22,4
Brasil (1981)	21,4

FONTE: Severo, C (1983) A Política Nacional de Transportes e o Problema Energético, Seminário NTC, SP.

(1) Considerada somente a energia usada diretamente para operar veículos, isto é, não inclui a energia bruta na fabricação, construção, manutenção de veículos, vias e terminais.

Em 1981 o Brasil consumiu 114.670 mil toneladas equivalentes de petróleo (tep), originadas das seguintes fontes: hidráulica, lenha, carvão, cana, petróleo e gás natural.

O setor Industrial é o maior consumidor de energia, sendo responsável, em 1981, por 40,1% do total de energia consumida no país. Em seguida, vem o setor Transportes, com 21,4%, o Residencial com 20,8% e os demais setores, Comercial, Público, Agropecuário e Energético, com 17,7%.

Embora o setor Industrial detenha a maior participação no consumo, ocorre que, em relação ao petróleo, componente crítico dentre os energéticos, o setor Transportes é o maior consumidor. Em 1973 o setor era responsável por 48% do consumo total de petróleo e, em 1981, por 43%. Praticamente a totalidade de energia utilizada nesta atividade é proveniente do petróleo. No ano de 1973, o setor consumiu 18.452 mil tep, sendo que 18.175 mil tepts, representando 98,5% do total, tiveram como origem o petróleo. Em 1981 a situação era ligeiramente diferente, devido ao aumento de produção de álcool em substituição à gasolina, o peso dos derivados de petróleo, no consumo total de energia, caiu para 92% conforme mostra a Figura V.1.

É importante destacar que, embora se observe uma pequena redução da importância relativa dos derivados de petróleo na estrutura de consumo setor Transportes, o peso do óleo diesel, insumo utilizado nas movimentações de carga, teve sua participação aumentada de 33%, em 1973, para 45%, em 1981.

FIGURA V.1
DISTRIBUIÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA NO SETOR TRANSPORTES
POR FONTE

FONTE: Ministério das Minas e Energia (1984) Balanco Energético Nacional

Com relação ao consumo ao nível das diferentes modalidades de transporte, nota-se que, apesar das dificuldades impostas pela crise do petróleo, o modo rodoviário praticamente não alterou sua importância no consumo de energia. De fato, em 1973, das 18.452 mil tep's consumidas no setor Transportes, 85,6%, isto é, 15.792 mil tep's foram gastas no modo rodoviário. Em 1981 esta participação declinou um pouco, situando-se em torno de 81%. A Tabela V.3 apresenta a evolução do consumo de energia por tipo de transporte.

TABELA V.3
CONSUMO DE ENERGIA EM TRANSPORTE SEGUNDO AS MODALIDADES
(1973-81)

ANOS	RODOVIÁRIA		FERROVIÁRIA		HIDROVIÁRIA		AEROVIÁRIA		TOTAL 10 ³ tep
	10 ³ tep	%	10 ³ tep	%	10 ³ tep	%	10 ³ tep	%	
1973	15.792	85,6	623	3,4	970	5,3	1.067	5,7	18.452
1974	16.491	82,2	696	3,5	1.667	8,3	1.217	6,0	20.071
1975	17.566	82,7	699	3,3	1.678	7,9	1.293	6,1	21.236
1976	18.498	82,3	753	3,4	1.847	8,2	1.365	6,1	22.453
1977	18.664	83,9	730	3,3	1.438	6,4	1.418	6,4	22.250
1978	20.164	83,7	734	3,0	1.730	7,2	1.465	6,1	24.093
1979	21.049	82,3	796	3,1	2.014	7,9	1.718	6,7	25.577
1980	20.842	83,8	851	3,4	1.483	6,0	1.680	6,8	24.856
1981	19.934	81,4	850	3,5	1.845	7,5	1.874	7,6	24.503

FONTE: Ministério das Minas e Energia (1984), opus cit.

Os resultados mostrados na Tabela V.3 reforçam, de certo modo, as considerações feitas no capítulo I, quando tivemos oportunidade de apresentar a distribuição modal no trans-

porte de carga, e constatar a manutenção do predomínio, quase absoluto, do modo rodoviário nas últimas décadas.

Concentrando novamente as atenções no petróleo, podemos ver na Tabela V.4 que das 24.503 mil teps gastas, em 1981, deste insumo energético no setor Transportes como um todo, 9.801 mil teps, quase 40% do total, se referem às movimentações de carga. Além disto, verifica-se que o transporte rodoviário de carga de longa distância consumiu nesse ano, isoladamente, 30% do total gasto no setor Transportes.

TABELA V.4
CONSUMO DE ENERGIA EM PETRÓLEO NO SETOR TRANSPORTES
POR ATIVIDADE
(1981)

DISCRIMINAÇÃO	MIL teps
<u>Transportes</u>	24.503
– Individual	9.716
– Transporte Coletivo - Ônibus	1.606
– Transporte de Carga Rodoviário	9.801
Longa Distância	7.477
Serviços de Coleta	2.324
– Transporte Ferroviário	549
– Transporte Marítimo	1.394
– Transporte Aéreo	1.437
<u>Outras Atividades</u>	28.089

FONTE: Oliveira, E, G (1981) "Sistemas de Transporte e Ajustamento Energético", Revista Conjuntura Econômica, Junho.

Estas colocações nos mostram que a orientação da política energética para a redução do consumo de derivados de petróleo deve atentar, com particular interesse, para os problemas ao nível do setor Transportes. Neste sentido, foram apontadas, na parte anterior, algumas diretrizes fundamentais. Analisemos rapidamente estas diretrizes sob a ótica do transporte de cargas.

A preferência pelas modalidades de transporte que requeiram menor quantidade de energia por ton km movimentada, implica no programa de transferências de cargas, atualmente transportadas por rodovia que, por suas características, poderiam ser movimentadas com maior eficiência energética por ferrovia, navegação interior ou cabotagem.

