

PEDRO DE CAMARGO

DESENVOLVIMENTO E ORGANIZAÇÃO DAS
REDES DE TRANSPORTE:
MODELOS DE ANÁLISE SELECIONADOS E APLICADOS AO
ESTADO DE SÃO PAULO

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do
título de Mestre em Engenharia

São Paulo

1993

PEDRO DE CAMARGO

Nº USP 6503274

DESENVOLVIMENTO E ORGANIZAÇÃO DAS
REDES DE TRANSPORTE:
MODELOS DE ANÁLISE SELECIONADOS E APLICADOS AO
ESTADO DE SÃO PAULO

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do
título de Mestre em Engenharia

Área de Concentração:

Engenharia de Transportes

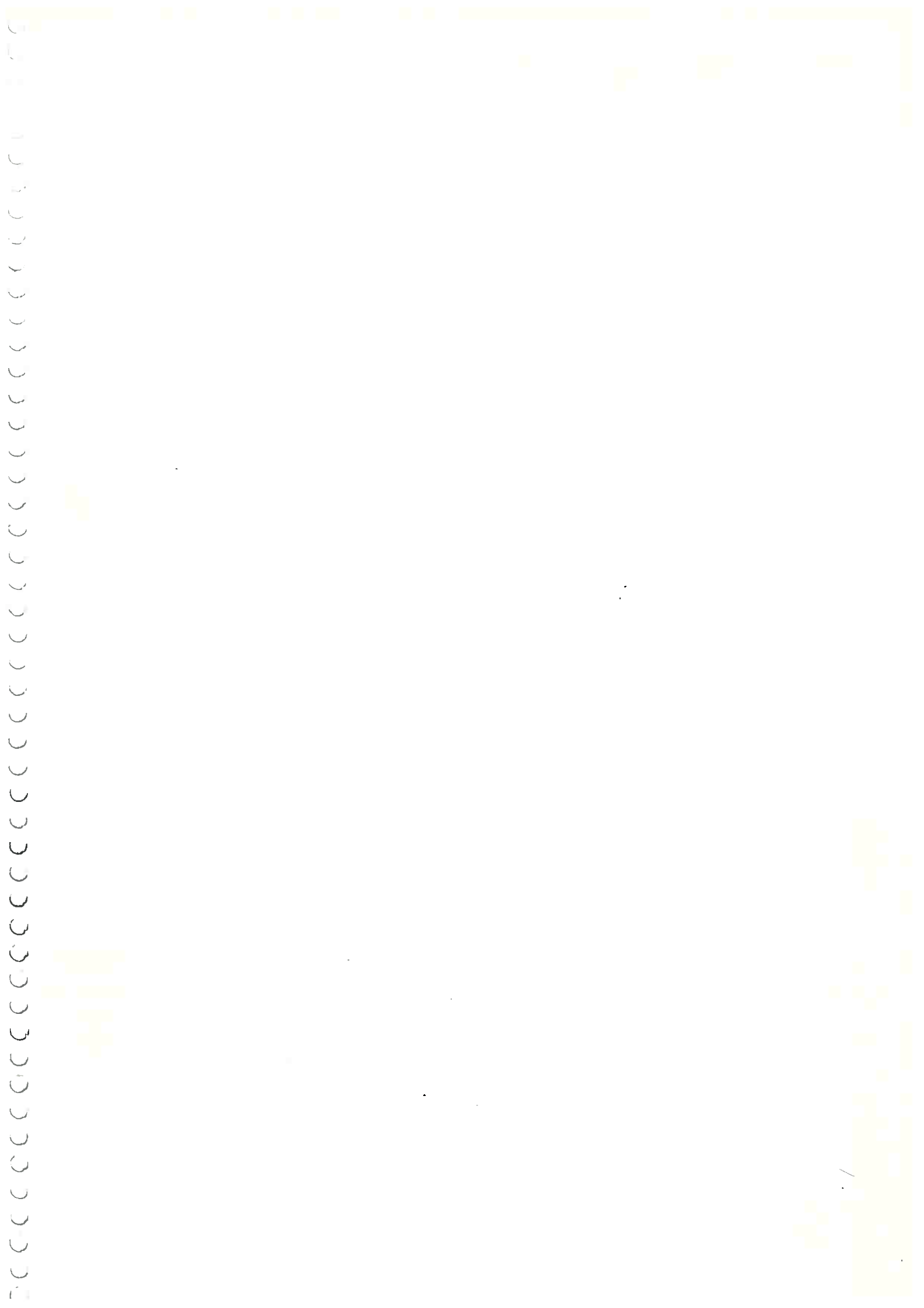
Orientador:

Prof. Dr. Jaime Waisman

Nº Func. 606774

São Paulo

1993



AGRADECIMENTOS

A todos aqueles que me apoiaram nesta empreitada,
em especial:

Wladimir Pena Camargo

Maria Célia de Castro Pena

Janaína Pena Camargo

Jaime Waisman

Cláudia Maria Pinotti de Almeida

André Ragusa

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| Resumo | |
| "Abstract" | |
| 1. Apresentação | 1 |
| 2. CIVILIZAÇÃO, TECNOLOGIA E GEOPOLÍTICA | 5 |
| 2.1. A Alvorada da Civilização | 5 |
| 2.2. A Alvorada da Tecnologia | 8 |
| 2.3. A Alvorada da História | 10 |
| 2.4. O Retrocesso da Tecnologia | 17 |
| 2.5. O Renascimento Comercial | 18 |
| 2.6. A Revolução Tecnológica | 22 |
| 2.7. A Função Estruturadora da Rede de Transportes | 29 |
| 2.8. A Função Integradora com o Exterior | 33 |
| 2.9. O Transporte Intermodal | 38 |
| 2.10. A Escolha do Melhor Traçado | 39 |
| 2.11. A Geopolítica dos Transportes | 40 |
| 3. TEORIA DA LOCALIZAÇÃO DA INDÚSTRIA | 41 |
| 3.1. O Problema da Localização | 41 |
| 3.2. O Modelo de Alfred Weber | 42 |
| 3.3. Os Modelos de Ruy Leme | 45 |
| 3.4. Os Mercados e as Redes de Transportes | 53 |
| 4. A GEOGRAFIA DOS TRANSPORTES | 56 |
| 4.1. O Desenvolvimento das Redes de Transportes | 56 |
| 4.2. A Análise de Fluxos | 66 |
| 4.3. As Áreas de Influência dos Sistemas de Transportes | 69 |

| | |
|---|-----|
| 5. MODELOS SELECIONADOS | 72 |
| 5.1. Introdução. | 73 |
| 5.2. Modelo de Taaffe, Morrill & Gould | 75 |
| 5.3. Modelo de Antonio Galvão Novaes | 77 |
| 5.4 Modelo de Mário Travassos e Meira Mattos | 79 |
| 6. UMA APLICAÇÃO DOS MODELOS | 81 |
| 6.1. Introdução. | 81 |
| 6.2. O Estado de São Paulo | 82 |
| 6.3. Aplicação do Modelo de Taaffe, Morrill & Gould. | 84 |
| 6.4. Aplicação do Modelo de Antonio Galvão Novaes | 90 |
| 6.5. Aplicação do Modelo de Mário Travassos e Meira Mattos. | 93 |
| 7. CONCLUSÕES | 118 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 123 |

RESUMO

Na moderna sociedade industrial, as redes de transportes participam do desenvolvimento dos países, estruturando a circulação de mercadorias, de pessoas, e de influências entre as regiões. As redes desempenham, portanto, uma função específica e indispensável, inerente à economia capitalista.

O desempenho dessa função das redes deve ser constantemente avaliado, com o objetivo de se manter adequada a organização dos sistemas de transportes ao nível de desenvolvimento do sistema produtivo de cada país. A avaliação da adequação das redes de transportes ao sistema produtivo pode ser facilitada com a utilização dos modelos de análise selecionados, que formam um conjunto de diretrizes de planejamento, obtidas através de um enfoque multidisciplinar, associando as Ciências Humanas à Engenharia de Transportes.

Os estudos realizados permitiram a seleção de três modelos de análise das redes de transportes: o primeiro (Taaffe, Morrill & Gould) estabelece os estágios de desenvolvimento das redes; o segundo (Antonio Galvão Novaes) define a área de influência dos sistemas, e o último (Mário Travassos e Meira Mattos) sistematiza as características físicas da rede sob o enfoque da Geopolítica dos Transportes.

A aplicação dos modelos relacionados ao estudo da rede de transportes do Estado de São Paulo, concluindo o estudo, possibilitou a formulação de uma visão crítica desse sistema e de alternativas para os problemas detectados.

ABSTRACT

In the modern industrial society, transport networks participate in the development of countries by structuring the circulation of goods, people and influence among regions. These networks therefore play a specific and essential function, inherent to a capitalist economy.

The performance of transport networks should be continuously assessed with a view to keep their organization in adequate conditions respecting the requirements of the productive system of the country. The assessment of the fitting between transport networks and the productive system can be facilitated by the utilization of selected models of analysis, obtained through a multi-disciplinary approach, combining the Social Sciences with Transport Engineering.

The studies carried out in the dissertation permitted to identify three models of analysis: the first one (Taaffe, Morrill & Gould) sets the stages of development of the networks; the second (Antonio Galvão Novaes) defines their area of influence; the latter (Mario Travassos e Meira Mattos) systematizes the physical characteristics of the network from the perspective of the Geopolitics of Transport.

The application of these models to the study of the transport network of the São Paulo State, concluding the work, made it possible to formulate a critical outlook on the current system and suggest alternative ways of handling the detected problems.

1. APRESENTAÇÃO

As redes de transporte exercem um importante papel no desenvolvimento das sociedades, estruturando os mecanismos de circulação de produtos, de pessoas e de diversos tipos de influências das regiões entre si.

Os impérios da Antiguidade consolidaram suas áreas de domínio montando grandes rotas de comunicação marítima, fluvial, lacustre e terrestre. A Engenharia Naval esteve presente já nesses primeiros passos da civilização. A construção de estradas e aquedutos compareceu nos momentos seguintes e verdadeiras obras de arte construídas nesses primórdios perduram até hoje.

Em outro momento, na Europa, o refluxo histórico do período feudal foi paulatinamente superado sob a influência das rotas de transportes fluviais e terrestres, retomadas pelos mercadores de produtos do Oriente. Infiltrando-se nas células produtivas do regime senhorial, os comerciantes subverteram o modo de produção, implantando o Mercantilismo, que, por sua vez, exigiu meios de transporte mais eficientes, abrindo o ciclo das grandes navegações à vela e da construção de canais interiores.

A Revolução Industrial (1769) ocorreu em seguida, gerando um processo de renovação tecnológica permanente em todo o sistema produtivo, inclusive nos transportes. A tração a

vapor para locomotivas e barcos foi só o início de uma era de conquistas tecnológicas.

Esta é uma rápida visão histórica que pretendeu evidenciar o fio de ligação recíproco entre o Desenvolvimento das Tecnologias de Transporte e a Evolução da Civilização.

Nesta rápida visão, procuramos relacionar a formação das redes de transportes com as transformações das relações económicas entre as regiões. As relações económicas não existem isoladamente: elas estão sempre atreladas a ligações políticas entre os povos. E as ligações políticas costumam viver associadas a vínculos militares.

Este trabalho estuda o desenvolvimento e a organização das redes de transportes em função das múltiplas relações mencionadas, que interagem com a Engenharia de Transportes, ensejando a seleção de modelos de análise das redes, de forma, portanto, multidisciplinar. O Tema de Dissertação será tratado em seis capítulos:

- CAPÍTULO 2 : CIVILIZAÇÃO, TECNOLOGIA E GEOPOLÍTICA
- CAPÍTULO 3 : TEORIA DA LOCALIZAÇÃO DA INDÚSTRIA
- CAPÍTULO 4 : GEOGRAFIA DOS TRANSPORTES
- CAPÍTULO 5 : MODELOS SELECIONADOS
- CAPÍTULO 6 : UMA APLICAÇÃO DOS MODELOS
- CAPÍTULO 7 : CONCLUSÕES

O Capítulo 2 aborda as teorias sobre a geopolítica, cultivadas em meios académicos e militares, justamente na linha de pesquisa das associações entre tecnologia,

economia, política e ocupação de espaços. Naturalmente, não foram considerados os aspectos ideológicos militaristas, que se utilizam da geopolítica como instrumento de confirmação de doutrinas de supremacia racial ou política.

O Capítulo 3 sistematiza as contribuições para a análise das redes de transportes relacionadas com as decisões de localização das unidades produtivas.

O Capítulo 4 explora as proposições da Geografia de Transportes, disciplina que também se ocupa do objeto em estudo, registrando a evolução e o papel econômico das redes de transportes, em especial nos países em desenvolvimento.

O Capítulo 5 é dedicado à sistematização de modelos de análise das Redes de Transporte nos tempos atuais, procurando agregar os aportes dos diversos autores pesquisados.

O Capítulo 6 engloba um estudo de caso, aplicando os modelos selecionados à Rede de Transportes do Estado de São Paulo. O estudo de caso constitui, em última análise, operação de teste dos modelos, que se propõem ser aplicáveis a qualquer região ou País em desenvolvimento, qualquer que seja o Continente a que pertençam.

Finalmente, o Capítulo 7 apresenta as conclusões relacionadas com a sistematização dos modelos de análise e sua aplicação no estudo do caso mencionado.

O tratamento do tema proposto através dos capítulos mencionados, persegue um objetivo mais abrangente e alguns objetivos mais restritos. O objetivo mais abrangente é estudar o desenvolvimento e a organização das redes de transporte dentro de uma perspectiva multidisciplinar centrada no campo da Engenharia de Transportes.

Os objetivos mais restritos, estabelecidos como etapas, são os que seguem:

- Sistematização de uma análise da evolução das redes de transportes, contribuindo, em maior ou menor extensão, com as possibilidades desse tipo de abordagem em relação ao objeto de estudo;
- Elaboração de uma metodologia de trabalho que possibilite testar os resultados teóricos obtidos em um estudo de caso, para o que elegemos o estudo da configuração da Rede de Transportes do Estado de São Paulo;
- Indicação de alternativas para as distorções eventualmente detectadas, através de aplicação dos modelos;
- Crítica da metodologia desenvolvida e de sua aplicação.

2. CIVILIZAÇÃO, TECNOLOGIA E GEOPOLÍTICA

2.1. A ALVORADA DA CIVILIZAÇÃO

A Pré-História admite que, por volta do ano 10.000 a.C., teria começado o período Neolítico ou Idade da Pedra Polida, assinalando, segundo MELLO & COSTA (1985), a transição da economia coletora para a economia produtora, da selvageria para a barbárie. No Período Neolítico o homem inicia o processo de dominação da natureza, através do qual passa a produzir os meios necessários à sua sobrevivência. Com seu trabalho, começa a produzir alimentos, roupas, moradia e as ferramentas rudimentares exigidas para tanto.

Os instrumentos de pedra polida possibilitaram as primeiras culturas de trigo (Ásia e Europa), arroz (Extremo Oriente), milho (América do Norte) e mandioca (América do Sul). A cabra, o porco, a ovelha e o cavalo foram os primeiros animais domesticados. O polimento da pedra possibilitou a produção de armas e ferramentas mais avançadas como o machado, a faca, a foice, a enxada e o arado. Com as novas ferramentas o homem dominou as árvores, derrubando-as e entalhando seu tronco para a construção das primeiras embarcações. Com elas deu início à navegação fluvial e marítima. Em seguida, inventou a roda (China), criando os primeiros veículos de transporte

terrestre. Por terra, pelos rios e lagos, pelos mares, o homem primitivo se espalhou pelos continentes. A ocupação de diferentes regiões, com recursos naturais, condições climáticas e, também de solo, mais favoráveis, diferentes, acentuou a especialização, induzindo a troca de produtos. No entanto, a simples existência de veículos e embarcações, rudimentares, ainda não ensejara o nascimento das redes de transportes. As trocas de produtos entre clãs primitivos era ainda um comércio incipiente, inexistindo uma produção de mercadorias no seu sentido econômico. Na produção do clã, organizado como autarquia, somente as sobras eventuais de produção eram destinadas ao intercâmbio externo.

É conveniente enfatizar as relações que MELLO & COSTA estabelecem:

- O Homem começou a produzir os bens necessários à sua sobrevivência, no período Neolítico, entre 10.000 e 5.000 a.C., também conhecido como Idade da Pedra Polida;
- Para produzir roupas, alimentos e abrigos, o Homem Primitivo desenvolveu, nessa fase, os primeiros instrumentos de trabalho, rudimentares, em pedra polida;
- Com esses instrumentos, nossos ancestrais construíram as primeiras embarcações e os

primeiros veículos providos de rodas, ao mesmo tempo em que domesticaram o cavalo;

- A organização da sociedade estava baseada no clã, patriarcal, ou matriarcal em alguns casos;
- A organização da economia era autárquica, isto é, voltada para as necessidades internas e só eventualmente eram realizadas trocas entre os clãs;
- Nessas condições, os primeiros veículos e embarcações foram úteis para as migrações, para a ocupação pelo homem das ilhas e continentes, inexistindo ainda redes organizadas de transportes.

2.2. A ALVORADA DA TECNOLOGIA

A última fase da Pré-História é datada entre 5.000 e 4.000 a.C., sendo conhecida como Idade dos Metais.

Nesse período, o homem passou a utilizar o cobre na fabricação de seus instrumentos de sobrevivência: ferramentas e armas. O desenvolvimento da metalurgia possibilitou a descoberta do Bronze, combinando em liga metálica o Cobre e o Estanho.

Os metais deram maior produtividade aos instrumentos de trabalho e maior eficiência às armas de guerra. Com elas o homem passou a dominar outros homens, mudando seu sistema econômico, saindo das relações tribais para o escravismo. Passou a dominar também seu território vital, criando as primeiras cidades-estados, iniciando a divisão do trabalho: agrícola, comercial, artesanal, público (inclusive exército) e doméstico, este último próprio das mulheres e escravos.