Com relação à conservação de energia pressupõe-se adoção de medidas de racionalização do uso da energia disponível. Sua instrumentação procura modificar os hábitos de consumo adquiridos durante a época do petróleo abundante, eliminar progressivamente os gastos energéticos dispensáveis e onerar o uso supérfluo. Inserem-se nesta orientação, por exemplo, os esforços no sentido de ampliar a ocupação média dos caminhões.

A terceira diretriz, referente à expansão do uso de fontes nacionais alternativas de energia, pode ser identificada, no contexto do transporte de carga, com a necessidade de estimular a substituição do diesel, bem como ampliar, na medida do possível, a participação dos sistemas ferroviários eletrificados no tráfego de mercadorias.

Embora todas as três linhas acima descritas mereçam atenção, nossa proposta, neste capítulo, é a de examinar as vantagens da opção ferroviária em termos energéticos, mais especificamente do consumo de diesel.

Para estabelecer o confronto entre as duas modalidades, utilizamos no caso do transporte rodoviário os dados referentes aos caminhões tipo, analisados nas partes anteriores. Estes veículos, considerando-se uma ocupação média de 16,75 ton, consomem, em média, 0,031 litro de diesel por ton km movimentada.

Quanto ao transporte ferroviário, podemos deduzir a relação de consumo a partir dos dados da FEPASA. Verificou-se no Informativo de Custo que, em 1981, o custo do combustível foi de 0,4582 Cr\$/ton km. Dividindo esta relação pelo preço médio do diesel, nesse ano, de 34,6 Cr\$/l chegamos a um coeficiente de 0,013 l/ton km, valor este quase duas vezes e meia maior que o constatado para o caminhão. Mesmo comparando esta relação com o caminhão completamente carregado, o consumo de diesel, por tonelada quilômetro movimentada na ferrovia, ainda é, nesta nova condição, 60% inferior ao verificado para os caminhões. A Figura V.2 ilustra estes resultados.

FIGURA V.2
 COMPARAÇÃO DO GASTO ENERGETICO
 RODOVIA E FERROVIA
 (1981)

Cumpre notar novamente que as comparações com o modo ferroviário levaram em consideração caminhões pesados. Como a distribuição de nossa frota é bastante concentrada nos veículos médios, seria conveniente explicitar a relação de consumo para esse tipo de caminhões. Um caminhão médio de 12 ton, trafegando com uma ocupação de 67%, consome 0,0429 litros de diesel por ton km, ⁽¹⁾ coeficiente este mais de três vezes maior que o verificado para o transporte ferroviário.

Uma vez determinadas as vantagens do modo ferroviário sobre o rodoviário, no que diz respeito ao consumo de diesel, procuraremos na seção seguinte avaliar o impacto nos próximos anos de alterações da distribuição modal no transporte de mercadorias.

(1) Veja Revista Transporte Moderno.

V.3 — Consumo de Diesel nos Transportes de Carga — Simulações

Para avaliar os efeitos de um aumento da participação ferroviária no tráfego de mercadorias sobre a evolução futura do consumo de diesel, começamos por estabelecer a relação entre o crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) e o volume total de mercadorias transportadas em todos os modos:

$$(14) \text{ CT} = 0,0010212 \text{ PIB}^{1,2864019} (0,0020193) \quad R^2 = 89\%$$

onde

CT = volume de carga transportado por todas as modalidades no período 1980-81, em bilhões de ton km⁽¹⁾

PIB = Produto Interno Bruto em bilhões de Cr\$ de 1981

O expoente do PIB na expressão (14) corresponde à elasticidade do produto em relação ao volume transportado, com base nesta elasticidade, e admitindo-se uma expansão do PIB de 5% ao ano no período 1982-92, teremos um crescimento componente do volume total de carga de 6,5% ao ano. Os resultados encontram-se na Tabela V.5.

(1) Estamos considerando como corretos os valores publicados pelo GEIPOT, antes da reformulação.

TABELA V.5
PROJEÇÕES DO VOLUME TOTAL DE CARGA MOVIMENTADO

ANOS	BILHÕES DE TON KM
1982	539,8
1983	574,9
1984	612,3
1985	652,1
1986	694,4
1987	739,6
1988	787,6
1989	838,8.
1990	893,4
1991	951,4
1992	1.013,3

Para estimar a economia de combustível, derivada da maior participação ferroviária no transporte de carga, adotou-se o seguinte procedimento:

a) Com base nas projeções do volume total de carga, avaliou-se os fluxos ferroviários nos anos 1982-92, supondo que a participação de todas as modalidades permanecesse inalterada e igual à verificada em 1981, isto é, Rodovia 69,8%, Ferrovia 17,7%, Hidrovia 9,7%, Aerovia 0,2% e Dutovia 2,6%.

b) Em seguida calculou-se os volumes de transporte na ferrovia, admitindo-se um crescimento gradativo da importância relativa desta modalidade, de tal sorte que, em 1982, atingiria 30% dos fluxos de carga. Esta participação foi derivada dos programas anunciados, por diversas vezes, pelo Minis-

tério dos Transportes.

c) Determinou-se a diferença entre o volume de ton km do transporte ferroviário nas duas hipóteses: participação ferroviária crescente e participação ferroviária constante.

d) Calculou-se quantos litros de diesel seriam gastos se a diferença acima estabelecida fosse movimentada por caminhões. Admitiu-se uma relação de 0,031 l/ton km para os veículos rodoviários.

e) Como a diferença transportada por ferrovia, isso implicaria numa economia de 58% do volume de litros. Os resultados encontram-se na Tabela V.6.

TABELA V.6
ECONOMIA DE DIESEL
MAIOR PARTICIPAÇÃO DO MODO FERROVIÁRIO

ANOS	% FERROVIÁRIA CRESCENTE	ECONOMIA DE DIESEL-10 ⁶ L
1982	18,57	84,4
1983	19,48	184,1
1984	20,44	301,9
1985	21,44	439,0
1986	22,50	599,9
1987	23,60	785,5
1988	24,76	1.000,8
1989	26,98	1.250,1
1990	27,26	1.537,4
1991	28,60	1.866,6
1992	30,00	2.243,5

Os dados da Tabela V.6 mostram que, nas condições do exercício, a ênfase aos transportes ferroviários de carga permitiria uma economia, no período 1982-92, de 10.300 milhões de litros, ou ainda 940 milhões de litros por ano. Mais importante do que isso é que, a partir de 1992, quando a participação ferroviária atingir, nesta simulação, 30% dos fluxos de carga, estaríamos poupando mais de 2.200 milhões de litros.

Deve-se frisar que os resultados apresentados foram baseados em veículos rodoviários pesados. Ocorre, porém, como já vimos, que a frota nacional consiste, basicamente, de veículos de porte médio. Considerando esse tipo de caminhão e refazendo os cálculos, chegaríamos a uma economia total, nos anos 1982-92, de 17.000 milhões de litros, o equivalente a uma poupança de 1.550 milhões de litros por ano.

Dada a estrutura das refinarias, o refino de certa quantidade de petróleo resulta sempre em determinadas quantidades de derivados. Dessa forma, a economia de apenas um derivado não implica redução significativa nas importações. Supondo, entretanto, que ao se adotar uma medida que diminua o uso de determinado derivado, essa esteja sendo acompanhada de outras medidas que reduzam o consumo dos demais, podemos avaliar então, os reflexos sobre a importação de petróleo resultantes do hipotético programa de expansão ferroviária.

Nestas condições, poderíamos dizer que o crescimento da participação das ferrovias permitiria, caso considerássemos os caminhões pesados como padrão de comparação, uma economia de 6 milhões de barris por ano, representando aproximadamente 2% do total importado em 1981; ou, ainda, admitindo-se os caminhões médios como referência, uma poupança de 9 milhões de barris por ano.

É claro que a redução do consumo de diesel poderia ser maior caso admitíssemos um crescimento mais rápido e acentuado na participação ferroviária. Baseamos, entretanto, a simulação nos programas anunciados pelo governo considerando que a implantação de linhas férreas envolve significativos desembolsos de recursos,⁽¹⁾ o que provavelmente restringe as condições de ampliação.

Com relação, ainda, às possibilidades de redução do consumo de diesel, convém examinar a questão da eletrificação ferroviária. Isto é feito na seção seguinte.

(1) Veja capítulo IV.

V.4 — O Problema da Eletrificação Ferroviária

As primeiras experiências em tração elétrica de veículos surgiram, praticamente, com o advento da Revolução Industrial, em princípios do século XIX. Daí para frente, principalmente após a Segunda Grande Guerra, o sistema de tração elétrica se desenvolveu de modo relativamente acentuado. A Tabela V.7 apresenta para as principais ferrovias de alguns países europeus a participação da tração elétrica na extensão total, e no tráfego de mercadorias. Note-se que as linhas eletrificadas desempenham um papel relevante no sistema de transporte desses países.

TABELA V.7
PARTICIPAÇÃO DAS FERROVIAS ELETRIFICADAS
COMPARAÇÕES INTERNACIONAIS

PAÍSES	SIGLA DAS FERROVIAS	EXTENSÃO TOTAL KM	% DO SISTEMA ELETRIFICADO NA EXTENSÃO	% DO SISTEMA ELETRIFICADO NO TRÁFEGO DE MERCADORIAS
Alemanha Ocidental	DB	9.514	32,0	78,0 ✓
Alemanha Oriental	DR	1.376	9,3	20,0
Áustria	ÖBB	2.403	40,6	82,0 ✓
Bélgica	SNCB	1.249	29,2	52,9 ✓
Bulgária	BDZ	891	23,4	39,0
Espanha	RENFE	3.560	26,0	49,0 ✓
França	SNCF	9.323	28,5	77,5 ✓
Grã-Bretanha	BR	3.240	16,5	40,0 ✓
Hungria	MAV	1.075	12,7	41,5
Itália	FS	7.961	49,4	92,0 ✓
Iugoslávia	JZ	1.925	20,0	28,3
Luxemburgo	CFL	136	41,5	45,0 ✓
Noruega	NSB	2.440	57,5	77,0 ✓
Países Baixos	NS	1.646	52,2	76,0 ✓
Polônia	PKP	4.360	18,5	48,5
Portugal	CP + Estoril	441	15,6	43,0
Suécia	SJ	7.042	64,5	96,0 ✓
Suíça	CFF - BLS	3.087	99,8	100,0 ✓
Tchecoslováquia	CSD	2.300	18,0	57,5
União Soviética	SZD	36.500	26,6	51,0

FONTE: Martins, W (1980) A Ferrovia e a Crise Energética, Multimodal 80, São Paulo.

No Brasil, o primeiro trecho a ser eletrificado foi em 1898, entre Usina, raiz da serra da Tijuca, e o Alto da Boa Vista, com extensão de 5 km. Trata-se da E. F. da Tijuca, ferrovia urbana, com bitola de 1,435 m, que ia de São Cristóvão ao Alto da Boa Vista.

A eletrificação no Brasil não se desenvolveu muito. De fato, como mostra a Tabela V.8, com exceção da FEPASA, a importância relativa do sistema eletrificado é bastante reduzida. Em 1981, da extensão total da malha, apenas 9,8% tinha tração elétrica. Com relação à participação deste sistema no fluxo de mercadorias, verifica-se que esta se situava em 7,5%.