Na Idade dos Metais foram aperfeiçoados o arado, o carro de tração animal e o barco à vela. Estavam maduras as condições para o nascimento iminente das redes de transportes.

Sintetizando as relações da Idade dos Metais, ainda com base nas pesquisas de MELLO & COSTA:

- Na Idade dos Metais, entre 5.000 e 4.000 a.C., o homem passou a utilizar o Cobre na fabricação dos seus instrumentos de trabalho e de guerra;
- Com armas mais eficientes, o homem mudou seu modo de produção, introduzindo o escravismo. A divisão do trabalho acentuou-se. Formalizaram-se os estados e seus limites territoriais. Apareceram as cidades, voltadas para o artesanato e o comércio;
- Aperfeiçoaram-se os veículos de tração animal. Os barcos foram providos de velas;
- A maior divisão de trabalho, a evolução do comércio, o nascimento das cidades-estados, o aperfeiçoamento dos instrumentos de trabalho e das armas de combate, a fixação de limites territoriais e de zonas de influência política, entre outras causas, romperam com a economia auto-suficiente dos clãs;
- Nessas condições, o transporte terrestre, fluvial e naval já se desenvolvera junto com o comércio das cidades. Seu próximo passo foi o de alcançar uma estrutura mais ampla.

2.3. A ALVORADA DA HISTÓRIA

Considera-se como fim da Pré-História e início da História o surgimento da escrita, por volta do ano de 4.000 a.C.

A partir daí, existem registros de grandes civilizações, cujas bases se assentavam na produção especializada, com grande divisão do trabalho, utilização de mão-de-obra escrava, existência de cidades-estados e relações comerciais bem estruturadas.

No Egito Antigo, a necessidade de organização de um grande contingente de trabalhadores para a construção das obras de controle das cheias do Rio Nilo favoreceu o processo de centralização política, a partir de 4.000 a.C. Os escravos e camponeses (felás) eram responsáveis por uma formidável produção agrícola. Os funcionários públicos (escribas), os comerciantes e os artesãos eram peças importantes de um grande sistema de comércio exterior, controlado pelo estado. A economia do Antigo Egito fluía através de um sistema interno de navegação do Rio Nilo e de um sistema externo que atingia a Fenícia, a Síria, a Palestina e a ilha de Creta, levando trigo, cevada, tecidos e cerâmica e trazendo metais preciosos, madeiras e marfim. A rede de transportes se consolidou com a organização do comércio habitual, baseado na divisão do trabalho e de classes, e na especialização da produção entre regiões e estados.

A partir do ano 2.800 a.C. vários povos se organizaram em cidades-estados na Mesopotâmia. Os vales dos rios Tigre e Eufrates produziam cereais em abundância e pastagens para os rebanhos bovinos e ovinos. As cidades fabricavam tecidos, armas, ferramentas, cerâmicas e objetos de luxo. Uma vasta rede de caravanas distribuía essas manufaturas. Além disso chegava estanho do Cáucaso, cobre de Chipre, marfim e pedras preciosas da Índia.

Entre 2.000 e 1.200 a.C. prosperou e caiu a civilização cretense, uma economia também comercial, utilizando mão-de-obra livre e escrava. Foram estabelecidas rotas comerciais marítimas com o Egito, a Grécia, a Ásia Menor, Chipre, Fenícia e Síria.

Sucedendo aos cretenses, os fenícios construíram uma civilização comercial-naval entre 1.400 e 700 a.C. A rede mercantil fenícia estendeu-se por uma área muito ampla: das ilhas britânicas traziam estanho até entrepostos na Espanha e França; da costa báltica traziam âmbar; da região dos Urais traziam seda; da Espanha prata e outros metais; da África ouro e escravos; do Egito papiro e linho; da Ásia Menor cobre e mármore; da Ásia Central cavalos; da Ásia Sudoeste púrpura e gado, e da Ásia Ocidental perfumes e ouro.

Organizados em cidades-estados, os fenícios desenvolveram as indústrias naval, têxtil e metalúrgica.

Além da extensa rede de comércio e transportes, marítimo e terrestre, devem ser creditados aos fenícios outros feitos como:

- primeira viagem de circunavegação da África;
- estabelecimento de entrepostos e colônias, sendo Cartago a primeira delas; e
- simplificação da escrita, com a utilização de 22 caracteres, para facilidade dos registros comerciais.

Por volta de 1.900 a.C. chegaram à Palestina os hebreus, onde desenvolveram outra importante civilização, destruída em 70 d.C. pelos romanos. Suas rotas comerciais atingiam o Egito, a Fenícia, a Síria, a Ásia Menor e a atual Etiópia, então Sabá, transportando ouro, marfim, pedras preciosas, madeira, vinho, trigo e azeite. Ao contrário dos fenícios e cretenses, o povo hebreu não dominou a tecnologia da navegação marítima, preferindo a especialização no transporte terrestre, organizado em caravanas, preparadas para longas travessias dos desertos.

Fechando o período histórico da Antiguidade Oriental, merece ser citada, ainda, a Civilização Persa. Entre 550 e 334 a.C., o império persa cresceu e ocupou cerca de 5 milhões de quilômetros quadrados, abrangendo diferentes etnias e condições geográficas, do Mar Mediterrâneo ao Rio Indo, no sentido oeste-leste, e do mar de Aral até o Egito, no sentido nordeste-sudoeste.

Os dirigentes deste império, entenderam que seu vasto território carecia de uma articulação especial. O imperador Dario I organizou seus domínios em 20 províncias, chamadas satrapias, dirigidas por governadores (sátrapas) e subordinadas ao poder central. Dario I é considerado um dos precursores do conhecimento geopolítico por ANDRADE (1989). Com efeito, as províncias ou satrapias tinham uma subordinação colonial com a sede do império. Em cada uma delas havia, além do governador ou sátrapa, um general e um secretário, os três reportando-se ao poder central, independentemente entre si. A articulação do espaço imperial dependia, assim, de três tipos de relações:

- a econômica, isto é, administração do processo produtivo e cobrança de impostos, atribuições que o rei delegava ao governador;
- a militar, ou seja, defesa do espaço imperial e, se possível, sua ampliação, atribuição delegada pelo rei ao general local;
- a política, significando o exercício da dominação do imperador sobre um grande número de regiões, povos e etnias. Os "olhos e ouvidos do rei" estavam em cada colônia, corporificados em um funcionário especial: o secretário.

Esses três tipos de relações fluíam através de um sistema circulatório: estradas, correios, rios, canais artificiais

e navegação marítima. As cidades de Susa no Irã e Sardes na Ásia Menor, distantes entre si 2.500 km, estavam ligadas por estradas. O Rio Nilo foi ligado ao Mar Vermelho por um canal navegável.

Entre 1.700 e 338 a.C. prosperou e decaiu a civilização grega. Suas cidades-estados eram centros comerciais ligados por linhas de navegação às colônias espalhadas no entorno dos mares Negro e Mediterrâneo. A cultura grega expandiu-se pelo Oriente com a conquista da Grécia e do Império Persa pelos Macedônios sob o reinado de Filipe II e seu filho Alexandre Magno, este último discípulo do filósofo grego Aristóteles, e sendo considerado um dos precursores da Geopolítica.

Toda a antiga área de influência dos gregos no entorno do Mediterrâneo foi conquistada pelos romanos, que ampliaram seus domínios à totalidade do território continental europeu a oeste dos Rios Reno e Danúbio, mais a Grã-Bretanha. A civilização romana perdurou até 476 d.C., com a deposição de Rômulo Augústulo pelo bárbaro Odoacro. O Império Romano se estendeu por uma área muito maior do que as áreas dos Impérios Macedônio e, anteriormente, Persa. Uma extensa rede de transportes unia a metrópole e suas colônias. A navegação marítima e fluvial se articulava com o transporte terrestre de tração animal. Foram construídas vias pavimentadas, com pedras, na península itálica, numa estrutura radial com o centro em Roma, ainda conservadas.

Com os romanos a tecnologia de transportes atingiu um alto grau de desenvolvimento:

- navegação marítima, a vela e remos, dominando o Mediterrâneo e as costas do Atlântico;
- navegação fluvial, inclusive por canais artificiais;
- rede de estradas terrestres articuladas com a navegação;
- aperfeiçoamento de veículos de tração animal para cargas, passageiros e fins militares; e
- largo emprego de animais para montaria e cargas.

Tal estágio da tecnologia de transporte estava em consonância com a tecnologia dos processos produtivos de bens materiais e com a formação social da civilização romana, onde se observavam as seguintes relações:

- ampla divisão do trabalho no seio da sociedade;
- dominação econômica, militar e política da metrópole romana sobre um grande número de colônias;
- valorização do trabalho agropecuário, reservado aos homens livres;
- utilização do trabalho escravo nas atividades domésticas, de lazer e serviços pesados;
- desenvolvimento do artesanato e comércio, nas cidades, como atividades reservadas aos homens livres;

- utilização da rede de transportes para comércio e coleta de tributos quando cobrados em mercadorias sobre as colônias.

2.4. O RETROCESSO DA TECNOLOGIA

Destruído o Império Romano, um novo sistema econômico passou a vigorar na Europa: o feudalismo, que se consolidou no período conhecido como Alta Idade Média, período entre os séculos V e X.

As características principais do feudalismo -- economia rural e de subsistência; relações de servidão e vassalagem -- impediram qualquer tipo de avanço tecnológico no processo produtivo e nos sistemas de transportes. Estes tornaram-se praticamente prescindíveis, uma vez que a produção não tinha por objetivo atingir mercados, que inexistiam. Os caminhos serviam tão somente para transportar tributos de vassalagem e dízimos para o clero, ambos geralmente cobrados em produtos, uma vez que a própria moeda perdeu sua utilidade.

Não fosse pela cobrança de tributos e dízimos, a economia feudal seria tão autárquica quanto a primitiva sociedade tribal, ambas tecnologicamente atrasadas, e ambas desprovidas, por desnecessárias, de redes de transportes.

2.5. O RENASCIMENTO COMERCIAL

Durante a Baixa Idade Média (séculos XI ao XV) alguns vírus destruidores penetraram na estrutura celular feudal: diminuição do poder da Igreja; formação das monarquias nacionais; renascimento das cidades; movimento das Cruzadas; reinício do comércio; rearticulação das rotas dos mares Báltico, do Norte e Mediterrâneo.

As cidades cresciam, organizavam-se feiras, aumentava o número de mercadores e de servos fugitivos dos feudos. Os mercadores organizaram-se em poderosa Hansa, que chegou a congregar sessenta e quatro Cidades Hanseáticas como membros, com os objetivos de racionalizar o intercâmbio comercial entre as mais diferentes cidades e regiões, facilitar o transporte e, sobretudo, assegurar monopólios. Os servos fugitivos tornavam-se artesãos, organizados em corporações de ofício. A Hansa consolidou as grandes redes de transporte, cobrindo o continente europeu e abastecendo as feiras que criavam novos hábitos de consumo. Protegia o comércio das cidades alemãs contra os piratas do Báltico e defendia seus foros e privilégios contra príncipes vizinhos. Hamburgo, Lubeque, Brema e Colônia eram os principais centros. A Hansa possuía esquadras, um exército, um tesouro e um governo particular. E o monopólio do Báltico e filiais desde Nantes até Novagárdia na Rússia.

O crescimento comercial solapava a estrutura econômica feudal, em meio a grandes crises sociais: a Grande Fome (1315-1317), a Peste Negra (1347-1350), a Guerra dos Cem Anos (1337-1453), e numerosas e sangrentas rebeliões camponesas.

Ao mesmo tempo, ressurgiram a moeda, os bancos, e o crédito. Produtos do Extremo Oriente eram adquiridos pelos italianos e distribuídos por estes à Europa, detentores que eram do monopólio da Rota Veneza-Oriente. A Rota Mar Báltico-Mar do Norte ligava comercialmente a Escandinávia e a Alemanha com a Inglaterra e Flandres. A HANSA TEUTÓNICA monopolizava o comércio e o trânsito entre 160 cidades do leste europeu. A Rota da Champagne ligava Flandres com a Itália, substituída pela Rota Mediterrâneo-Atlântico-Mar do Norte em razão da Guerra dos Cem Anos. Esta última rota incrementou a economia na Península Ibérica, estimulando o desenvolvimento naval português.

O século XV assistiu às grandes navegações dos portugueses e espanhóis, seguidos pelos franceses, ingleses e holandeses. O comércio se tornou mundial, cobrindo todos os oceanos. As inovações tecnológicas aplicadas à navegação, compreendendo a astronomia, a cartografia, o aperfeiçoamento dos barcos e dos instrumentos de bordo, permitiram um novo patamar das relações comerciais entre continentes, acima do monopólio italiano sobre a Rota do Mediterrâneo.

Além do avanço tecnológico nos transportes marítimos, o sistema mercantilista que coexistia com o feudalismo europeu, apresentava características especiais. Os povos da antiguidade também praticavam o comércio marítimo. Os fenícios, muito antes, realizaram a circunavegação da África e existem indícios da chegada dos vikinges às Américas. Tratam-se, porém, de dois tipos diferentes de Sistemas; o **MERCANTILISMO ANTIGO** com as seguintes características

- 1) O setor produtivo dominante era a agricultura.
- 2) Os mercados eram modestos, restringidos pela existência da escravatura.
- 3) Os comerciantes tinham pequena expressão numérica e social, muitas vezes cumprindo funções de empregados do estado.
- 4) A rede de transportes atendia a demanda em função dos intercâmbios comerciais habituais e saques periódicos associados às campanhas militares.

Já o **MERCANTILISMO EUROPEU** se caracterizou por:

- 1) O setor produtivo mais dinâmico era o artesanato, posteriormente reagrupado na forma de manufaturas (fábricas onde diversos artesãos exerciam tarefas complementares, extraíndo o máximo de produtividade do trabalho manual, em regime de cooperação).

- 2) Os mercados eram amplos em função do crescimento das cidades européias.
- 3) Os comerciantes assumiram organização de classe, conquistando espaço político em relação ao estado, à nobreza e ao clero.
- 4) A rede de transportes estruturada entre Europa-África-Ásia-Américas atendeu, por mais de dois séculos, a um processo de rapina de formidáveis riquezas, em quantidades jamais igualadas. A África forneceu milhões de braços escravos. As entranhas das Américas forneceram toneladas incontáveis de ouro e prata. As colônias em geral forneceram alimentos e matérias primas, baratas e abundantes para a implementação dos mercados europeus.

2.6. A REVOLUÇÃO TECNOLÓGICA

Três acontecimentos marcaram uma virada significativa na história da humanidade:

- a Primeira Revolução Industrial (1769);
- o início do processo de descolonização com a independência dos Estados Unidos em 1776/1783; e
- a Revolução Francesa (1789).

Em 1769, James Watt aperfeiçoou a máquina a vapor, introduzindo-a no processo de produção de mercadorias, transformando as manufaturas em fábricas, sob o comando da burguesia. Posteriormente, em 1825, Jorge STEPHENSON, mecânico inglês considerado o inventor das locomotivas (1771-1848) e seu filho Robert STEPHENSON (1803-1859), hábil engenheiro, aplicaram com sucesso o vapor na tração ferroviária, criando condições para a transformação radical observada por MACKINDER: o conceito de poder das nações se transferiu da predominância do poder marítimo para a predominância do poder terrestre, baseado na rapidez da ferrovia, que rapidamente decuplicou a velocidade média do transporte a cavalo (elevada de 6 a 8 km/h para cerca de 70 a 80 km/h).

Em 1789, os camponeses se livraram do jugo senhorial, esvaziando o poder da nobreza e do clero. Os camponeses livres do feudo transformaram-se em mão-de-obra assalariada para as fábricas e mercado consumidor para seus

produtos (na condição de pessoas providas de poder aquisitivo).

Em 1783, a Inglaterra reconheceu a independência das 13 colônias americanas, conquistada nos campos de batalha. Os colonos iniciaram suas lutas uma década antes, influenciados pelos iluministas franceses (Diderot, D'Alembert, Voltaire, Montesquieu e Rousseau) que propunham o liberalismo econômico e político. O início do processo de descolonização, que, a rigor, ainda não se completou, estabeleceu um novo tipo de relacionamento entre as nações, derogando o estatuto colonial em troca da liberdade política e econômica.

O novo sistema econômico, universalmente denominado **CAPITALISMO**, difere do Mercantilismo, e tem suas próprias bases:

- mão-de-obra assalariada, produtora e consumidora de mercadorias (impedidas as relações servis e escravistas);
- liberdade de iniciativa na aplicação do capital em negócios com bens privados, em regime de concorrência (impedidas as estruturas oligopolistas e monopolistas);
- participação do governo nos negócios, com bens públicos, sem restrição do tipo de estrutura mercadológica;
- liberdade de comércio internacional;
- avanço tecnológico permanente, em função do regime concorrencial;
- ampliação constante de mercados consumidores, dependentes de uma grande rede de transportes.