TABELA V.8
IMPORTÂNCIA DAS LINHAS ELETRIFICADAS

EMPRESAS	% DAS LINHAS ELETRIFICADAS	
	EXTENSÃO	TRÂFEGO — CARGA
RFFSA	4,5	9,5
FEPASA	29,6	41,2
EFVM	-	-
TOTAL	9,8	7,5

FONTE: GEIPOT (1981) Anuário Estatístico dos Transportes.

A ELETROBRÁS, em um estudo realizado em 1979,⁽¹⁾ avaliou as possibilidades de eletrificação do sistema ferroviário

(1) Eletrobras (1979) Eletrificação de Ferrovias.

rio nacional. De acordo com este documento, as condições de transporte de diversos trechos permitem a formulação da hipótese de que, até o final do século, 50% do tráfego de carga poderia se realizar em ferrovias eletrificadas.

Com base nesta informação e nas anteriores, realizamos a seguir um exercício no qual se pretende combinar os resultados encontrados na seção anterior, com a economia que poderá ser absorvida com a participação do sistema eletrificado:

Imaginamos duas situações. Na primeira, os acréscimos de carga, gerados pela maior representatividade das ferrovias, se distribuiriam entre as trações diesel e elétrica, em todo o horizonte 1982-92, de acordo com o peso de cada uma delas, constatado em 1981, isto é, 92,5% e 7,5%, respectivamente. Nestas condições, se a diferença de ton km fosse movimentada, digamos, pelos caminhões pesados, teríamos um determinado consumo de diesel. Sendo, entretanto, este volume transportado pelo modo ferroviário, economizaríamos 58% do diesel referente à parcela de ton km associada à essa tração e, evidentemente, 100% para o restante de ton km deslocado em redes eletrificadas. Na segunda situação, seguimos o mesmo procedimento, consideramos, entretanto, a hipótese da ELETROBRAS, isto é, calculamos a taxa de evolução da participação da rede eletrificada, nos anos 1982-2000, e, a seguir, aplicamos este fator para determinar o peso da tração elétrica nos diferentes anos do horizonte 1982-92. Os resultados encontram-se na Tabela V.9.

TABELA V.9
ECONOMIA DE ÓLEO DIESEL
COM A PARTICIPAÇÃO DO SISTEMA ELETRIFICADO

ANOS	% CRESCENTE DA REDE ELETRIFICADA	ECONOMIA DE DIESEL - 10 ⁶ L	
		% DA REDE ELETRIFI- CADA CONSTANTE (*)	% DA REDE ELETRIFI- CADA CRESCENTE (*)
1982	8,29	89,0	89,5
1983	9,16	194,1	196,3
1984	10,12	318,2	323,9
1985	11,18	462,8	474,5
1986	12,36	632,4	653,5
1987	13,65	828,1	863,0
1988	15,09	1.055,0	1.109,9
1989	16,67	1.317,8	1.400,6
1990	18,42	1.620,7	1.741,9
1991	20,36	1.967,7	2.141,1
1992	22,49	2.365,0	2.607,9

(*) Considerou-se como referência para os cálculos os caminhões pesados.

Os resultados mostram que, se admitirmos, para a parcela de mercadorias transportadas, decorrente do aumento da participação ferroviária, o mesmo peso da tração elétrica verificado em 1981, no horizonte 1982-92, teríamos uma economia adicional de diesel, nestes anos, de 560 milhões de litros, o equivalente a 5% a mais na poupança de combustível. Se, entretanto, considerarmos a hipótese da ELETROBRAS, a redução adicional seria de 1.300 milhões de litros em todo o período, representando uma economia de mais 13%.

Constata-se, portanto, que os maiores benefícios em termos de economia de combustível, nas condições atuais, ocorre com a substituição do caminhão pelo trem com tração diesel, e apenas marginalmente com a expansão da participação relativa das linhas eletrificadas.

Por outro lado, a questão da eletrificação deve ser discutida não só em termos de economia de diesel, mas também do ponto de vista dos custos de transporte. Apresentamos na Tabela V.10 os dados da FEPASA relativos às despesas na tração diesel e na elétrica. Os itens que compõem os custos foram definidos no capítulo III.

Comparando os valores, verificamos que o custo médio total é 6,8% maior na tração elétrica, porém, o custo variável da tração diesel é quase 25% superior. Deste modo, nos fluxos densos de carga, a utilização do sistema eletrificado pode produzir economias substanciais de recursos. É dentro desta perspectiva que devem ser avaliados os programas de expansão ferroviária e também de eletrificação.

TABELA V.10
CUSTO OPERACIONAL FERROVIÁRIO
TRAÇÃO DIESEL E ELÉTRICA
(Cr\$ de 1981/ton km)

CUSTOS	TRAÇÃO	
	ELÉTRICA	DIESEL
Fixos	3,63	3,06
Variáveis	1,10	1,37
TOTAL	4,73	4,43

FONTE: FEPASA (1981) Informativo de Custos.

CAPÍTULO VI — SUMÁRIO E CONCLUSÕES

O setor Transportes exerce uma importância fundamental no processo de crescimento econômico de qualquer país. Embora a implantação de uma estrutura adequada de transportes não seja, evidentemente, uma condição suficiente para alcançar mos os estágios superiores do desenvolvimento, investimentos no setor facilitam a mobilidade de insumos e produtos finais, ampliam a competitividade das exportações, estimulam o desenvolvimento e a incorporação de novas regiões e contribuem para a redução dos preços no mercado interno.

A experiência internacional demonstra que a expansão do sistema de transportes, de modo geral, foi estimulada e amparada pelo Estado, que concentrou grandes parcelas de recursos, no sentido de dotar os países das condições de mobilidade necessárias à continuidade, e ao alargamento do processo de expansão econômica.

Quanto à distribuição de recursos entre as diferentes modalidades, observa-se, em geral, nos países hoje desenvolvidos, uma grande importância dos transportes ferroviários. Na maior parte desses países, o trem integrou as diferentes regiões à economia nacional, somente mais tarde, com o advento do automóvel e a expansão da indústria automobilística, é que se verificou um crescimento acentuado da rede rodoviária. Entretanto, é importante que se frise, a expansão do transporte rodoviário, nestes países, se sobrepôs a uma estrutura ferroviária já relativamente grande.

No caso do Brasil, a expansão inicial do setor Transportes esteve fundamentalmente associada às exigências de uma economia exportadora. Neste contexto desenvolveu-se o sistema ferroviário nacional que, juntamente com os portos, garantiam o fluxo de mercadorias destinadas ao exterior.

Contrariamente ao que ocorreu nos países desenvolvidos, os investimentos em ferrovias não foram motivados no Brasil pela necessidade de integração das economias regionais, mas sim para atender às solicitações externas de produtos de determinadas localidades do país.

Nestas condições, com o declínio da agricultura de exportação e a ascensão da indústria como polo dinâmico, o setor ferroviário vai progressivamente reduzindo sua importância nos deslocamentos de pessoas e cargas. O modo ferroviário não teve condições de se adaptar à nova ordem econômica que começava a ser instaurada no país. O custo de implantação e o tempo de maturação dos investimentos tornaram pouco atrativa a opção ferroviária. Com a continuidade e o aprofundamento do processo de industrialização, particularmente a expansão acelerada da indústria automobilística, acentuou-se cada vez mais o dinamismo dos transportes rodoviários no país.

A concentração de recursos, por muitas décadas na expansão e melhoria do transporte rodoviário, implicou na deterioração das condições técnicas de operação das demais modalidades de transporte.

Analisando comparativamente os fatores qualitativos ligados à escolha da modalidade, compreende-se, ao nível do usuário, as razões que levaram e mantêm o transporte rodoviário numa situação de quase absoluto predomínio.

Isto se verifica mesmo nas rotas e para os produ-

tos cujas características apontam para o modo ferroviário como o meio de transporte mais adequado. É o caso, por exemplo, das movimentações de soja realizadas no sul do país pela FEPASA. Especificamos a demanda de transporte em termos das diferenças tarifárias, ferrovia-rodovia, e do volume produzido pelas regiões sob área de influência da FEPASA. Constatou-se uma alta elasticidade do volume transportado em relação às diferenças tarifárias, evidenciando a forte concorrência exercida pelos caminhões também neste mercado.

Um sistema de transportes eficiente deve ser dimensionado para que as modalidades atuem de maneira integrada, restringindo-se o raio de influência de cada uma delas de acordo com a economicidade da respectiva operação.

Neste ponto cumpre destacar a importância do planejamento do setor, que, integrado aos objetivos nacionais, deve alocar os recursos compatíveis com a extensão e a velocidade do processo de desenvolvimento. Mais do que isso, deve-se buscar, por meio de uma visão coordenada dos diferentes programas, a distribuição mais adequada entre as modalidades dos recursos aplicados no setor Transportes.

Quanto à distribuição, o parâmetro básico que deve nortear o volume das aplicações nos diferentes modos e, sem dúvida, o custo total de movimentação, incluindo, evidentemente, não só as despesas operacionais, mas, também, os dispêndios com manutenção e instalação da infra-estrutura.

Atenção especial deve ser dada a uma dos itens do custo operacional: o consumo de combustível. O setor Transportes como um todo é o segundo maior consumidor de energia e o primeiro no consumo de derivados de petróleo. Assim sendo, todo o esforço de reduzir o dispêndio energético, e mais impor-

tante, o de derivados de petróleo, tem, necessariamente, que passar pelo setor Transportes.

Neste trabalho, a preocupação central foi a de analisar, dentro de uma perspectiva comparativa, os modos rodoviário e ferroviário nos deslocamentos de mercadorias.

Comparamos, inicialmente, os custos operacionais do caminhão e do trem. Para tanto, selecionou-se quatro tipos de caminhões pesados e para eles, admitindo-se a hipótese de retornos constantes de escala, determinou-se os custos marginais de curto e longo prazo. Para o transporte ferroviário, após um rápido exame da literatura, calculamos os respectivos custos com base nos dados da FEPASA, levando-se em consideração a existência de economias de escala na operação desta modalidade.

Aos custos operacionais, no caso do transporte rodoviário, foram acrescentadas as despesas com a manutenção das vias. Estes custos, para o transporte ferroviário, estão incorporados nas despesas operacionais das empresas do setor.

Confrontando os resultados entre as duas modalidades, observamos uma diferença significativa em favor do transporte ferroviário. De fato, tomando como exemplo um caminhão aberto, seu custo marginal de curto prazo é três vezes maior que o constatado para a FEPASA. Por outro lado, o custo marginal de longo prazo, para esse tipo de veículo, é 50% superior ao calculado em 1981 para a empresa ferroviária. As diferenças se mostram ainda mais significativas para algumas mercadorias específicas.

Para reforçar as vantagens de custo do transporte ferroviário, determinamos ainda o custo operacional de movimentação de mercadorias da EFVM.

Estas comparações foram feitas, conforme dissemos, considerando-se caminhões pesados. Ocorre, porém, que, da frota nacional de caminhões, a maior parte dos veículos de carga é de porte médio. Reestabelecendo as comparações como o transporte ferroviário, em termos deste tipo de caminhão, as diferenças, já bastante pronunciadas a favor do trem, ampliam-se consideravelmente.

Destarte, dada a infra-estrutura viária, rodovias e ferrovias, uma utilização mais intensiva do transporte ferroviário pode resultar em ponderáveis benefícios para a economia nacional.

Para completar a análise dos custos associados às duas modalidades, consideramos as despesas com a construção de estradas e linhas ferroviárias.