Nessa ordem econômica, os transportes assumem as seguintes especificidades:

- a. Grande avanço tecnológico em suas diversas modalidades, acompanhando as inovações tecnológicas do processo produtivo das mercadorias.
- b. Formação de extensas redes de transportes, necessárias para a circulação intensa de matérias-primas, mercadorias e pessoas: no sistema mercantilista a circulação era restrita: as colônias exportavam matérias-primas e importavam produtos manufaturados, negociando exclusivamente com as respectivas metrópoles. Já no sistema capitalista, quanto menores os custos unitários proporcionados pelos meios de transporte, mais trocas de mercadorias serão efetuadas. A necessidade de achatamento dos custos unitários de transportes estimula a importação e difusão das tecnologias mais recentes de transporte.
- c. Participação do trabalho de transportar na viabilização ou deflagração do valor de uso (utilidade) das mercadorias, e, portanto, no seu valor mercantil, uma vez que a mudança de lugar das coisas possibilita seu consumo. Para MARX (1867), o capital empregado nesse processo agrega valor às mercadorias, sendo portanto capital

produtivo, e a atividade de transportar é um ramo autônomo da produção, uma indústria, situada fora do processo de produção e dentro do processo de circulação de mercadorias. A pertinência da indústria de transportes ao processo de circulação das mercadorias, e não ao processo de produção, é a razão pela qual os transportes são enquadrados no setor terciário, serviços, das atividades econômicas. Esse enquadramento é usual internacionalmente tanto na quantificação do Produto Nacional quanto da classificação dos Balanços de Pagamentos exigida pelo Fundo Monetário Internacional, segundo ROSSETTI (1969);

d. Diminuição progressiva dos custos unitários de fretes, decorrentes de avanços tecnológicos na área de transportes, gerando aproximação de mercados e aumento de concorrência aos produtos locais. Conseqüentemente, os mercados sofrem uma permanente invasão de produtos internacionais, em concorrência com a produção doméstica, deslocando o preço de equilíbrio para um patamar inferior. No limite, os mercados tendem à aglutinação global, formando um único mercado em todo o Planeta. Supõe-se que as tecnologias e modos de transporte permanecem em constante desenvolvimento,

permitindo a circulação ilimitada das mercadorias, a preços unitários decrescentes;

e. Organização da oferta de transportes em diferentes tipos de estruturas mercadológicas, dentro da classificação de GARÓFALO & CARVALHO (1985):

e.1. Subsistemas de transportes estruturados na forma de concorrência: táxi; frete por caminhões. Características: grande número de agentes do lado da oferta e do lado da demanda; produto (serviço) homogêneo; bem privado - um bem é privado quando podem ser excluídos do rol de consumidores aqueles cuja renda não permite usufruir do serviço, segundo MUSGRAVE & MUSGRAVE (1980);

e.2. Subsistemas de transportes estruturados na forma de oligopólio: ônibus interurbano; aviões. Características: pequeno número de empresas ofertantes; produto não obrigatoriamente homogêneo; bem privado;

e.3. Subsistemas estruturados na forma de monopólio natural (onde a existência de mais de uma firma pode tornar o sistema menos eficiente e mais caro para os consumidores): ferrovia; metrô. Características: um único agente

ofertante; produto não obrigatoriamente homogêneo.

A análise estrutural dos mercados é especialmente importante no planejamento dos transportes, por se tratar de uma mercadoria (serviço) carregada de especificidades. Uma linha de ônibus urbano, por exemplo, pode ser operada (ofertada) tanto por empresa pública como por empresa privada, podendo qualquer um desses tipos de empresa apresentar bons ou maus resultados, dependendo das medidas administrativas adotadas. A não regulamentação e a liberação de preços poderão (ou não) ser adotadas, dependendo de decisões políticas e não técnicas. A liberação de preços, com liberdade concorrencial, possibilita o funcionamento de mecanismos de mercado (formador do preço). Para MUSGRAVE & MUSGRAVE "o sistema de mercado só funciona adequadamente quando o 'princípio da exclusão' pode ser aplicado", ou seja, quando o segmento da demanda que deseja pagar preços inferiores ao preço de equilíbrio pode (por decisão do poder público), ser excluído da participação nos benefícios do bem ou serviço ofertado. Na hipótese contrária, de controle de preços (tarifas de transportes) pelo governo, não pode, por outro lado, ser tal que inviabilize o equilíbrio econômico-financeiro do agente operador, garantido judicialmente como um "princípio" (Acórdão do Tribunal Regional Federal, 1a. Região, publicado em 17.12.1990): "a

tarifa decretada deve atender a todos os custos envolvidos na operação, incluído entre eles o lucro".

2.7. A FUNÇÃO ESTRUTURADORA DA REDE DE TRANSPORTE

No contexto da ordem econômica capitalista (industrial) as redes de transportes assumem a função de estruturar a circulação de mercadorias e pessoas, porém não em analogia ao sistema circulatório dos organismos vivos, uma vez que para a ciência econômica o sangue que circula nas veias do organismo social é o Capital e não a mercadoria. Meira MATTOS (1988) prefere comparar a rede de transportes com a coluna vertebral dos mamíferos, que exerce o papel de eixo do esqueleto e duto para a medula espinhal, sendo esta a condutora de impulsos entre o cérebro e o corpo. A coluna vertebral é composta de uma sucessão de vértebras articuladas entre si. Assim, na sociedade moderna, as redes de transporte têm a função de vertebrar os territórios, conduzindo dois tipos de impulsos: econômico e político.

Os impulsos econômicos compreendem as trocas, em ritmo acelerado, de bens entre os mercados, entre as praças e entre os agentes. Circulam matérias-brutas, matérias-primas, matérias-primas auxiliares, meios de trabalho. A própria força de trabalho, assim como os consumidores e os capitalistas se deslocam constantemente. Nesse processo, os meios de transporte se constituem também em meios de trabalho no seu sentido amplo.

Os impulsos políticos correspondem ao exercício de soberania sobre um determinado território, articulado internamente, organizado, coeso. O exercício da soberania compreende também os interesses militares, voltados para a defesa do território.

Dessa forma, na concepção de Meira MATTOS, as redes de transportes devem ser planejadas para vertebrar com eficiência o território sobre o qual se exerce a soberania; a defesa e a ocupação político-econômica do espaço dependem da rede de transportes interligando todos os núcleos populacionais e produtivos. Com esse objetivo, após a Independência em 1783, já em 1833, os Estados Unidos construíram a National Road entre Ohio e Maryland e, em 1869, completaram a ligação ferroviária transcontinental.

A Rússia, com as mesmas intenções, uniu por ferrovia São Petersburgo a Moscou em 1851, e, em 1891 iniciou a Ferrovia Transiberiana, articulando a costa do Mar Báltico com a costa do Pacífico e com Pequim.

MIYAMOTO (1981) verifica que o Brasil, uma nação de dimensões continentais como Estados Unidos, Rússia, Canadá e China, não articula convenientemente o espaço interior, desprovido de grandes artérias rodoviárias ou ferroviárias. Registra-se que em 1858, o eng^o Cristiano Benedito Otoni sugeriu a adoção de um Plano Nacional de Viação que orientasse a ocupação do território nacional.

Em 1874, duas propostas de PNV, de Ramos de Queiroz e André Rebouças também não vingaram. Honório Bicalho em 1881, e Oliveira Bulhões em 1882, apresentaram propostas de PNV, articulando nacionalmente linhas de transporte ferroviário e hidroviário. Em 1890, o Marechal Jerônimo de Moraes Jardim propôs um Plano de Viação Federal, baseado, principalmente, nos grandes rios navegáveis. Em 1926, Pandiá Calógeras elaborou um plano unindo por ferrovia todas as capitais dos Estados, com exceção de Manaus. Vários Planos foram oficializados entre 1930 e 1934, privilegiando o transporte ferroviário. Em 1944, o Plano Geral de Viação Nacional adotou como principal o transporte rodoviário.

Em 1947, o Plano Geral de Viação Nacional foi desdobrado em três projetos: rodoviário, ferroviário e fluvial. O Plano foi revisado em 1963 e 1966.

Todos os planos não apresentaram resultados práticos, mantendo-se a tendência litorânea da rede de transportes nacional. Uma grande tentativa de integração norte-nordeste, no final dos anos 70, a Rodovia Transamazônica, também fracassou.

O objetivo de todas as propostas apresentadas, para os Estados Unidos, a Rússia e o Brasil, é a **vertebração** interna, a articulação de todos os núcleos internos, desempenhando três tipos de funções:

- **econômica:** relacionada com o desempenho do mercado interno;
- **política:** relacionada com a ocupação articulada do território;
- **militar:** relacionada com a defesa do território.

2.8. A FUNÇÃO INTEGRADORA COM O EXTERIOR

Como segundo objetivo as redes de transportes devem ligar com eficiência a unidade política, país ou conjunto de países, com o exterior. As redes interna e externa são complementares entre si, uma existe em função da outra. As articulações das redes, ferroviária e rodoviária, entre os países europeus, e entre Canadá e Estados Unidos, demonstram com clareza essa dependência. Recuando um pouco no tempo até os antecedentes da I Guerra Mundial, pode-se verificar o empenho da Alemanha em construir a estrada de ferro entre Berlim e Bagdá, conectando-se com as fontes de petróleo e com os mercados orientais, e ameaçando militarmente o domínio inglês na Ásia e África. O projeto inglês de construir a ferrovia desde o Cairo até o Cabo, cortando o continente africano de norte a sul, tinha também por objetivo articular seus domínios coloniais com o centro de operações no Egito ocupado.

O mesmo sentido de extensão da rede interna e de dependência entre o interior e exterior deve ser associado ao papel dos portos: são os nós da rede que conectam a economia doméstica com a economia global. O volume e o sentido do movimento dos portos refletem a capacidade de criação de riqueza de uma nação; a ausência de ligação com o mar pode asfixiar as nações mediterrâneas como Bolívia e Paraguai. Sobre esse ponto, TRAVASSOS (1942) e COUTO e

SILVA (1981) deixaram análises pertinentes, que destacam o potencial dos portos brasileiros como ligações mais naturais com a Europa, do comércio exterior do Paraguai, Bolívia, Peru e Chile. TRAVASSOS evidenciou a curiosa situação da Bolívia, que próxima ao Pacífico tende para o Atlântico, para a economia euro-asiática-africana, e que, na busca do Atlântico, dispõe de dois caminhos naturais, através do Brasil e desprezados pelos brasileiros, vendo-se obrigada a usufruir um terceiro caminho facilitado pelos argentinos. O primeiro caminho natural da Bolívia rumo aos mercados europeus, conforme TRAVASSOS, é o Rio Mamoré, da bacia amazônica. A ferrovia Madeira-Mamoré, já desativada, objetivava vencer parcos 300 km não navegáveis, colocando a Bolívia em contato direto com o Atlântico, via rios Madeira e Amazonas. O segundo caminho natural dos bolivianos é o da ferrovia (não concluída) Cochabamba-Santa Cruz de la Sierra-Corumbá-Santos, com 2.576 km. O terceiro caminho, 700 km mais longo e 1.600 km costa abaixo, é facilitado pelos argentinos oferecendo a ferrovia La Paz-Buenos Aires.

Inseridas num continente longilíneo, cujas pontas indicam os sentidos norte e sul, os países americanos completam suas ligações com o exterior através de portos a leste e oeste. A competitividade das relações econômicas mundiais exige as ligações com o Atlântico e com o Pacífico; a ligação com somente um desses oceanos restringe o acesso

do país ao grande mercado global e limita o funcionamento do mercado interno. Assim, os autores citados, da área da Geopolítica moderna, diagnosticam a existência de uma grave obstrução da rede de transportes central do continente sul-americano: o Brasil e o Paraguai sem conexão com os fluxos do Pacífico; Perú e Bolívia bloqueados em suas comunicações naturais com o Atlântico. A necessidade de ligações dos países sul-americanos entre si, e de todos eles com os dois oceanos, e o diagnóstico da obstrução das conexões centrais (Brasil-Oceano Pacífico, Paraguai-Oceano Pacífico, Bolívia-Rio Amazonas e Bolívia-Santos) conduzem Meira MATTOS a prescrever a adoção do modelo norte-americano, comparado a uma grade com barras horizontais e verticais. As primeiras (chamadas rodovias pares) ligam o leste com o oeste, o Atlântico como o Pacífico. As segundas (rodovias ímpares) ligam o norte com o sul, o Canadá com o México, os grandes Lagos com o Golfo do México (vide FIGURA nº 1, no fim deste subitem 2.8.).

As intersecções das barras horizontais com as verticais possibilitam a aplicação de alternativas de deslocamento: as mercadorias podem mudar de rota a meio do caminho para alcançar um navio que suspendeu a escala em New York (leste) e se dirige a New Orleans (sul), por exemplo.

O segundo objetivo das redes de transportes, assim, é o da **vertebração** do país com o exterior, articulando duas funções:

- econômica: relacionada com a característica do modelo econômico capitalista, que leva necessariamente à integração do mercado interno com o mercado global;
- política: relacionada com os modernos movimentos de integração entre os povos.

A função militar deixa de ser registrada por duas razões: em primeiro lugar, o modelo econômico capitalista se baseia na relação de liberdade entre os mercados, contrariamente ao modelo anterior, mercantilista, cuja base era a relação de dominação da metrópole sobre as colônias; em segundo lugar, a moderna máquina de guerra libertou-se das redes de transportes terrestres, embora delas possa fazer uso, quando existentes.

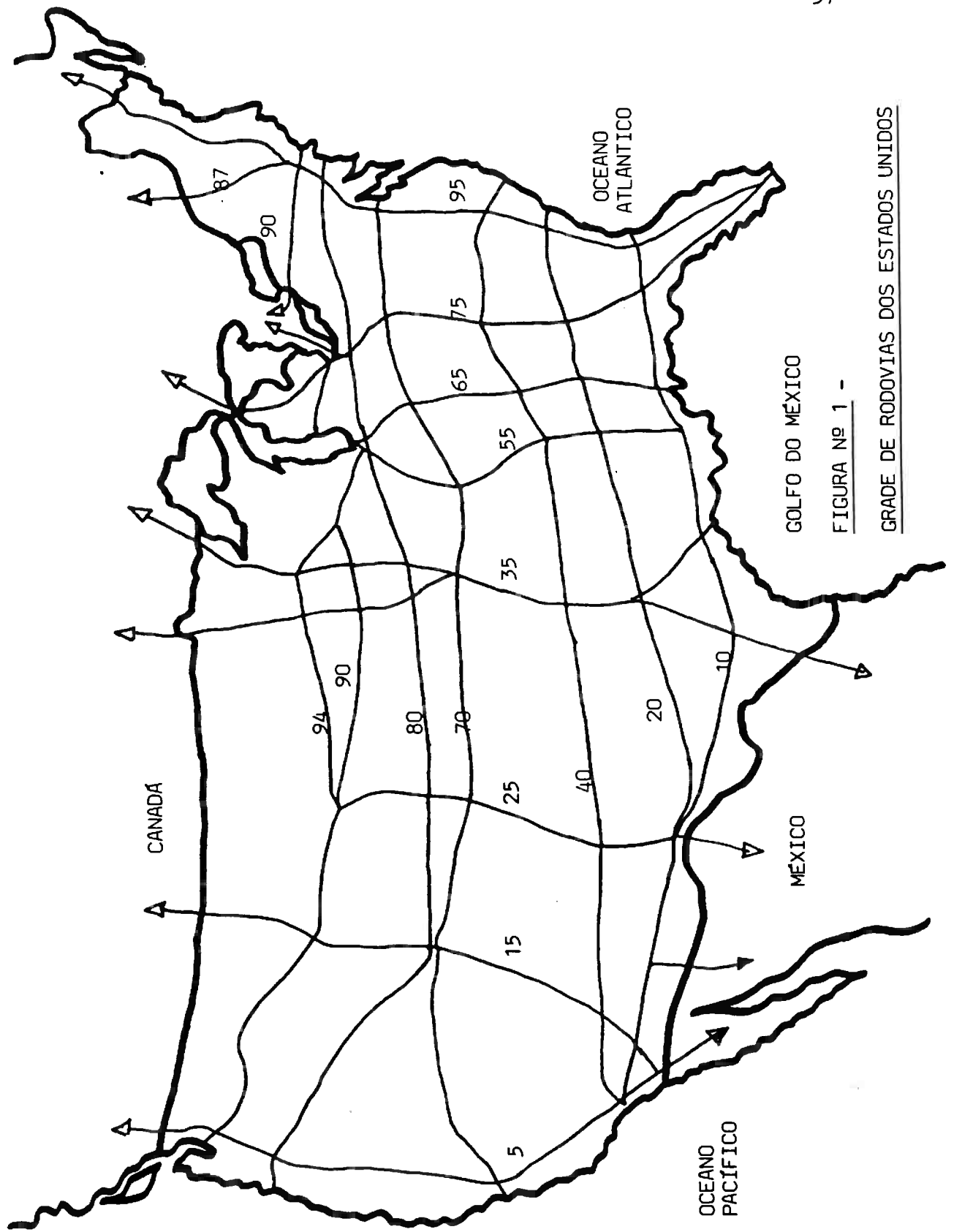


FIGURA Nº 1 -

GRADE DE RODOVIAS DOS ESTADOS UNIDOS

2.9. O TRANSPORTE INTERMODAL

O terceiro objetivo do planejamento da rede continental refere-se à combinação dos vários modos de transportes na implementação da grade de ligações entre os diversos portos. Já em 1942, TRAVASSOS defendia o transporte intermodal, através da utilização racional dos meios de transportes em função da minimização dos custos. Dessa forma a grade proposta articula as hidrovias, quando existentes, que oferecem o menor custo unitário por tonelada-quilômetro, com as ferrovias, para a estruturação das grandes linhas troncais norte-sul e leste-oeste.

O subsistema rodoviário é proposto como alimentador daquelas grandes linhas, mas ao mesmo tempo deve estender suas próprias linhas troncais, também norte-sul e leste-oeste, porto a porto, para atender cargas quer de menor volume, quer de maior valor, ou ainda, aquelas que exigem maior rapidez de entrega.

Já o subsistema aeroviário tende a cobrir o continente, atendendo cargas específicas, geralmente articulado com a rede rodoviária.

Os subsistemas dutoviário e de navegação de cabotagem, quando existentes, também cumprem papéis específicos. No caso brasileiro, a navegação de cabotagem tem uma tradição histórica, hoje interrompida, de integração natural com a navegação pelo rio Amazonas e sua bacia.