Com relação a este ponto, verificamos que as despesas de implantação de ferrovias são, no mínimo, o triplo dos gastos necessários à construção de uma rodovia.

Ocorre, porém, que o valor do investimento inicial não se constitui em critério adequado à seleção de alternativas. Assim sendo, procuramos, por meio de uma simulação, cotejar as duas modalidades, tendo em vista os custos de operação, manutenção e os investimentos para implantação, estes últimos transformados em custos anuais, para compatibilizar com os dois itens anteriores.

Os resultados deste exercício ilustraram a idéia que cada modalidade tem, em função de suas características, faixas mais adequadas de atuação. Para fluxos densos, o trem desfruta de inquestionável vantagem sobre o caminhão. Este, por sua vez, tem seu mercado garantido, fundamentalmente nas operações complementares, onde as menores densidades dos flu-

Os tornam a flexibilidade do caminhão um atributo insuperável.

A vantagem de custo total do trem sobre o caminhão, nos fluxos densos, foi ilustrada com a apresentação do projeto de construção da variante Helvética-Mayrink.

Cumprе notar ainda que examinamos, também, neste trabalho, o peso da componente direta de moeda estrangeira nos investimentos para construção de rodovias e ferrovias. Embora a discussão tenha sido conduzida em termos gerais, os resultados demonstraram que não há razão para maiores preocupações, quanto a este aspecto, mesmo no caso do modo ferroviário.

Por outro lado, procurou-se mostrar que existem extensões consideráveis de estradas de ferro em boas condições, que poderiam ser melhor aproveitadas com investimentos relativamente reduzidos. Assim, seria possível imaginar um aumento da participação ferroviária nos fluxos de mercadorias, melhorando as condições de tráfego de alguns importantes trechos do sistema ferroviário nacional.

Na última parte do trabalho discutimos a questão energética e os transportes rodoviário e ferroviário de carga. Após uma análise sintética dos reflexos da crise do petróleo sobre a economia brasileira, mostramos a importância do setor Transportes no consumo de energia e no de derivados de petróleo. Atenção especial foi atribuída à participação dos modos rodoviário e ferroviário de carga, no consumo de combustíveis oriundos do petróleo.

Os resultados demonstraram que a orientação da política energética, no sentido de reduzir o consumo de derivados deve atentar com particular interesse para os problemas relacionados ao setor Transportes.

Entre as alternativas existentes, analisamos mais

detalhadamente a ampliação da participação ferroviária no transporte de mercadorias. Para tanto, comparamos o consumo de diesel em litros por ton km movimentada no modo rodoviário e ferroviário. Verificamos que, considerando-se uma ocupação média de 16,75 ton para os caminhões pesados, o consumo por ton km para esses veículos é quase duas vezes e meia maior que o constatado para o transporte ferroviário.

Com a finalidade de avaliar o impacto sobre o consumo total de diesel de uma expansão da importância relativa das ferrovias nos fluxos de mercadorias, construímos uma simulação na qual a participação desta modalidade foi elevada gradativamente, até 1992, para 30% do total de cargas movimentadas em todos os modos.

Verificou-se que a expansão da representatividade das ferrovias no transporte de carga, resultaria em substancial poupança de óleo diesel. Tal economia se refletiria em poupança de petróleo, caso supormos que a implementação do referido programa fosse acompanhada por outras medidas destinadas à redução do consumo dos demais derivados.

Avaliou-se, também, o impacto sobre o consumo de diesel decorrente do aumento da importância das linhas eletrificadas no tráfego ferroviário de carga. Em função da baixa participação atual deste sistema e considerando as possibilidades de expansão do mesmo, constatou-se que os maiores benefícios em termos de economia de combustível ocorrem com a substituição do caminhão pelo trem tração diesel, e, apenas, marginalmente, com o aumento da participação relativa das linhas eletrificadas.

ANEXOS

ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DOS TRANSPORTES NO BRASIL

ANEXO A.3

SISTEMA FERROVIÁRIO BRASILEIRO - TIPOS DE TRACÇÃO

ANEXO A.4

SISTEMA FERROVIÁRIO BRASILEIRO - PRINCIPAIS PONTOS DE TRANSBORDO DE CARGA

ANEXO A.5

EXTENSÃO PAVIMENTADA E SUPERFÍCIE TERRITORIAL - COMPARAÇÕES INTERNACIONAIS

(1.973)

ANEXO A.6

EXTENSÃO DAS LINHAS FERROVIÁRIAS E SUPERFÍCIE TERRITORIAL

COMPARAÇÕES INTERNACIONAIS

(1.975)

Extensão da malha em 10^3 Km. Superfície em 10^3 Km². Extensão da malha por Km².

ANEXO A.7PREÇO DO BARRIL DE PETRÓLEO - PREÇOS CORRENTES EM DÓLARES POR BARRILARÁBIA SAUDITA 1.953-81

Preços Correntes - Em dólares por barril

ANEXO A.8EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE ÓLEO DIESEL - BRASIL 1.960-81