2.10. A ESCOLHA DO MELHOR TRAÇADO

O quarto objetivo do planejamento da rede de transportes é o de orientar a melhor escolha dos traçados. A definição de um traçado recai sobre "a linha física de menor resistência", estabelecendo um princípio de natureza tecnológica, econômica e militar. Por esse princípio, as linhas da grade podem não ser exatamente horizontais e verticais, uma vez que os traçados sofrem forte influência dos obstáculos físicos que, geralmente, devem ser contornados. Outras vezes, como no caso dos Andes, dos Alpes e das Montanhas Rochosas, o caminho a seguir será determinado pelos "pasos", onde existirem. A natureza também pode ajudar a definir o modo de transporte mais adequado: os grandes rios navegáveis, Amazonas, Mississipi, Missouri, Prata, Paraná e Uruguai, são hidrovias já prontas oferecendo o menor custo unitário. O rio Amazonas mereceu uma análise mais aprofundada de TRAVASSOS, que o considera como a verdadeira via articuladora dos transportes não só da região norte do país, como também dos países limitados pelo Pacífico. Para o autor, o rio em questão é não só a linha de menor resistência na região, como também uma extensão do Oceano Atlântico colocando o interior de sua bacia e a Bolívia, Perú, Equador e Colômbia nas vizinhanças da Europa.

2.11. A GEOPOLÍTICA DOS TRANSPORTES

Os conceitos apresentados nos sub-itens 1.7, 1.8, 1.9 e 1.10 fazem parte de uma disciplina, a Geopolítica dos Transportes, especializada na análise das redes, preocupada com as conexões, internas e externas, e seu papel na ocupação política, econômica e militar dos espaços. A Geopolítica dos Transportes interessa tanto aos estrategistas militares quanto aos acadêmicos em geral, razão pela qual sua importância transcende aos muros castrenses e interessa ao conjunto da sociedade. Esse é o espírito das contribuições dos autores citados, aos quais devem ser acrescentados outros importantes estudiosos da matéria, como Nelson Werneck SODRÉ (1965).

Mudando a abordagem, é conveniente detectar como o agente produtivo reage à configuração do sistema de transporte e à implantação de alternativas de uma determinada rede. A Teoria de Localização da Indústria, examinada no capítulo a seguir, analisa o comportamento da unidade de produção, extrativo-industrial ou agropecuária, face a existência de meios de transporte.

3. A TEORIA DA LOCALIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

3.1. O PROBLEMA DA LOCALIZAÇÃO

A Revolução Industrial marcou uma nova era nas relações econômicas e sociais da humanidade. O novo sistema implica na existência de mercados externos e internos, entre os quais circulam grandes quantidades de mercadorias, produzidas por unidades industriais e agrícolas estrategicamente posicionadas. Ruy LEME (1965) define o problema da localização das unidades produtivas da forma seguinte:

- onde produzir? junto à fonte de matéria-prima ou junto ao mercado consumidor?

Esse problema é estudado pela Teoria da Localização, que se enquadra em diversos campos: Administração da Produção, Economia, Sociologia, Geografia, etc. Ruy LEME investigou uma gama de autores, citados a seguir, detectando diversas metodologias para a determinação da Localização da Indústria, designada "L" doravante.

3.2. O MODELO DE ALFRED WEBER

Alfred WEBER define "L" utilizando as seguintes variáveis significativas:

- a) **Variável Mercado:** Diferentes mercados para o produto acabado, definidos regionalmente, com demandas e preços diferentes em função de "L". O produto da somatória S dos diferentes lotes de produtos acabados ("batch") vendidos nos diferentes mercados, pelo preço de equilíbrio mercado alvo será chamado $M(L)$.
- b) **Variável Capacidade de Produção:** A capacidade de produção necessária para suprir $M(L)$, será chamada de C.
- c) **Variável Quantidade de Matérias Primas:** O sistema exige diferentes quantidades de diferentes matérias-primas, obtidas em diferentes fontes, a custos diferentes, em função de "L". O produto da somatória S das quantidades de matérias-primas por seus respectivos custos será chamado $Q(L)$.
- d) O custo unitário de transformação das matérias-primas em produto acabado é função de "L" e de "C" (o que o fará menor dependendo da escala). O custo unitário será chamado k.
- e) **Variável Transporte:** Os custos de transportes também dependem de L e serão chamados $T(L)$.

Consideradas todas as interdependências citadas, Alfred WEBER formula a questão da localização da indústria como sendo o problema da determinação de "L", que maximize o lucro, dado por:

$$\text{LUCRO} = M(L) - Q(L) - C_k(L) - T(L).$$

Ruy LEME sugere uma hipótese simplificadora para a formulação de Alfred WEBER:

- as variáveis M, Q, e C_k passam a ser consideradas independentes de "L" e representadas por uma constante K.

Com tal hipótese simplificada a expressão do lucro passa a ser:

$$\text{LUCRO} = K - T(L),$$

onde "L" somente influencia os custos de transportes, não alterando os custos ou a receita da indústria. Nesse caso, a busca de lucro máximo corresponde a "L" onde $T(L)$ seja mínimo. Essa localização é chamada de **LOT - Localização Orientada pelo Transporte.**

É possível uma solução mecânica para a LOT (modelo de VARIGNON), se forem considerados mais dois pressupostos:

- transporte em linha reta
- fretes proporcionais ao produto da distância pela massa transportada, a preços fixos para todos os tipos de matérias-primas e para os produtos acabados.

Nesse caso, colocando-se na horizontal um mapa, onde estejam distribuídas as diversas fontes de matérias-primas e os diversos mercados, devidamente furado em cada uma dessas localidades. Passando em cada furo um fio, prendendo nas extremidades inferiores dos fios pesos proporcionais aos pesos a serem transportados por unidade do produto, unindo as pontas superiores desses fios, e supondo inexistência de atrito na passagem dos fios pelos orifícios, a posição de equilíbrio das extremidades superiores unidas dos fios indica a posição ótima para a indústria.

3.3. OS MODELOS DE RUY LEME

Ruy LEME refere-se à situação em que os vários mercados e fontes de insumos se encontram ao longo de uma via de transporte. Nesse caso, convencionam-se:

x = distância da localidade i em relação a um ponto zero da estrada;

L = distância do ponto de localização da indústria em relação ao ponto zero;

F = pesos a transportar entre i e L ;

y = tarifa por tonelada-quilômetro (Cr\$/t.km).

A localização ideal para a indústria é obtida com a determinação de " L " que torne mínima a somatória de custos de transportes $Fy(x - L)$ (VIDE FIGURA nº 2, no final deste sub-item 3.3.).

Como exemplo, supõe-se uma fábrica que utilize para cada tonelada de produto acabado: 1,3t de insumo obtido em A (km 10 de uma ferrovia); 1,7t de insumo obtido em B (km 50); 0,7t de insumo obtido em C (km 60); e que envie o produto acabado: 40% para D (km 65), 30% para E (km 72) e 30% para H (km 80); sendo as tarifas por tonelada-quilômetro iguais a Cr\$ 1,00 t.km, para as matérias-primas e Cr\$ 3,70 t.km para o produto final. Nesse caso, a Tabela 1, a seguir, indica os seguintes custos de transportes (Cr\$/t.) para cada alternativa de localização da indústria (sítios A, B, C, D, E, e H).

| TABELA 1 - CUSTOS DE TRANSPORTES PARA ALTERNATIVAS DE L em Cr\$/t. | | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|
| ORIGEM/ | A | B | C | D | E | H |
| DESTINO : | 1,3t x 10km | 1,7t x 50km | 0,7t x 60km | 40% x 65km | 30% x 72km | 30% x 80km |
| A | 0,00 | 52,00 | 65,00 | 71,50 | 80,60 | 91,00 |
| B | 68,00 | 0,00 | 17,00 | 25,50 | 37,40 | 51,00 |
| C | 35,00 | 7,00 | 0,00 | 3,50 | 8,40 | 14,00 |
| D | 81,40 | 22,20 | 7,40 | 0,00 | 10,36 | 22,20 |
| E | 68,82 | 24,42 | 13,32 | 7,77 | 0,00 | 8,88 |
| H | 77,70 | 33,30 | 22,20 | 16,65 | 8,88 | 0,00 |
| Total | 330,92 | 138,92 | 124,92 | 124,92 | 145,64 | 187,08 |

Nesse caso a localização ideal situa-se entre C e D, que correspondem aos mínimos custos de transportes para uma tonelada de produto acabado estando embutidos os custos iniciais das matérias-primas. No exemplo, tais custos corresponde a Cr\$ 124,92/tonelada.

Uma outra situação refere-se ao transporte vinculado a uma árvore, ou grafo, formada por arestas (as vias de transporte) e vértices (as fontes de matérias primas e os mercados consumidores). (VIDE FIGURA nº 3, ao final deste sub-item 3.3.).

Analogamente ao caso anterior, a LOT coincide com o vértice onde a implantação da indústria representará a menor carga de custos de transportes. A identificação do vértice de menor carga de custos de transportes também poderá ser obtida através de matriz de custos utilizada no modelo anterior.

Os modelos de localização da indústria orientada pelo transporte (LOT) apresentados simplificam a incidência dos custos de transporte, assumindo que tais custos correspondem ao produto da distância de deslocamento pelo peso transportado.

Ressalte-se que a expressão "custos", neste caso, se refere ao preço do transporte cobrado pelo transportador. Ou seja, o preço é um custo para a indústria que se utiliza dos transportes para a movimentação das matérias-primas e de seus produtos. Já para o operador dos transportes, entre o custo e o preço de seus serviços, existe uma diferença que pode ser lucro, prejuízo, subsídio público, subsídio privado ou otimização de viagem de retorno.

O custo de operação do transporte pode ser expresso por uma função linear: $C = a + bd$,

onde:

- "C" é o custo por unidade do peso a transportar;
- "a" corresponde às despesas de embarque e desembarque, despesas que independem da distância a ser percorrida e variam de acordo com o tipo de material;
- "b" corresponde ao acréscimo de custo por unidade de peso quando há um acréscimo de uma unidade na distância;
- "d" corresponde à distância de deslocamento.

Ruy LEME observa que "a" e "b", em geral, variam inversamente. A aplicação da função linear "C" aos custos dos transportes rodoviários e ferroviários resulta nas retas "R" e "F", representadas na FIGURA nº 4 (ao final deste sub-item 3.3.), onde "deq" é a distância de equilíbrio, tal que os custos de ambos os modos de transporte são iguais.

Para o autor, o gráfico evidencia que "a posição competitiva de cada tipo de transporte com relação aos demais varia com a distância".

Concluindo, Ruy LEME considera diferentes casos de atração da localização da indústria pelas matérias-primas ou pelos mercados.

Em primeiro lugar, é admitida a hipótese de que a indústria sirva a um só mercado e que o fator transporte é o único determinante de "L".

Utilizando o "índice de material de Weber":

$$I = (M - U) / (M - P)$$

onde:

M = soma dos pesos de todas as matérias-primas;

U = peso das ubiqüidades;

P = perda de peso no processamento.

Se $U > P$, $I < 1$, a indústria é atraída pelo mercado, o que ocorrerá quanto maior for o peso das ubiqüidades, menor o peso perdido na fabricação e maior o número de matérias-primas.

Se $U < P, I > 1$, a indústria poderá ou não ser atraída pelo mercado. Se I calculado com o peso de uma das matérias-primas, isoladamente, no numerador, for superior à unidade, a indústria será atraída pela localização dessa matéria-prima. É o que ocorre, com freqüência, na indústria extrativa.

Em segundo lugar, adotando-se que o custo do transporte do produto acabado é maior do que o custo de transporte das matérias-primas, verifica-se que a atração do mercado, quando único, é muito grande.

Em terceiro lugar, adota-se que a indústria supre várias praças e que as fontes de matérias-primas se localizam fora da região dos mercados. Nesse caso, continuam a valer as conclusões relativas ao mercado único, igual à soma dos vários mercados da região.

Em quarto lugar, admite-se que a indústria abastece vários mercados e que as fontes de matéria-prima estão localizadas dentro da região dos mercados. Nesse caso, quanto mais central for a localização das matérias-primas mais atração ela exercerá sobre a indústria.

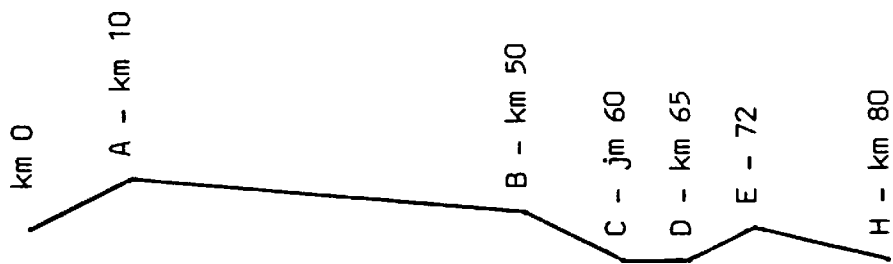


FIGURA Nº 2 -

LOCALIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

DEPENDENTE DE UMA VIA DE TRANSPORTE

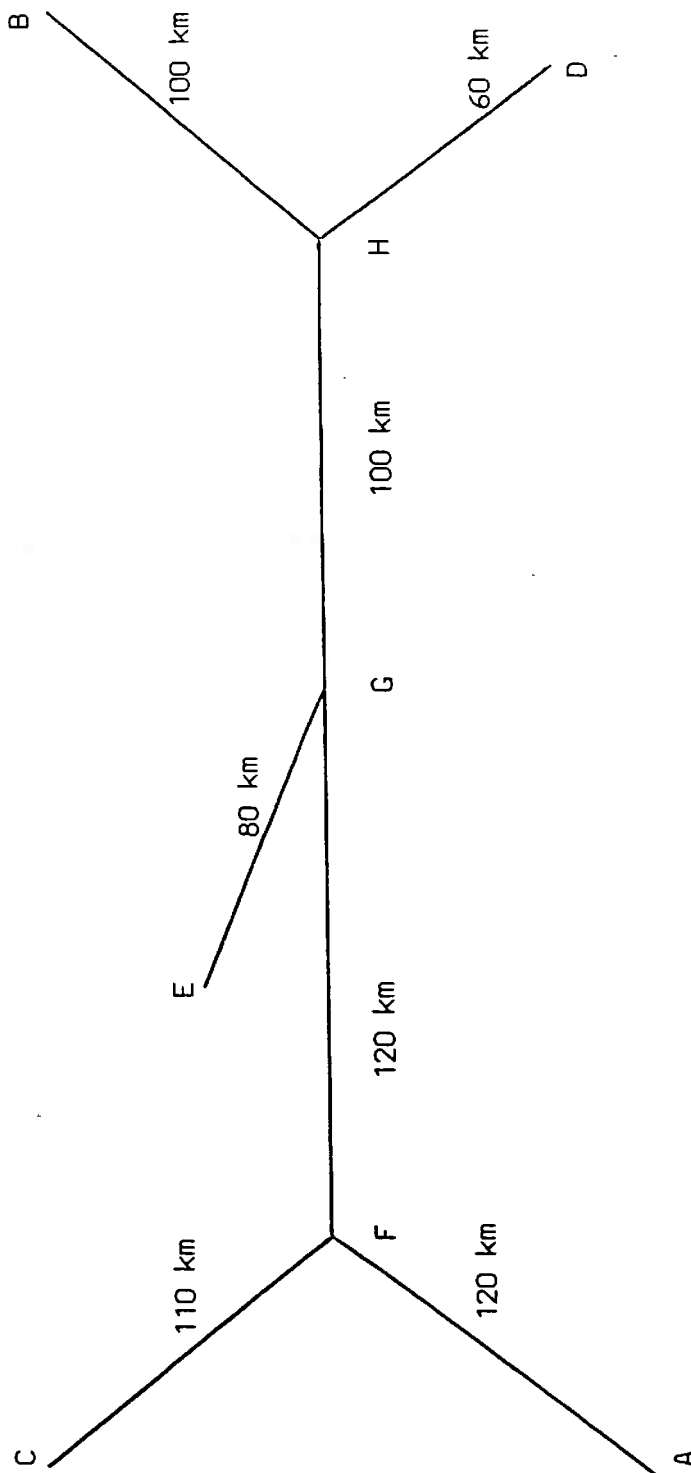


FIGURA Nº 3

MODELO DE LOCALIZAÇÃO DA INDÚSTRIA VINCULADO A

UM GRAFO (RUY LEME)

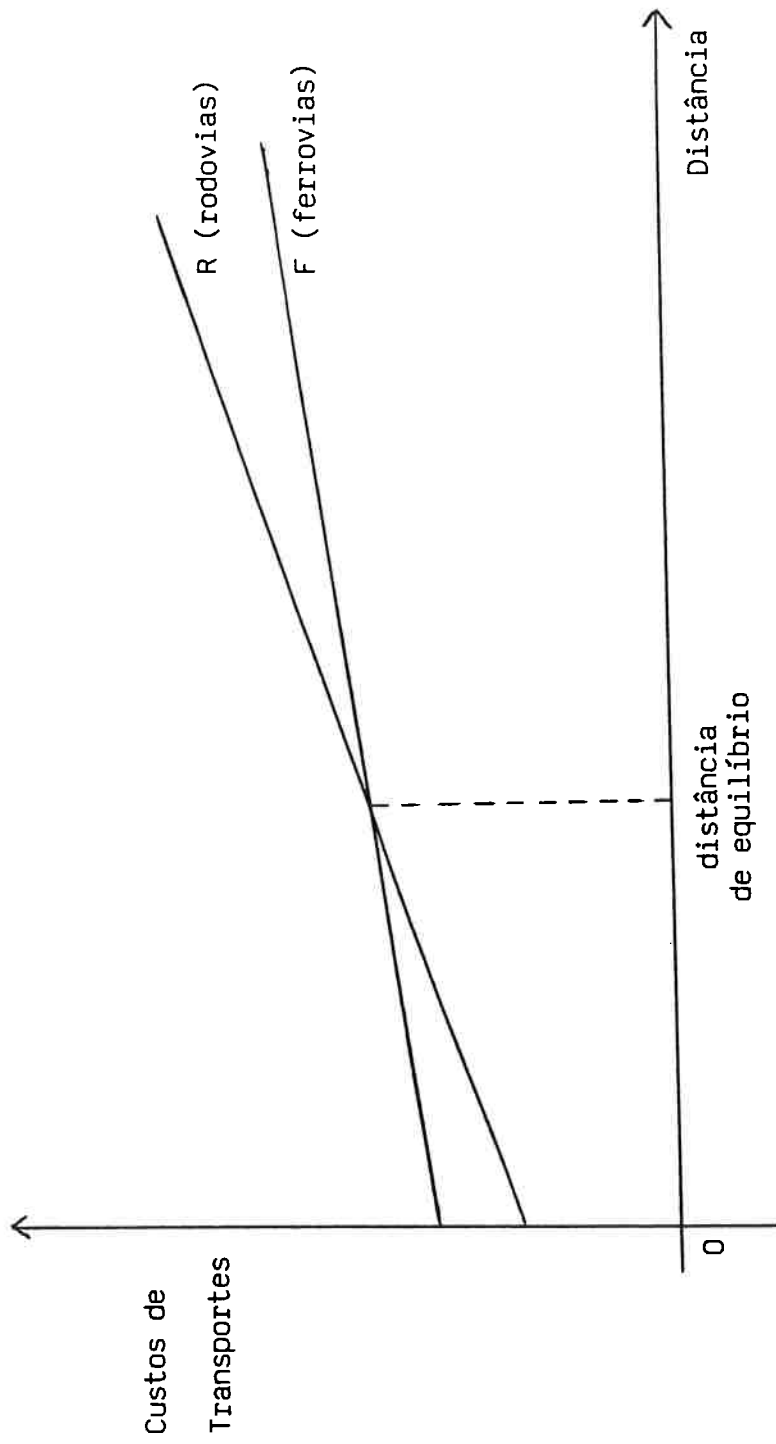


FIGURA Nº 4

CUSTOS DE OPERAÇÃO DOS MODOS DE TRANSPORTES

(RUY LEME)

3.4. OS MERCADOS E AS REDES DE TRANSPORTES

A partir dos modelos de Localização da Indústria, ROY LEME sistematiza as seguintes relações entre os mercados e a rede de transportes:

- a) Por influência do fator de transporte, as indústrias que são atraídas pelo mercado, servem a apenas um mercado;
- b) Também por influência do fator transporte, quando esse custo é relevante, a indústria tende a se atomizar, distribuindo-se pelos mercados atendidos;
- c) Simultaneamente, em sentido inverso, existe uma tendência de concentração da produção em instalações industriais maiores, servindo a diversos mercados, com o objetivo de reduzir o custo unitário de transformação, redução chamada de economia de escala;
- d) Cada empresa define as dimensões geográficas mínima e máxima de seu mercado (modelo de LÖSCH), dentro dos limites de sua escala de produção onde o resultado é lucrativo, e alcançando pontos de venda a distâncias tais que representem acréscimos de custos de transportes que não interfiram na competitividade do preço do produto.

e) Finalmente, existem fatores desaglomerativos que devem ser considerados na localização das unidades produtivas, em especial das unidades agrícolas. Entre os economistas clássicos, David RICARDO, e depois Karl MARX, chamaram de Renda da Terra o principal fator desaglomerativo abordado posteriormente por THÜNEN.

A renda de cada unidade de área da zona rural dependerá da distância " d " do centro urbano e também do produto " i " nela cultivado.

O proprietário da terra escolherá sempre cultivar um certo produto " i " que proporcione renda da terra $R(i)$ máxima. Se o produto escolhido é o de maior renda para a distância " d " do centro urbano, em consequência toda a circunferência com raio " d " também gera " R " máximo.

A acomodação dos diversos produtos em diferentes distâncias do centro urbano se dará em faixas de cultivo com distância média " d " do centro urbano e não exatamente circunferências. Daí a existência de anéis ou cinturões de produtos " i " com " R " máximo.

Fixadas as determinantes históricas e geopolíticas do desenvolvimento das redes, e as reações das unidades produtivas quanto à sua localização, é necessário o estabelecimento de padrões de mensuração que possibilitem uma análise objetiva do seu desempenho, apontem estrangulamentos dos sistemas, e sirvam de base para

propostas de alternativas. Com esse objetivo o Capítulo 4, a seguir, revisa uma série de aportes conceituais importantes de pesquisadores das áreas de Geografia e Engenharia, também voltados para o estudo do desenvolvimento das redes de transportes e de como elas se organizam na ocupação dos espaços.

4. A GEOGRAFIA DOS TRANSPORTES

4.1. O DESENVOLVIMENTO DAS REDES DE TRANSPORTES

O desenvolvimento das grandes redes de transporte não ocorreu simultaneamente em todos os continentes. Primeiro as redes se estenderam pela Europa, depois pelos Estados Unidos, em seguida cobriram a Austrália. As demais regiões do globo ainda buscam a forma final de suas redes, à medida em que se consolida o processo de descolonização e de amadurecimento das estruturas capitalistas, processo que Cardoso de MELLO (1984) chama de "industrialização retardatária". Enquanto os países europeus já estruturavam sistemas produtivos modernos, industrializados, ligados entre si e com seus mercados através de amplas redes de transportes (hidroviária, ferroviária, rodoviária), as demais regiões do planeta vegetavam economicamente sob o peso das obrigações coloniais.

Restringindo-se ao caso brasileiro, muitos autores pesquisaram as formas de ocupação de sua continentalidade. O quadro a seguir apresenta uma retrospectiva dessa evolução, explicitando as correspondências entre as várias fases da economia brasileira e os estágios do desenvolvimento das redes de transporte:

| TIPOS DE ECONOMIA (modos de produzir) | ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO DOS TRANSPORTES NO BRASIL |
|---|--|
| 1) economias autárquicas sistema tribal, sistema dos quilombos e a produção de subsistência em pequenas unidades isoladas. | Inexistência de redes de transporte de mercadorias. Trocas não sistemáticas de produtos. Contatos entre os grupos através de trilhas na floresta e navegação fluvial |
| 2) economia de escambo - ciclo do Pau-Brasil 1500 a 1532 - Exploração da faixa litorânea desde o Ceará até o Rio de Janeiro; trocas de madeira por quinquilharias entre portugueses, franceses e indígenas. | Início da navegação marítima sistemática, entre Europa e Brasil. Transporte da madeira até a costa, através de trilhas e rios. |
| 3) economia colonial - ciclo da Cana-de-Açúcar 1532 a 1674-utilização de mão-de-obra escrava, investimentos de capitais holandeses; inexistência de mercados internos; impedimento de manufaturas locais. | Intensificação do transporte marítimo; importação de escravos e produtos manufaturados ingleses; exportação de açúcar; impedimento de livre comércio exterior, introdução da tração animal no transporte entre engenhos e portos. |
| 4) economia colonial - conquista do território interior 1504 a 1750 - penetração e conquista do Rio Amazonas; ocupação do interior nordestino com criação de gado para abastecimento dos engenhos; entradas e bandeiras em busca de ouro, pedras preciosas e captura de indígenas; disputas em torno da Colônia de Sacramento, atual Uruguai, e dos Sete Povos das Missões, atual Rio Grande do Sul. | Desbravamento de rotas de penetração, terrestres e fluviais, rompendo a civilização litorânea do Pau-Brasil e da Cana-de-Açúcar. |
| 5) economia colonial - ciclo do Tropeirismo 1750 a 1808 - Consolidação da extração de ouro em Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso, da criação de mares no Rio Grande do Sul, das feiras de mares de Sorocaba e outras cidades do Estado de São Paulo. | Consolidação de rotas regulares de mares do sul às feiras de Sorocaba e outras cidades; das feiras aos centros de extração de ouro de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso; das minas transportando ouro aos portos. |
| 6) economia mercantil-escravista 1808 a 1888-Fim do estatuto colonial e formação do estado nacional (reino e império); avanço da cultura do café, financiada pelo capital nacional, formado nas atividades portuárias; introdução do trabalho assalariado; início da industrialização e do beneficiamento industrial do café. | Navegação marítima e fluvial a vapor; surgimento das primeiras ferrovias e estradas para carruagens; falta de estradas dificulta a operação do Exército Brasileiro visando retomar o Mato Grosso, ocupado pelo Paraguai; configuração das redes de transporte interior voltadas para a exportação. |
| 7) economia capitalista a partir de 1888 - consolidação do trabalho assalariado, da industrialização, dos núcleos urbanos e do mercado interno. | Apogeu e decadência das redes de transportes ferroviário e hidroviário; hegemonia do transporte rodoviário e aéreo; insuficiência da rede dutoviária. |

Autores: BONADID (1989), Amad COSTA & MELLO (1990),
 PRAIO Júnior (1973), MATOS, e CEPAL (1972).

Análise semelhante foi desenvolvida por TAAFFE, MORRILL & GOULD (1963) em estudo clássico sobre a expansão das redes de transportes de Gana e Nigéria, detectando quatro fases importantes na seqüência do desenvolvimento das redes de transporte, colocadas no quadro a seguir em analogia com os tipos de economia brasileira do quadro anterior.

| MODELO DE TAAFFE, MORRILL & GOULD GANA E NIGÉRIA | ANALOGIA COM OS TIPOS DE ECONOMIA BRASIL |
|---|---|
| 1ª. Fase Surgimento de pequenos portos e vilas de comerciantes espalhadas ao longo da costa. | Tipo 2 - economia de escambo - ciclo do Pau-Brasil. |
| 2ª. Fase Emergência de linhas de penetração da costa ao interior do território com motivos: controle político-administrativo, controle militar, exploração de áreas com reservas minerais (ferrovias), exploração de áreas com potencial agrícola. Concentração da exportação através de poucos portos e declínio de grande parte dos pequenos portos da Fase 1. | Tipos 3 e 4 - economia colonial - ciclo da Cana-de-Açúcar e conquista do território interior. |
| 3ª. Fase aparecimento de vias alimentadoras e vias de interconexão entre as linhas de penetração. | Tipo 5 - economia colonial - ciclo do tropeirismo Tipo 6 - economia mercantil - escravista |
| 4ª. Fase ocorrência de vias preferenciais troncais e preponderância da rodovia sobre a ferrovia e a hidrovia. | Tipo 7 - economia capitalista |

Na seqüência, para dar mais ênfase à quarta fase do seu modelo, os autores definem seis estágios do

desenvolvimento das redes de transportes, onde as duas primeiras fases correspondem aos dois primeiros estágios:

1º estágio: surgimento de pequenos portos espalhados ao longo da costa.

2º estágio: emergência de linhas de penetração ao interior, a partir de alguns portos e decadência dos demais.

3º estágio: aparecimento de vias alimentadoras das linhas de penetração.

4º estágio: início de interconexões entre linhas de penetração.

5º estágio: consolidação de interconexões múltiplas entre os nós das linhas de penetração.

6º estágio: emergência de linhas troncais de alta capacidade ligando o interior ao litoral, independentes das linhas de penetração.

TAAFFE, MORRILL & GOULD definem que, nos estágios superiores do modelo, são seis os fatores determinantes da densidade da rede de transportes:

- população;
- área;
- obstáculos ambientais;
- nível de concorrência entre vias e modos de transporte;
- distribuição populacional; e
- nível de atividades comerciais.

Os autores avaliaram que os dois primeiros fatores, naqueles pontos (países Gana e Nigéria), à data dos estudos e pesquisas (1960) "at a given point in time" eram responsáveis por, aproximadamente, 75% da distribuição espacial interna da extensão da rede rodoviária. Calculando a correlação entre as populações, as áreas e as redes observadas nos dois países, os autores generalizam uma fórmula sintética de proporcionalidade, obtendo uma discreta aproximação do cálculo da extensão da rede, qualquer que seja a unidade com que se trabalhe:

**EXTENSÃO (km) = Raiz Quadrada do Produto da área em km²
pela quantidade de habitantes expressos em
milhares.**

A fórmula sintética aplicada aos mesmos países, Gana e Nigéria, (aos tempos de hoje), conjuntamente com o grupo dos sete países mais desenvolvidos, considerando-se os dados mais recentes, forneceu os resultados da Tabela 2, a seguir:

| TABELA 2 - PAÍSES RICOS, GANA E NIGÉRIA | | | | | | |
|---|---------------|----------------------|-----------------|----------------|-------|---|
| PAÍSES | :HABITANTES : | ÁREA | :QUILOMETRAGEM: | QUILOMETRAGEM: | I | |
| : | : | : (km ²) | :ESTIMADA | :REAL | : | : |
| ALEMANHA | : 79.112.800: | 356.957 | : 168.047 : | 220.853 | : 1,3 | |
| CANADÁ | : 26.584.000: | 9.970.610 | : 514.838 : | 884.249 | : 1,7 | |
| ESTADOS UNIDOS | :250.858.000: | 9.372.614 | : 1.553.360 : | 6.243.340 | : 4,1 | |
| FRANÇA | : 56.160.000: | 543.965 | : 174.782 : | 804.940 | : 4,6 | |
| GRÃ-BRETANHA | : 57.236.200: | 258.256 | : 121.579 : | 356.197 | : 2,9 | |
| ITÁLIA | : 57.576.429: | 301.279 | : 131.706 : | 301.846 | : 2,3 | |
| JAPÃO | :123.611.541: | 377.748 | : 216.087 : | 1.109.981 | : 5,1 | |
| GANHA | : 14.566.000: | 238.537 | : 58.945 : | 28.300 | : 0,5 | |
| NIGÉRIA | :115.973.000: | 923.768 | : 327.310 : | 124.000 | : 0,4 | |

FONTE (Habitantes, área e quilometragem real):
 Enciclopédia - Almanaque ABRIL - 1992.

A última coluna à direita do quadro registra um índice, neste trabalho identificado por "I", que mede a relação entre a extensão real da rede rodoviária de cada país e a rede estimada calculada via equação generalizada, acima apresentada. O índice "I" objetiva a criação de um instrumento de comparação para a relação física entre redes, utilizando a equação de previsão estimada da extensão proposta por TAAFFE, MORRIL & GOULD, embora suas pesquisas tenham sido realizadas em países em processo de desenvolvimento.

No quadro apresentado, o índice "I" para os dois países africanos (calculado com a população atual) registra

valores menores que a unidade e para os países chamados ricos registra valores maiores que a unidade, expressando que as nações desenvolvidas possuem uma extensão rodoviária maior que a estimada como mínimo desejável.

A mesma aplicação (índice "I") é efetuada nas Tabelas 3 e 4, a seguir, para os países americanos (menos Canadá e Estados Unidos, já incluídos no quadro anterior) e as ilhas adjacentes. As pequenas ilhas, voltadas para o turismo, tendem a apresentar um índice "I" elevado, resultante da boa oferta de rodovias frente a uma população fixa diminuta.

| TABELA 3 - ILHAS AMERICANAS | | | | | |
|--|------------|-----------------|----------|----------|-----|
| PAÍS | POPULAÇÃO | ÁREA | EXTENSÃO | EXTENSÃO | I |
| | | km ² | ESTIMADA | REAL | |
| ANTIGUA | 78.241 | 442 | 185 | 965 | 5,2 |
| BAHAMAS | 222.000 | 13.939 | 1.759 | 2.334 | 1,3 |
| BARBADOS | 246.082 | 430 | 325 | 1.642 | 5,1 |
| DOMINICA | 74.069 | 751 | 235 | 752 | 3,2 |
| GRANADA | 113.000 | 344 | 197 | 980 | 5,0 |
| SANTA LUCIA | 126.000 | 616 | 278 | 800 | 2,9 |
| SÃO CRISTOVÃO | 44.404 | 262 | 107 | 198 | 1,9 |
| SÃO VICENTE | 127.883 | 389 | 223 | 1.010 | 4,5 |
| CUBA | 9.884.000 | 110.860 | 33.101 | 34.000 | 1,0 |
| HAITI | 5.053.792 | 27.750 | 11.842 | 4.000 | 0,3 |
| JAMAICA | 2.095.878 | 10.991 | 4.799 | 16.425 | 3,4 |
| REP. DOMINICAN | 6.102.000 | 48.422 | 17.189 | 12.297 | 0,7 |
| TRINID TOBAGO | 1.149.000 | 5.128 | 2.427 | 7.080 | 2,9 |
| TOTAL | 25.316.349 | 220.324 | 72.667 | 82.483 | 1,1 |
| FONTE (Habitantes, área e quilometragem real): Enciclopédia - Almanaque ABRIL - 1992. | | | | | |

| TABELA 4 - PAÍSES AMERICANOS | | | | | |
|--|-------------|-----------------|-----------|-----------|-----|
| PAÍS | POPULAÇÃO | ÁREA | EXTENSÃO | EXTENSÃO | I |
| | | km ² | ESTIMADA | REAL | |
| ARGENTINA | 30.097.000 | 2.766.889 | 288.574 | 220.093 | 0,8 |
| BELIZE | 157.700 | 22.965 | 1.903 | 1.600 | 0,8 |
| BOLÍVIA | 6.082.000 | 1.098.581 | 81.740 | 40.969 | 0,5 |
| BRASIL | 141.302.000 | 8.511.965 | 1.096.703 | 1.409.417 | 1,3 |
| CHILE | 11.878.419 | 756.626 | 94.802 | 79.583 | 0,8 |
| COLOMBIA | 27.190.000 | 1.138.914 | 175.974 | 74.735 | 0,4 |
| COSTA RICA | 2.460.226 | 51.100 | 11.212 | 28.903 | 2,6 |
| EL SALVADOR | 4.724.154 | 21.393 | 10.053 | 16.107 | 1,6 |
| EQUADOR | 8.251.000 | 270.670 | 47.257 | 35.662 | 0,8 |
| GUATEMALA | 8.161.403 | 108.889 | 29.810 | 17.315 | 0,6 |
| GUIANA | 758.619 | 214.969 | 12.770 | 4.830 | 0,4 |
| HONDURAS | 4.092.000 | 112.088 | 21.416 | 9.042 | 0,4 |
| MÉXICO | 73.011.000 | 1.096.691 | 282.967 | 214.073 | 0,8 |
| NICARAGUA | 2.823.979 | 120.254 | 18.428 | 24.748 | 1,3 |
| PANAMÁ | 2.134.000 | 77.082 | 12.825 | 8.612 | 0,7 |
| PARAGUAI | 3.472.000 | 406.752 | 37.579 | 1.130 | 0,0 |
| PERÚ | 18.707.000 | 1.285.216 | 155.056 | 56.940 | 0,4 |
| SURINAME | 364.000 | 163.265 | 7.708 | 2.500 | 0,3 |
| URUGUAI | 2.947.000 | 176.215 | 22.788 | 49.813 | 2,2 |
| VENEZUELA | 16.857.000 | 912.050 | 123.993 | 62.449 | 0,5 |
| TOTAL | 365.470.500 | 19.312.574 | 2.533.558 | 2.358.521 | 0,9 |
| FONTE (Habitantes, área e quilometragem real): Enciclopédia - Almanaque ABRIL - 1992. | | | | | |

TAAFFE, MORRILL & GOULD, embora estabelecendo fases e estágios genéricos, além de uma fórmula de estimação de extensão mínima desejável, para o estudo das redes de transportes, trabalharam na linha de C.H. COOLEY (1984), que considera necessária para se compreender os meios de transporte a análise de:

- sua história;
- o momento histórico;
- as condições sociais;
- as forças sociais e
- as relações entre as forças sociais.