ANEXO A 9
PARTICIPAÇÃO DA PETRÓLEO E SEUS DERIVADOS NAS
ÁREAS INDUSTRIALIZADAS

PETRÓLEO E DERIVADOS

OUTROS

ANEXO A.10COMPORTAMENTO DA IMPORTAÇÃO DE PETRÓLEO - BRASIL 1.973-81

BIBLIOGRAFIA

01. Associação Nacional das Empresas de Transporte Rodoviário de Carga – NTC (1983) - A Verdade sobre a Frota Nacional
02. Associação Nacional das Empresas de Transporte Rodoviário de Carga – NTC (1983) - A Verdade sobre o Preço do Óleo Diesel
03. Associação Nacional das Empresas de Transporte Rodoviário de Carga – NTC (1983) - A Verdade sobre o Registro Nacional de Transportadores Rodoviários de Bens
04. Association of American Railroad – AAR (1982) - Yearbook of Railroads Facts
05. Abouchar, A (1967) - Diagnostic of the Transport Situation in Brazil, R.J., IPEA
06. Adler, H, A (1967) - "Avaliação Econômica de Projetos de Transporte". Revista Brasileira de Transportes, RJ, pp. 37-68, jan/mar
07. Associação Brasileira da Indústria Ferroviária – ABIFER (1982/83) Relatório Anual
08. Associação Brasileira da Indústria Ferroviária – ABIFER (1979) Programa de Utilização Intensiva do Transporte Ferroviário
09. Associação Brasileira da Indústria Ferroviária – ABIFER (1979) Investimentos em Transporte
10. Associação Brasileira da Indústria Ferroviária – ABIFER (1979) Energia e Transportes
11. Associação Brasileira da Indústria Ferroviária – ABIFER (1981) A Situação da Indústria Ferroviária
12. Baer, W (1962) "Transporte e Inflação: Um Estudo de Formulação Irracional de Política no Brasil". Revista Brasileira de Economia. RJ, pp. 159-174, dez
13. Barat, J (1978). A Evolução dos Transportes no Brasil, FIBGE/IPEA

14. Barat, J (1979) Processo Decisório nas Políticas Públicas e no Planejamento dos Transportes, APEC Editora
15. Cipollari, P (1968) O Problema Ferroviário no Brasil, Tese de Doutorado, FEA-USP
16. Centrais Elétricas de São Paulo - CESP (1978) Consumo Energético no Brasil-Perspectiva para 1990, Coletânea Energética
17. Chatelin, B, M (1981) "El Aspecto Económico del Transporte y la Energía", Temas de Transporte, pp. 3-23
18. Daros, E, J (1967) "Os Transportes no Brasil", Revista Brasileira de Transportes, pp. 23-36, jan/mar
19. Dowell da Costa, F, L, C (1971) Ferrovias: Estudos Econômicos e de Viabilidade
20. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER (1976) Manual de Custos de Operação
21. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER (1976) Manual de Custos de Conservação
22. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER (1976) Sinopse do Transporte Rodoviário de Carga
23. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes - GEIPOT (1975) Estudo de Plano Diretor de Eletrificação de Ferrovias
24. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes - GEIPOT Anuário Estatístico dos Transportes
25. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes - GEIPOT (1980) Programa Global de Modernização e Expansão do Sistema Ferroviário da RFFSA, Relatório
26. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes - GEIPOT (1981) Programa Global da Modernização e Expansão do Sistema Ferroviário da RFFSA, Anexo I
27. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes - GEIPOT Plano Operacional dos Transportes - Fase I, vários produtos
28. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes - GEIPOT (1980) Plano Operacional dos Transportes - Fase II, Resumo

29. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes — GEIPOT (1975) Estudo de Plano Diretor para a Unificação de Bitolas
30. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes — GEIPOT (1981) Research on the Interrelationship between Costs of Highway Construction, Maintenance and Utilization - Final Report, vol. 5
31. Eletrobras (1979) Eletificação de Ferrovias
32. Estrada de Ferro Vitória a Minas — EFVM Anuário Estatístico
33. Euler Engenharia e Consultoria (1976) Estratégia Econômico-Financeira da RFFSA
34. Ferrovia Paulista S.A. — FEPASA (1981) Informativo de Custos
35. Ferrovia Paulista S.A. — FEPASA Anuário Estatístico
36. Ferrovia Paulista S.A. — FEPASA (1980) Estudo de Viabilidade — Variante Helvêtia-Mayrink
37. Ferrovia Paulista S.A. — FEPASA (1981) Fluxograma de Transporte — Mercadorias, Div. de Estatística
38. Ferrocarriles Nacionales de Mexico (1979) Séries Estatísticas
39. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística — FIBGE Anuário Estatístico do Brasil
40. Goldlack, P, C (1981) Jane's World Railways
41. Goldemberg, J (1979) Energia no Brasil, Livros Técnicos e Científicos Editora.
42. Henderson, J, M e Quandt, R, E (1977) Teoria Microeconômica, Biblioteca Pioneira de Ciências Sociais.

43. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. — IPT (1980) Potencial de Biomassas Vegetais para Fins Energéticos no Estado de São Paulo, monografia Nº 65
44. Japanese National Railways Facts and Figures
45. Jacob, C (1982) Ferrovia — O Caminho Certo, IMESP/DAESP
46. Lansing, J, B (1966) Transportation and Economic Policy, N. Y., The Free Press
47. Locklin, D, P (1960) Economic of Transportation, Homewood, Irwin
48. Melo, F, H e Pelin, E, R (1984) As Soluções Energéticas e a Economia Brasileira, Editora Hucitec
49. Martins, W, W (1980) A Ferrovia e a Crise Energética, Seminário Multimodal 80, São Paulo
50. Netto, A, D (1966) Planejamento para o Desenvolvimento Econômico, Biblioteca Pioneira de Ciências Sociais
51. Ministério das Minas e Energia (1984) Balanco Energético Nacional
52. Oliveira, A, L (1979) Transportes no Brasil — Compatibilização e Otimização do Uso das Vias, Editora NTC
53. Oliveira, E, G (1981) "Sistema de Transporte e Ajustamento Energético", Revista Conjuntura Econômica, junho
54. Owen, W (1975) Estratégia para os Transportes, Biblioteca Pioneira de Administração e Negócios
55. Peixoto, J, B (1975) Os Transportes no Atual Desenvolvimento do Brasil, R.J., Biblioteca do Exército
56. Procon — Consultoria e Projetos de Engenharia Ltda. (1977) Política Fiscal e Tarifária do Setor Transportes
57. Rede Ferroviária Federal S.A. — RFFSA Anuário Estatístico
58. Rede Ferroviária Federal S.A. — RFFSA (1979) Fluxograma dos Transportes
59. Rede Ferroviária Federal S.A. — RFFSA (1982) Relatório de Diretoria