PATERSON (1975), analisando as conclusões de TAAPFE, MORRIL & GOULD, associa a evolução da rede de transportes em cada país, a três fatores:

- 1) densidade demográfica
- 2) volume de circulação, que depende do nível de vida
- 3) volume do capital disponível.

Uma análise de rede de transporte, em um determinado país, não se esgota na avaliação dos estágios de seu desenvolvimento e da mensuração de sua extensão.

A análise pode assumir diferentes caminhos, sob distintos enfoques. Entre eles, F.HAGGET, citado pela The Geographical Review, criou um "sistema de integração regional" onde considera:

- os movimentos entre origens e destinos;
- a malha de circulação;
- os nós da malha;
- as hierarquias da rede (graus de importância entre os nós e rotas), e;
- as áreas de influência dos nós, rotas e redes.

Já M. E. Eliot HURST estabelece uma "abordagem funcional" para o estudo dos transportes, desagregando os componentes da circulação em:

Quantidade de rotas em milhas, número de veículos,
etc;

Rede - estrutura geométrica do sistema;

Fluxos - movimentos que ocorrem e sua intensidade;

Modos - tipos ou tecnologias adotadas no sistema;

Relações - dos subsistemas entre si (concorrentes ou complementares) e com o desenvolvimento sócioeconômico de cada região.

Algumas dessas categorias citadas pelos dois últimos autores foram abordadas direta ou indiretamente: a malha de circulação é a grade vista pelos geopolíticos; a quantidade de rotas em milhas é a extensão. Os autores, entretanto, sugerem dois importantes enfoques: a análise dos fluxos e o estudo das áreas de influência, que serão abordados a seguir.

4.2. A ANÁLISE DE FLUXOS

Um conjunto de rotas viárias, integradas num sistema que interliga centros econômicos (vértices), em um dado espaço, serve de meio de intercâmbio de estoques físicos (mercadorias, veículos, pessoas). O intercâmbio de estoques físicos entre os vértices ocorre em movimentos permanentes, os fluxos, os transportes propriamente ditos. Fluxo significa, portanto, a medida do volume e a direção do movimento de mercadorias e pessoas, através de rotas viárias.

O estudo do fluxo entre dois pontos pode considerar fatores como população, distância, custo, e outros.

R. E. ALCALY (1960) formula um modelo gravitacional onde relaciona o fluxo de passageiros com as populações do centro de origem e do centro de destino, através da fórmula:

$$V_{ij} = k \frac{P_i^a P_j^b}{D_{ij}^c}$$

Onde:

V_{ij} - volume de trabalho de transporte entre as cidades i e j

P_i - população da cidade i

P_j - população da cidade j

D_{ij} - distância entre as cidades i e j

k, a, b, c - parâmetros

ALCALY aplicou o modelo gravitacional, estimando os parâmetros, aos fluxos de transporte entre as principais cidades do Estado da Califórnia, diferenciando os modos de transporte (aéreo, ferroviário, rodoviário por ônibus e automobilístico).

H. L. GAUTHIER (1960) desenvolveu estudo sobre fluxos de menor custo em uma rede rodoviária. Elegendo o Estado de São Paulo, como um exemplo, GAUTHIER identificou uma opção de planejamento governamental de estímulo ao desenvolvimento econômico puxado pela oferta de transportes rodoviários, através da rede estadual.

Os principais resultados do estudo, de 1960, revelaram:

- A rede era composta de trechos pavimentados, trechos recobertos com cascalho e trechos em terra.
- O custo para o transporte atingia:
 - . via asfaltada: US\$ 0,05/t.Km;
 - . via em cascalho: US\$ 0,06/t.Km;
 - . via em terra: US\$ 0,07/t.Km.
- A média de carga transportada por caminhão atingia 8,163 toneladas.
- Para a Via Anhanguera, o autor admitiu uma capacidade básica de 14.544 veículos por dia, nos dois sentidos, transportando 59.361 toneladas.

- Foram selecionados três nós importantes: São Paulo, Bauru e Ribeirão Preto, entre 150 nós significativos.

Entre os três nós principais foram determinadas as distâncias dos caminhos de menor custo:

- . Ribeirão Preto-São Paulo: 336 km, com 30 nós;
- . Bauru-São Paulo: 360 km, com 30 nós;
- . Bauru-Ribeirão Preto: 210 km, com 18 nós.

- Fluxos máximos e custos:

- . Ribeirão Preto-São Paulo: 33.000 ton/dia, ao custo de US\$ 554.400,00;
- . Bauru-São Paulo: 36.000 ton/dia, ao custo de US\$ 648.000,00;
- . Bauru-Ribeirão Preto: 14.000 ton/dia, ao custo de US\$ 147.000,00;

Como conclusão, o autor detectou gargalos, trechos de engarrafamento, sendo o mais significativo o segmento Campinas-Limeira, com de 26.382 ton/dia, enquanto São Paulo-Campinas admitia de 56.361 ton/dia.

4.3. AS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DOS SISTEMAS DE TRANSPORTE

Em geral aceita-se que os sistemas de transporte exercem influência sócioeconômica sobre uma determinada área. Para NOVAES (1986), as áreas de influência dos sistemas são definidas para cada produto, em função do efeito do custo de transporte sobre o custo total do produto no destino, e portanto, sobre a competitividade desse produto no mercado final. NOVAES cita o exemplo dos produtos agrícolas e dos minérios, inclusive calcário, que sendo mercadorias de custo unitário relativamente baixo sofrem grande influência dos gastos em transporte na composição do custo final. Conseqüentemente, em regiões servidas por diferentes modos de transporte, e produtoras de variados tipos de mercadorias, os sistemas com menor custo por unidade transportada (hidroviário e ferroviário) atrairão os produtos agrícolas e extrativos e os sistemas com maior custo por unidade transportada (rodoviário e aeroviário) atrairão os produtos industrializados e de maior valor. Para determinar a área de influência de um sistema, para um determinado produto, NOVAES estabelece as seguintes hipóteses:

- uma via troncal, de qualquer modo de transporte, é alimentada num ponto A por estradas secundárias radiais, formando um meio círculo R (vide FIGURA Nº 5 no fim deste sub-item 4.3.);

- V é o custo unitário por tonelada-quilômetro, (Cr\$/t.km) nas vias secundárias, "s" e T o custo unitário na via troncal "t" (Cr\$/t.km);
 - em razão do melhor nível de serviço na via troncal, o custo unitário T é menor que V ($T < V$);
 - admite-se que o meio círculo R é a área de influência do sistema;
 - admite-se que R é uma região agrícola uniforme, cujos produtos destinam-se ao ponto F no final da via troncal;
 - admite-se que o preço de produto P_1 em R é menor que o preço P_2 no mercado final, ambos os preços determinados pelos mecanismos de mercado. No ponto de destino F , tem-se que $P_1 < P_2$, ou seja, existe uma diferença I entre P_1 e P_2 .
 - Sendo:
 - D a distância PA na via troncal;
 - x a distância radial em R ;
 - M o custo unitário, por tonelada, das transferências (transbordo, armazenagens, etc), e;
 - C o custo total da viagem
- Temos: $C = TD + Vx + M$

Valendo as leis de mercado, vale dizer, em regime de concorrência, o produto não pode chegar em F a preços maiores que P_2 .

Dessa forma, a origem mais distante do produto considerado é aquela para a qual: $C = 1$.

$$\text{Donde: } I = TD + Vx + M$$

$$\text{Portanto } Vx = I - TD - M$$

O lugar geométrico da zona de influência é o círculo com centro T e raio:

$$x = \frac{I - TD - M}{V}$$

Para NOVAES, a zona de influência da via troncal é a metade da circunferência mais distante de P:

$$S = \frac{3,1416 \cdot r^2}{2} = \frac{3,1416 \cdot x^2}{2}$$

A contribuição de NOVAES encerra a revisão de uma série de conceitos que serão utilizadas, no Capítulo a seguir, para a sistematização de modelos de análise de redes de transportes, aglutinados numa perspectiva de abordagem multidisciplinar e considerando sempre o objeto de estudo inserido numa economia industrial moderna.

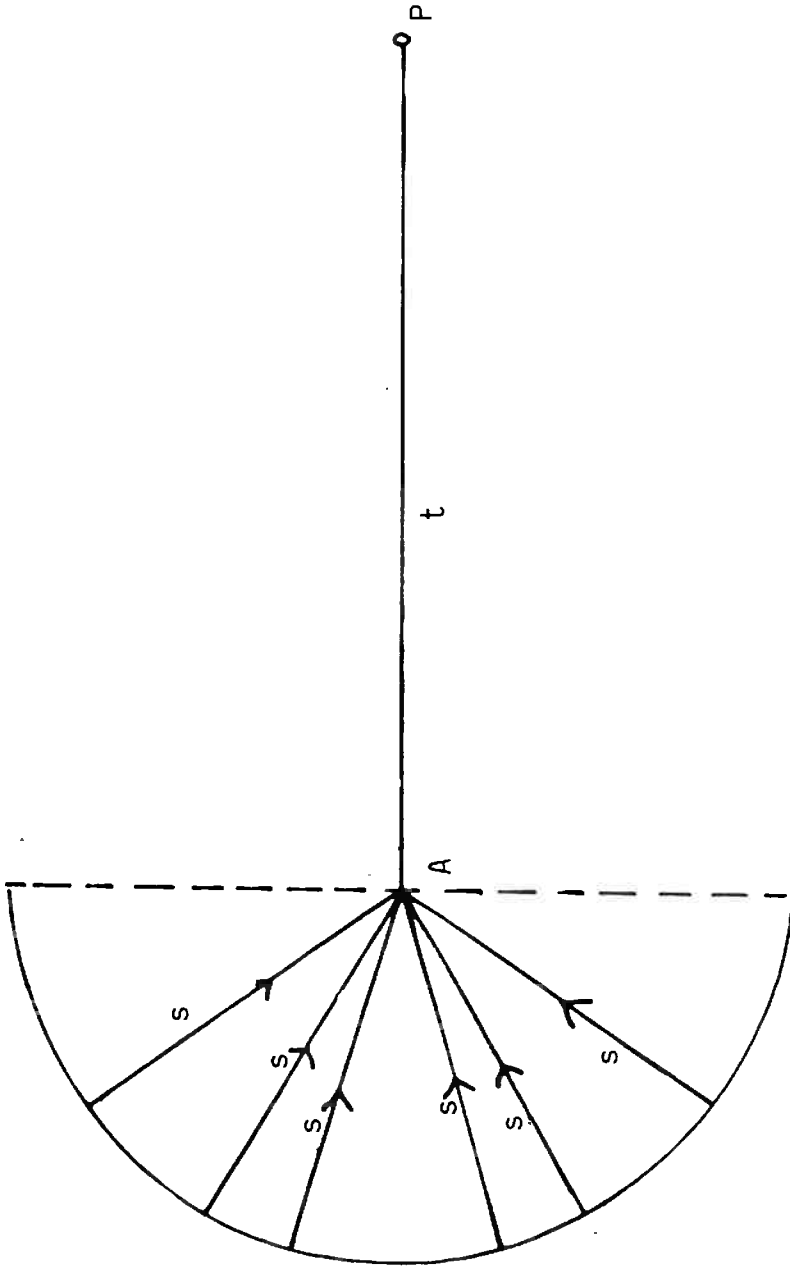


FIGURA Nº 5

AREA DE INFLUENCIA DE UMA VIA TRONCAL "t"

(ANTONIO GALVÃO NOVAES)

5. MODELOS SELECIONADOS

5.1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das relações sócioeconômicas entre os povos passou por vários estágios, desde o homem primitivo. Paralelamente a essa evolução, os transportes assumiram diferentes características, correspondentes a cada fase do processo histórico.

O quadro a seguir sintetiza as principais relações entre as civilizações que antecederam a Revolução Industrial e os correspondentes sistemas de transportes.

| CIVILIZAÇÃO E SISTEMAS DE TRANSPORTE | | |
|--|---|--|
| Estágio da Sociedade | Motivos de Transporte | Estágio do Sistema de Transporte |
| Economia Tribal e Economia Feudal | Migrações e Guerras | Caminhos Naturais: trilhas, rios, lagos, estreitos marítimos |
| Economia Mercantilista Antiga Economia Mercantilista Européia Economia Mercantilista Brasileira (1808 a 1888) | Trocas entre metrópoles Espoliação das colônias, Tráfico de escravos Migrações e Guerras | rotas terrestres carroçáveis (tração animal); rotas fluviais, abertura de canais; rotas marítimas (navegação a vela). |
| AUTORES: Leonel Itaussu A.Mello e Luis Cesar Aaad COSTA Odilon Nogueira de MATTOS Geraldo BONADIO João Manuel Cardoso de NELLO Caio PRADO JUNIOR | | |

A primeira Revolução Industrial (1769), seguida pela Independência Norte-Americana (1776/1783) e pela Revolução Francesa (1789), marcou o início de um novo modelo

produtivo, mecanizado, associado ao desenvolvimento tecnológico e caracterizado pela distribuição do produto através dos mecanismos de mercado.

A esse modelo produtivo, denominado industrial ou capitalista, deve corresponder uma estrutura de transportes, organizada na forma de rede, também associada ao desenvolvimento tecnológico, para atender a uma intensa circulação de mercadorias e de fatores produtivos.

Nem todas as regiões alcançaram o grau de desenvolvimento, de estrutura econômica e de estrutura de transportes comparável ao avanço dos chamados sete países ricos: Estados Unidos, Alemanha, França, Canadá, Japão, Itália e Inglaterra. No entanto, os demais países procuram se adaptar ao novo quadro de relações sócioeconômicas, através de blocos regionais pertencentes a um único mercado global.

Para avaliar a correspondência da estruturação das redes de transportes das diversas regiões, estados ou países, em especial aqueles não desenvolvidos, com as exigências do mercado global, foi selecionada uma série de modelos de análise, indicados a seguir.

5.2. MODELO DE TAAFFE, MORRIL & GOULD

OBJETIVO: Identificar se o grau de desenvolvimento da rede de transportes e sua extensão corresponde ao estágio evolutivo da economia na região ou no país.

MODELO: Enquadramento do sistema de transportes em um dos Estágios:

Primeiro Estágio: Surgimento de pequenos portos espalhados pela costa.

Segundo Estágio: Emergência de linhas de penetração a partir de alguns portos, ao tempo em que se iniciam as atividades econômicas no interior.

Terceiro Estágio: Aparecimento de vias alimentadoras das linhas de penetração, ao tempo em que se consolidam as atividades econômicas interiores.

Quarto Estágio: início de interconexões entre os nós das linhas de penetração.

Quinto Estágio: consolidação de interconexões múltiplas entre os nós das linhas de penetração.

Sexto Estágio: emergência de linhas troncais de alta capacidade. Nesse estágio, de pleno funcionamento da economia de mercado no país em estudo, a extensão da rede rodoviária de transportes tende a superar (índice "I" maior que a unidade) a extensão estimada obtida pela fórmula sintética:

Extensão (km) = Raiz Quadrada do Produto da área em km^2 pela quantidade de habitantes expressos em milhares.

Os autores admitem que os fatores "área" e "população" são responsáveis por, aproximadamente, 75 da variação da extensão (quilometragem) da rede de transportes rodoviária. O coeficiente de correlação r^2 apresentou um valor de 0.75, decorrente das equações de regressão. Os dados foram normalizados pelos autores por meio de transformações logarítmicas.

APLICAÇÃO: O modelo possibilita o estabelecimento de padrões de análise e de planejamento estratégico das redes de transporte. O Sistema de Transporte de um dado país pode ser enquadrado em um dos seis estágios. Se a produção desse país está integrada aos mercados mais dinâmicos sua rede de transportes deve dispor de linhas troncais de alta capacidade e a extensão da rede deve ser superior à extensão estimada obtida com a utilização da fórmula sintética.

5.3. MODELO DE ANTONIO GALVÃO NOVAES

OBJETIVO: Identificar se as zonas economicamente ativas são beneficiadas pela oferta de transportes, definindo-se semicírculos como área de influência de cada eixo do sistema.

MODELO: Raio do semicírculo igual à fração, cujo numerador é a diferença de preços da mercadoria entre a origem e o destino menos o custo de transporte no eixo principal e menos o custo dos transbordos; e o denominador é o custo unitário de transportes na via de acesso.

APLICAÇÃO: O modelo estabelece, com precisão, a área de influência dos sistemas de transportes, definindo essa área em semicírculos cujos centros são os pontos de integração dos sistemas troncais.

David Ricardo e Karl Marx também se dedicaram ao estudo das áreas de influência dos sistemas de transporte, uma vez que elas definem a fronteira agrícola. Esta se distancia e se dispersa na proporção em que as redes se expandem e proporcionam custos de transporte tais que, para determinados produtos cultivados em cinturões agrícolas centrífugos, a renda da terra é maximizada.

Contrariamente ao movimento de dispersão da fronteira agrícola, a produção industrial tende a se concentrar, a medida em que o sistema de transporte aumenta sua área de influência. Para Alfred Weber e Ruy Leme, a maior

concentração industrial indica a existência de uma rede de transportes desenvolvida, onde os custos de deslocamento estão reduzidos a um valor menor que o rendimento de escala obtido pela concentração da produção.

5.4 MODELO DE MÁRIO TRAVASSOS E MEIRA MATTOS

OBJETIVO: Identificar se os núcleos internos de produção, de consumo, de interesse social, político ou militar, estão convenientemente interligados, vertebrados, entre si e com o exterior.

MODELO: Vertebração do território com as seguintes características:

Característica 1: A estruturação espacial da rede rodoviária deve assemelhar-se à grade de rodovias norte-americanas, com uma série de eixos horizontais, cruzados por uma série de eixos verticais. Ao permitir a interconexão de todos os pontos, a grade responde também por todas as demandas de fluxos, mesmo que entre eixos diferentes, abordadas também por R.E. ALCALY.

Característica 2: As pontas das redes de transportes internos, rodoviária, ferroviária e hidroviária, devem estar articuladas com os países limítrofes e com os oceanos circundantes, assemelhando-se também ao molde norte-americano.

Característica 3: As possibilidades de integração entre os modos de transportes disponíveis ou possíveis devem ser convenientemente exploradas, gerando uma rede articulada de vários modos,

fisicamente integrados, com efeitos redutores nos custos unitários de transportes.

Característica 4: A escolha dos traçados das vias deve corresponder à alternativa mais racional de superação dos obstáculos físicos, definindo-se essa alternativa como a "linha de menor resistência". A escolha mais econômica dos traçados é abordada também por RUY LEME.

Característica 5: A escolha do modo de transporte também pode ser influenciada pela "linha de menor resistência", quando houver possibilidade de aproveitamento de cursos d'água navegáveis.

Característica 6: A vertebração da rede de transportes, a intermodalidade e a melhor escolha de traçados e de modos devem permitir uma perfeita circulação de mercadorias e pessoas, sem pontos de estrangulamento, ou gargalos, abordados também por H.L.GAUTHIER.

APLICAÇÃO: As seis características do Modelo de Mário Travassos e Meira Mattos permitem uma rigorosa análise da vertebração do território exercida pela rede de transportes. Da mesma forma, a execução do planejamento estratégico desse sistema fica facilitada com a utilização do modelo.

6. UMA APLICAÇÃO DOS MODELOS

6.1. INTRODUÇÃO

Os modelos de análise de rede de transportes indicados no Capítulo 5 foram selecionados, intencionalmente, visando sua aplicação a qualquer região ou país em desenvolvimento, de qualquer continente ou hemisfério. Essa universalidade tem sua origem no caráter global do sistema econômico capitalista-industrial, que, rapidamente transforma o planeta em um único mercado, embora organizado em blocos regionais.

A título de estudo de caso, e ao mesmo tempo de teste dos modelos, as considerações a seguir correspondem à sua aplicação à rede de transportes do Estado de São Paulo, uma das 27 Unidades da República Federativa do Brasil.

É importante ressaltar que a rede em estudo faz parte de um sistema maior, a Rede Nacional, que por sua vez deve ser considerada como componente da Rede Continental Sul-Americana, e, dentro desta, da rede de transportes do bloco regional do Mercado Comum do Cone Sul - MERCOSUL, formado por Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai.

6.2. O ESTADO DE SÃO PAULO

O Estado de São Paulo, com uma superfície de 248.255 quilômetros quadrados, 3% da área total da Federação, e 31 milhões de habitantes, 21% da população total do país, está situado na região sudeste brasileira, muito próximo dos países limítrofes que, com o Brasil, formam o MERCOSUL: Argentina, Uruguai e Paraguai.

O estado está dividido em 624 municípios, com apreciável produção agrícola, pecuária e mineral, sendo responsável por 65% da atividade industrial brasileira, comportando 35% dos estabelecimentos bancários do país. São Paulo consome, por ano, 75.000 GWh dos 230.000 GWh produzidos no país.

A maior concentração populacional e industrial ocorre junto à capital, formando a Região Metropolitana de São Paulo, RMSP, composta de 37 municípios. A RMSP tem um forte vínculo com o porto de Santos, a sudeste, apesar da existência de uma grande barreira topográfica, a Serra do Mar, com desnível de pouco mais de 800 metros entre a capital e o litoral.

Ao norte, no sentido de Campinas e Ribeirão Preto, se observa o principal vetor de desenvolvimento econômico estadual. O segundo vetor aponta para o nordeste, na linha dos municípios paulistas do Vale do Rio Paraíba do Sul. O

terceiro vetor caminha para o oeste, passando pela região de Sorocaba.

Os vetores de desenvolvimento não se esgotam nos limites do estado. O vetor noroeste alcança os Estados de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso. O vetor nordeste atinge os Estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia. O vetor oeste se desdobra até os Estados do Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

6.3. APLICAÇÃO DO MODELO DE TAAFFE, MORRIL & GOULD

A rede de transportes do Estado de São Paulo teve sua passagem pelo **primeiro estágio** do modelo no período inicial da colonização brasileira. Em 1532, Martim Afonso de Sousa fundou a primeira vila das novas terras lusitanas em São Vicente, que, na seqüência, passou a produzir e exportar, no sentido mercantilista, açúcar para Portugal. A vila, e também porto, de São Vicente foi construída no ponto inicial de um "caminho natural", anterior à chegada dos europeus, que permitia o contacto entre os índios do litoral atlântico e os incas, chamado de "Caminho de Peabirú", passando pelo norte do Estado do Paraná e pelo Paraguai.

Outros portos surgiram posteriormente: Cananéia, Iguape, Peruíbe, Itanhaém, Santos, Cubatão, São Sebastião, Caraguatatuba e Ubatuba.

Na **segundo estágio**, surgiram as linhas de penetração ao interior do continente, partindo dos vários portos, vencendo as matas e as serras. As linhas de penetração coloniais, no Estado de São Paulo, se prestavam ao tráfego de mares carregados, sem entretanto permitir a passagem de veículos. Tais linhas aproveitavam as trilhas indígenas que venciam a íngreme Serra do Mar. Uma única linha de penetração era possível através de um rio navegável: partindo de Iguape era possível navegar rumo ao interior,

até a Serra de Paranapiacaba, seguindo pelo Rio Ribeira do Iguape e pelo Rio Juquiá.

Vencida a serra a conquista do interior se dava principalmente através do Rio Tietê, que corre no rumo noroeste, e do Rio Paraíba do Sul, que avança para nordeste. Para oeste seguia-se também a lombo de burro, até as feiras de Sorocaba, onde eram transacionados os muares, vindos do sul do país e geralmente destinados ao interior do Estado de Minas Gerais para o transporte de ouro e pedras preciosas.

A primeira via carroçável a vencer a serra foi construída em 1792 pelo governador Bernardo de Lorena, entre Santos e São Paulo, ficando conhecida como "Calçada do Lorena". Em 1841 a "calçada" foi substituída pela Estrada da Maioridade, atual Estrada Velha de Santos. Em 1867 a São Paulo Railway Co. inaugurou a via férrea funicular, revolucionando os transportes entre o porto de Santos e o Planalto e possibilitando a implantação da rede ferroviária que veio cobrir todo o interior do estado.

A existência de linhas ferroviárias, de estradas de rodagem e de rios navegáveis ensejou o desenvolvimento do terceiro estágio do modelo de TAAFFE, MORRIL & GOULD, com o aparecimento de vias alimentadoras. Tal estágio corresponde a um certo avanço das relações econômicas capitalistas, a partir de 1888. O quarto e quinto estágios, início e consolidação das interconexões

múltiplas ocorreram quase que simultaneamente ao estágio anterior.

O **sexto estágio** tem seu início no final da década de 1940 com a construção da Via Anchieta, entre Santos e São Paulo, e da Via Anhanguera, entre São Paulo e Campinas. No final da década de 1960 foi inaugurada a Rodovia Castelo Branco, no sentido oeste. Nos anos seguintes, foram abertas várias vias preferenciais de alta capacidade, articulando mercados consolidados: Via Bandeirantes, Via Imigrantes, Rodovia dos Trabalhadores, Via Dom Pedro I, Via Washington Luís e Rodovia Sorocaba-Campinas.

No período caracterizado como sexto estágio do modelo, as **linhas ferroviárias** foram relativamente modernizadas, passando a funcionar como vias articuladoras para transporte de cargas especializadas, abandonando a carga geral e secundarizando o transporte de passageiros. A recuperação da ligação entre Santos e Campinas, via Mairinque, subindo a serra por simples aderência, é a mais recente intervenção no sistema ferroviário estadual. O estado conta, atualmente, com vários eixos ferroviários articuladores:

- Campinas-São Paulo-Santos, bitola de 1,60 m.
- Campinas-Mairinque-Santos, bitola mista (1,60 m e 1,00 m).
- Presidente Epitácio-Mairinque-São Paulo, bitola de 1,00 m.

- Panorama-Baurú-Campinas, bitola de 1,60 m.
- Bolívia-Mato Grosso-Baurú, bitola de 1,00 m.
- Mato Grosso-Santa Fé do Sul-Campinas, bitola de 1,60 m.
- Município de Colômbia-Campinas, bitola de 1,60 m.
- Brasília-Ribeirão Preto-Campinas, bitola de 1,00 m.
- Paraná-Mairinque-São Paulo, bitola de 1,00 m.
- Rio de Janeiro-São Paulo, bitola de 1,60 m.

O sistema hidroviário responde também pela oferta de transporte através de uma via articuladora, a Hidrovia Tietê-Paraná, alcançando os Estados do Paraná, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás.

Por fim, deve-se registrar a existência de um sistema estruturador dutoviário, entre São Sebastião, Cubatão, Grande São Paulo, Paulínia e São José dos Campos.

Voltando à rede rodoviária do estado, o modelo possibilita a comparação das malhas de diferentes países. No caso em estudo, de diferentes estados da Federação.

Inicialmente, foi possível calcular a quilometragem estimada em função da área e da população, de acordo com o modelo de TAAFFE, MORRIL & GOULD. Em seguida, foi obtido um índice, relacionando a extensão real das estradas de cada país com a extensão estimada.

Os números obtidos revelaram que os dois países africanos estudados pelos autores, ainda não industrializados,

permaneceram em índices iguais a 0.4 e 0.5. Os sete países mais desenvolvidos, situaram-se em índices entre 1.3, a Alemanha recém unificada, e 5.1, o Japão.

O conjunto das ilhas associadas ao continente americano obteve a média de índices igual a 1.1. Entre os países americanos, os dois com mais características semelhantes ao Brasil, Argentina e México, obtiveram o mesmo índice: 0.8.

Já o Brasil obteve a mesma nota da Alemanha: 1.3, demonstrando o resultado do surto rodoviarista da década de 60. A Tabela 5 a seguir apresenta a aplicação do modelo aos estados da Federação Brasileira.

| TABELA - 5 - ESTADOS BRASILEIROS | | | | | |
|----------------------------------|------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------|-----|
| Estado | HABITANTES | ÁREA (KM ²) | QUILOMETRAGEM ESTIMADA | QUILOMETRAGEM REAL | I |
| Acre | 423.918 | 153.698 | 8.072 | 3.686 | 0,5 |
| Alagoas | 2.464.904 | 29.106 | 8.470 | 12.902 | 1,5 |
| Amapá | 285.818 | 140.276 | 6.332 | 2.402 | 0,4 |
| Amazonas | 2.082.720 | 1.567.954 | 57.146 | 4.988 | 0,1 |
| Bahia | 11.801.810 | 566.979 | 81.801 | 116.020 | 1,4 |
| Ceará | 6.260.946 | 145.694 | 30.202 | 49.712 | 1,6 |
| D.Federal | 1.596.274 | 5.794 | 3.041 | 1.291 | 0,4 |
| E.Santo | 2.534.803 | 45.733 | 10.767 | 29.612 | 2,8 |
| Goiás | 4.022.669 | 340.166 | 36.992 | 104.238 | 2,8 |
| Maranhão | 4.922.781 | 329.556 | 40.278 | 52.282 | 1,3 |
| M.Grosso | 2.022.761 | 901.421 | 42.701 | 82.583 | 1,9 |
| M.G. Sul | 1.768.361 | 350.548 | 24.898 | 57.917 | 2,3 |
| M.Gerais | 1.580.646 | 586.624 | 96.294 | 233.680 | 2,4 |
| Pará | 5.046.314 | 1.246.833 | 79.322 | 21.608 | 0,3 |
| Paraíba | 3.190.087 | 53.958 | 13.120 | 33.192 | 2,5 |
| Paraná | 8.355.900 | 199.324 | 40.811 | 140.062 | 3,4 |
| Pernambuco | 7.477.375 | 101.023 | 27.484 | 41.118 | 1,5 |
| Piauí | 2.580.748 | 251.273 | 25.465 | 50.675 | 2 |
| R.Janeiro | 14.408.678 | 43.653 | 25.080 | 22.314 | 0,9 |
| R.G.Norte | 2.413.625 | 53.167 | 11.328 | 26.695 | 2,4 |
| R.G.Sul | 9.162.807 | 280.674 | 50.713 | 127.768 | 2,5 |
| Rondônia | 1.130.400 | 238.379 | 16.415 | 10.231 | 0,6 |
| Roraima | 206.000 | 225.017 | 6.808 | 7.898 | 1,2 |
| S.Catarina | 4.510.138 | 95.318 | 20.734 | 60.100 | 2,9 |
| São Paulo | 30.650.000 | 248.256 | 87.230 | 189.899 | 2,2 |
| Sergipe | 1.486.266 | 21.863 | 5.700 | 9.094 | 1,6 |
| Tocantins | 919.918 | 277.322 | 15.972 | 1.150 | 0,1 |

FONTE (Habitantes, área e quilometragem real):
 Enciclopédia - Almanaque ABRIL - 1992.

Os números obtidos revelam uma confortável situação para o estado, com o índice de 2,2, superado por nove estados que apresentam índices maiores. Observa-se, também, que o estado, é detentor da segunda rede em extensão, superado apenas por Minas Gerais, e do mais expressivo contingente populacional.

6.4. APLICAÇÃO DO MODELO DE ANTONIO GALVÃO NOVAES

O modelo de Antonio Galvão Novaes elucidada o conceito de áreas de influência de vias de transporte, associando as áreas à diferença de preços da mercadoria transportada entre a origem e o destino e ao custo do transporte nas vias alimentadoras da origem e na via troncal. As áreas de influência de vias de transporte podem, portanto, sofrer variações no curto prazo, em função das oscilações dos preços, e no longo prazo, em decorrência das quedas de custo unitário de transporte resultantes das inovações tecnológicas.

Utilizando preços divulgados pelo jornal O Estado de São Paulo, de 15/09/92, foi calculado o raio da área de influência da Hidrovia do Rio Tietê, no ponto onde ela é cruzada pela BR-153, na região central do estado. Foi definida como mercadoria a ser transportada um dos principais produtos de exportação, a soja.

| | |
|----------------------------|------------------|
| Preço da soja na origem: | US\$ 166 /t |
| Custo da soja no navio : | US\$ 219 /t |
| Diferença de preço I : | US\$ 53 /t |
| Frete na rodovia vicinal : | US\$ 0.1 /t.km |
| Frete na hidrovia : | US\$ 0.007 /t.km |
| Frete na ferrovia : | US\$ 0.03 /t.km |
| Frete na rodovia troncal : | US\$ 0.05 /t.km |
| Custo de transbordo : | US\$ 8 /t |

Distância na hidrovia : 350 km

Distância na ferrovia : 350 km

Distância total : 700 km

Distância alternativa por rodovia troncal : 700 km

Aplicando o modelo de Antonio Galvão Novaes, verificou-se que, para o produto escolhido, em 1992, o raio de influência da Hidrovia do Rio Tietê no centro do estado alcançava 160.5 km. Coincidindo o raio com a BR-153, ao norte, a área de influência cobria o município de São José do Rio Preto e chegava até a divisa com Minas Gerais. Ao sul, coincidindo o raio com a mesma BR-153, cobriam-se os municípios de Lins e Marília, aproximando-se do Paraná.

Repetindo a aplicação do modelo para o embarque por ferrovia, em qualquer dos três municípios citados, o raio obtido era de 160 km, e por rodovia de 100 km.

Os resultados revelaram uma superposição das áreas de influência, no centro do estado, para o produto indicado, das três ferrovias e da hidrovia, no ano de 1992.

A figura nº 6, a seguir, indica os círculos que contêm as áreas de influência (semicírculos) da hidrovia, das ferrovias e das rodovias, para captação de soja destinada à exportação, a uma distância de 700 Km do porto de Santos, em 1992.