60. Revista Transporte Moderno – TM (1982) Planilhas de Custo, Nº 220, março
61. Rodrigues, E, C (1975) Crise nos Transportes, Editora Unidas
62. Richbieter, K, H (1980) O Transporte Rodoviário de Carga e a Integração Econômica, Seminário Multimodal 80, S.P.
63. Shoeps, W (1982) A Capacidade Potencial do Transporte Ferroviário, Tese de Doutorado – EAESP-FGV
64. Severo, C (1983) A Política dos Transportes no Brasil, Ministério dos Transportes
65. Schoppa, R, F (1980) A Participação da Ferrovia no Transporte Intermodal, Seminário Multimodal 80, S.P.
66. Santos, R (1960) A Crise das Ferrovias

LISTA DE TABELAS

Tabela I.1	- Investimentos em Transporte Segundo a Modalidade -----	20
Tabela I.2	- Extensão de Rede Rodoviária e Ferroviária	21
Tabela I.3	- Frota de Veículos de Carga — Caminhões, Vagões e Locomotivas -----	22
Tabela I.4	- Fatores Determinantes do Déficit — RFFSA-	24
Tabela I.5	- Distribuição Modal no Transporte de Carga — Total -----	27
Tabela I.6	- Distribuição Modal no Transporte de Carga	29
Tabela I.7	- Distribuição Modal por Produto -----	31
Tabela I.8	- Distribuição Modal — Comparações Internacionais -----	32
Tabela II.1	- Extensão da Rede Rodoviária — Vias Pavimentadas e não Pavimentadas -----	39
Tabela II.2	- Frota de Caminhões segundo a Capacidade e o Tipo de Combustível -----	40
Tabela II.3	- Extensão da Malha Ferroviária Brasileira— Por Empresa -----	44
Tabela II.4	- Distâncias Rodoviárias e Ferroviárias ---	48
Tabela II.5	- Extensão das Redes Rodoviária e Ferroviária e Superfície Territorial -----	53
Tabela II.6	- Custos no Transporte de Arroz — Ferrovia	55
Tabela II.7	- Demanda de Transporte Ferroviário — Soja-	60
Tabela III.1	- Custos por Tipo de Caminhão -----	75

Tabela III.2	- Custos Fixos e Variáveis - Caminhões-----	76
Tabela III.3	- Custos Fixos e Variáveis Ajustados em Função da Ocupação Média -----	77
Tabela III.4	- Evolução de Preços ao Consumidor - Óleo Diesel -----	78
Tabela III.5	- Custos Básicos de Conservação - Fatores de Tráfego - Equações de Conservação ----	82
Tabela III.6	- Distribuição da Rede Rodoviária por Faixa de Tráfego Médio Diário -----	83
Tabela III.7	- Custos Operacionais e de Conservação - Rodoviário -----	85
Tabela III.8	- Custos Ferroviários -----	86
Tabela III.9	- Elasticidade do Custo Médio Total em Relação ao Produto - Ferrovias Americanas ---	89
Tabela III.10	- Custos Totais em Função da Distância e do Aproveitamento dos Vagões -----	92
Tabela III.11	- Custos Ferroviários por Mercadoria -----	94
Tabela IV.1	- Custos de Implantação de Rodovias -----	103
Tabela IV.2	- Custos de Implantação de Ferrovias -----	105
Tabela IV.3	- Comparação de Custos de Construção - Rodovia e Ferrovia -----	109
Tabela IV.4	- Comparação Geral de Custos -----	114
Tabela IV.5	- Custos de Implantação - Projeto FEPASA---	119
Tabela IV.6	- Projeção de Tráfego -----	121
Tabela IV.7	- Evolução dos Custos Totais - Projeto Helvétia-Guaianã -----	122

Tabela IV.8	- Valor Presente do Projeto—Helvética-Guaianã	123
Tabela IV.9	- Densidade de Tráfego — Dados Internacionais -----	124
Tabela IV.10	- Relação Transporte e Capacidade — FEPASA-	125
Tabela IV.11	- Situação de Malha Ferroviária — Trabalho GEIPOT -----	127
Tabela V.1	- Consumo de Energia Primária segundo as Fontes -----	136
Tabela V.2	- Participação do Setor Transportes no Consumo de Energia -----	137
Tabela V.3	- Consumo de Energia em Transportes — Segundo as Modalidades -----	140
Tabela V.4	- Consumo de Energia em Petróleo no Setor Transportes — Segundo as Modalidades, por Atividade -----	141
Tabela V.5	- Projeções do Volume Total de Carga Movimentado -----	142
Tabela V.6	- Economia de Diesel — Maior Participação do Modo Ferroviário -----	148
Tabela V.7	- Participação das Ferrovias Eletrificadas — Comparações Internacionais -----	152
Tabela V.8	- Importância das Linhas Eletrificadas ----	153
Tabela V.9	- Economia de Óleo Diesel com a Participação do Sistema Eletificado -----	155
Tabela V.10	- Custo Operacional Ferroviário — Tração Diesel e Elétrica — FEPASA -----	156

LISTA DE FIGURAS

Figura III.1 – Relação entre Custo Total de Curto e Longo Prazo -----	65
Figura III.2 – Perfil das Funções Custo-Caminhões -----	68
Figura IV.1 – Implantação de Rodovia e Ferrovia – Custos Totais -----	113
Figura IV.2 – Projeto de Implantação da Variante Helvê- tia-Mayrink -----	118
Figura V.1 – Distribuição do Consumo de Energia no Se- tor Transportes por Fonte -----	139
Figura V.2 – Comparação do Gasto Energético Rodovia e Ferrovia -----	144