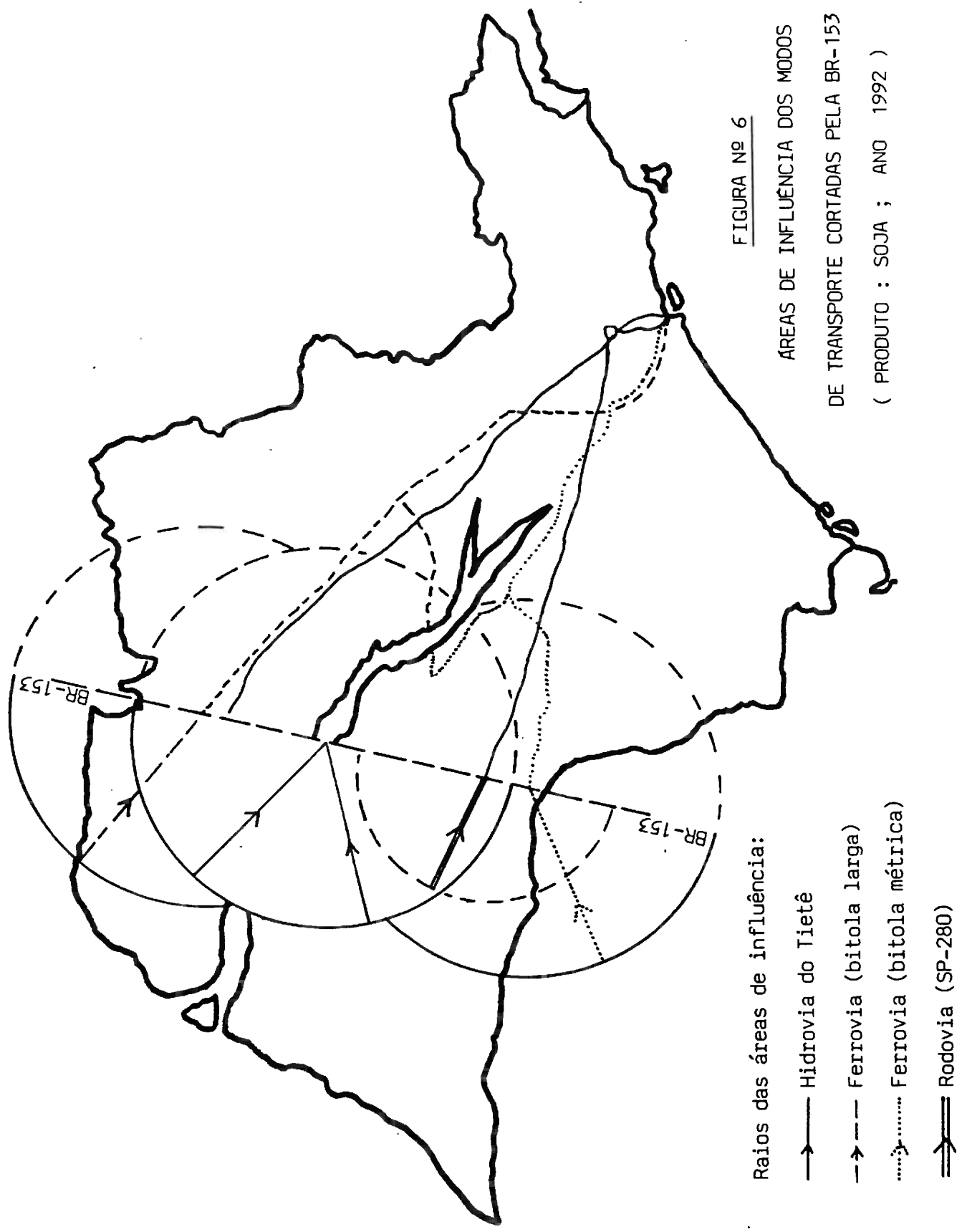


FIGURA Nº 6

ÁREAS DE INFLUÊNCIA DOS MODOS DE TRANSPORTE CORTADAS PELA BR-153 (PRODUTO : SOJA ; ANO 1992)

6.5. APLICAÇÃO DO MODELO DE MÁRIO TRAVASSOS E MEIRA MATTOS

- Característica 1:

Os 624 municípios do Estado de São Paulo, e seus distritos, encontram-se interligados por uma extensa **rede rodoviária** pavimentada. A afirmação "encontram-se interligados" se refere à conexão existente através de uma rede radial com centro na capital. Saem da capital as seguintes rodovias troncais:

- Via Fernão Dias, BR-381, federal, para Belo Horizonte
- Via Dutra, BR-116, federal, para o Rio de Janeiro
- Via dos Trabalhadores, SP-070, estadual, para Jacareí
- Via Anchieta, SP-150, estadual, para Santos
- Via Imigrantes, SP-160, estadual, para Santos
- Via Régis Bittencourt, BR-116, federal, para Curitiba
- Via Raposo Tavares, SP-270, estadual, para o oeste
- Via Castelo Branco, SP-280, estadual, para o oeste
- Via Marechal Rondon, SP-300, estadual, para noroeste
- Via Anhanguera, SP-330, estadual, para Brasília
- Via dos Bandeirantes, SP-348, estadual, para Campinas

Uma série de conexões entre as rodovias troncais serão relatadas a seguir e detalhadas em na FIGURA N. 7 constante ao final desta "característica 1".

No entorno da capital, com um raio de comprimento variável entre 50 e 152 quilômetros, todos os troncos são interligados por um anel rodoviário, passando por:

Atibaia (BR-381), Jacareí (BR-116), Mogi das Cruzes, Bertioga, Santos (SP-150 e SP-160), Feruibe, Juquiá (BR-116), Sorocaba (SP-270 e SP-280), Itu (SP-300), Campinas (SP-330 e SP-348), completando o anel em Atibaia.

A uma distância entre 127 e 147 quilômetros da capital, as rodovias SP-127 e SP-147 formam um arco de novas interligações, passando por:

Capão Bonito (ligada a Curitiba pela BR-476), Itapetininga (SP-270), Tatuí (SP-280), Tietê (SP-300), Limeira (SP-330) e Mogi-Mirim (ligada à BR-116).

Novamente, a uma distância entre 191 e 255 quilômetros da capital, as rodovias SP-191 e SP-255 formam o segundo arco de interligações, passando por:

Taquarituba (ligada ao norte do Paraná), cruzamento com a SP-270, Avaré (SP-280), São Manuel (SP-300), Rio Claro (SP-310, derivada da SP-330), Araras (SP-330), terminando também em Mogi-Mirim.

Um pouco mais distante da capital, a SP-225 forma o terceiro arco, interligando:

Ourinhos (SP-270, ligada ao norte do Paraná), Espírito Santo do Turvo (SP-280), Bauru (SP-300), Itirapina (próxima à SP-310), Pirassununga (SP-330), Aguaí (SP-340, oriunda de Campinas, passando por Mogi-Mirim), terminando em Poços de Caldas, já no Estado de Minas Gerais.

Mais para o interior, a SP-333 forma o quarto arco:

Norte do Estado do Paraná, Assis (SP-270), Marília (SP-294, derivada da SP-300), Guarantã (SP-300), Taquaritinga (próxima à SP-310 e à sua derivada SP-326), Ribeirão Preto (SP-330), terminando no território de Minas Gerais.

Adiante, a SP-425 forma o quinto arco:

Norte do Estado do Paraná, Presidente Prudente (SP-270), Farapuã (SP-294), Penápolis (SP-300), São José do Rio Preto (SP-310), Barretos (SP-326), Ituverava (SP-330), terminando no Estado de Minas Gerais.

A SP-563 forma o sexto e último arco:

Paranavaí, no Estado do Paraná, Presidente Venceslau (SP-270), Dracena (SP-294), Andradina (SP-300), Pereira Barreto (SP-310), Jales (SP-320, derivada da SP-310), terminando na ponta do Triângulo Mineiro.

Fugindo ao sistema radial, o centro do estado é cortado por uma rodovia federal, a BR-153, no sentido norte-sul, com as seguintes interligações:

Goiânia, São José do Rio Preto (SP-310), Lins (SP-300), Marília (SP-294), Ourinhos (SP-270), e, finalmente, Ponta Grossa, no Estado do Paraná.

Deve ser registrada, ainda, a existência de ligações entre o litoral norte do estado e o vale do Rio Paraíba do Sul, cortado pela BR-116, e entre o litoral sul e o vale do Rio Ribeira do Iguape, também cortado pela BR-116.

Por fim, costurando irregularmente as ligações aludidas anteriormente existe uma complexa rede de estradas secundárias, estaduais e municipais, que permite a conexão entre si de todos os núcleos internos de produção, de consumo, de interesse político ou de interesse militar. Na terminologia do autor do modelo, todos os núcleos internos encontram-se perfeitamente vertebrados, embora a geometria das interligações não siga o figurino de linhas norte-sul cruzando com linhas leste-oeste.

A análise do sistema ferroviário demonstra também a existência de uma estrutura radial. Nesse caso, a estrutura tem como centro o anel ferroviário que tem seu início em Campinas, segue por São Paulo, Santos, Mairinque, retornando a Campinas, conforme pode ser visualizado na FIGURA N. 8, ao final desta "característica 1". Do anel partem os raios direcionados a:

Rio de Janeiro, a nordeste, federal, bitola de
1,60 m.

Cajati, a sudoeste, estadual, bitola de 1,00 m.

Ponta Grossa, a sudoeste, estadual, bitola de
1,00 m.

Presidente Epitácio, a oeste, estadual, bitola de
1,00 m.

Panorama, a noroeste, estadual, bitola de 1,60 m.

Bolívia, a noroeste, federal, bitola de 1,00 m.

Mato Grosso, a noroeste, estadual, bitola de 1,60 m.

Porto de Colômbia, ao norte, estadual, bitola de
1,60 m.

Brasília, ao norte, estadual, bitola de 1,00 m.

Articulado ao sistema ferroviário segue para noroeste a Hidrovia do Tietê, desembocando na Hidrovia do Paraná, divisa do estado com o Mato Grosso do Sul, interligada com o sul de Goiás e Triângulo Mineiro.

Os raios dos sistemas ferroviário e hidroviário estão interligados através dos mesmos arcos do sistema rodoviário, no sentido norte-sudoeste, fazendo com que o caminhão responda pelas conexões entre os eixos estruturadores. Por outro lado, a vertebração entre as linhas ferroviárias é dificultada pela diferenciação de bitolas, fato que será abordado mais adiante.

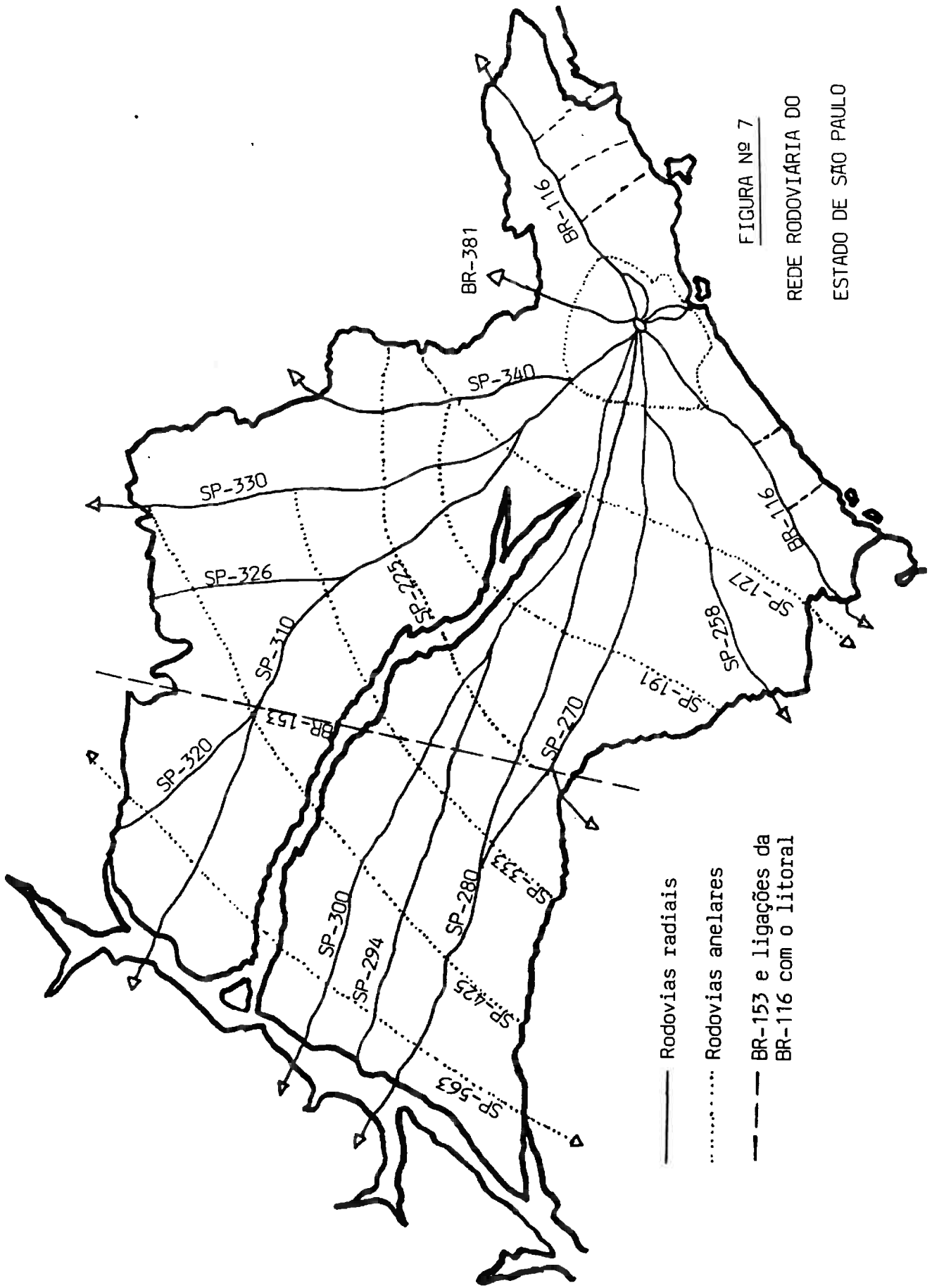


FIGURA Nº 7

REDE RODOVIÁRIA DO
ESTADO DE SÃO PAULO

— Rodovias radiais

..... Rodovias anelares

- - - BR-153 e ligações da
BR-116 com o litoral

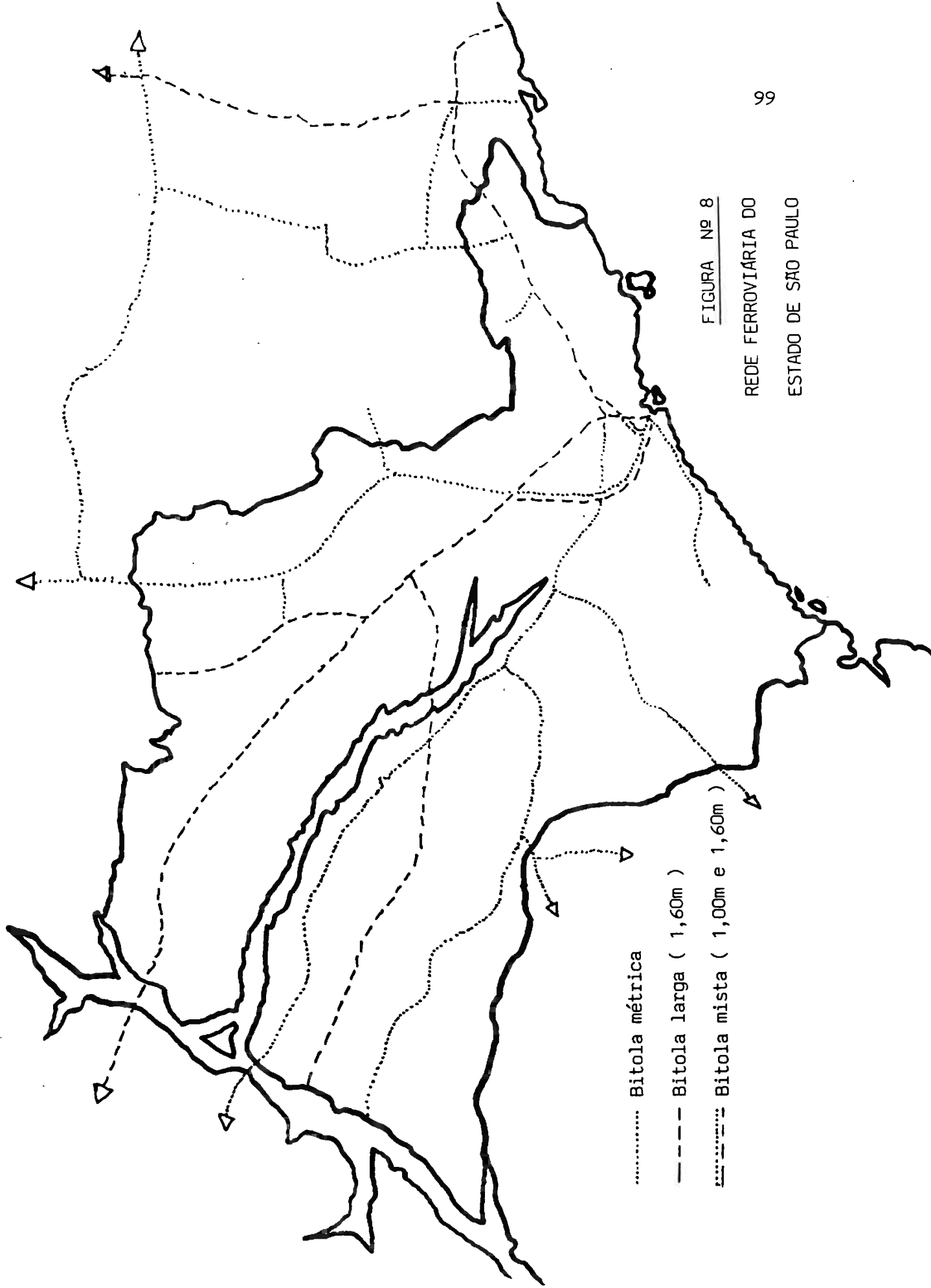


FIGURA Nº 8

REDE FERROVIÁRIA DO

ESTADO DE SÃO PAULO

- Característica 2:

A rede de transportes do estado articula-se perfeitamente com o porto de Santos, através de duas rodovias, duas ferrovias e oleodutos, e com o de São Sebastião, através de oleoduto e rodovia. O porto de Santos, associado ao porto de Cubatão, liga o estado aos principais mercados mundiais.

Pelo modelo de vertebração, entretanto, deve-se verificar a facilidade de uso de portos alternativos. Nesse caso, Rio de Janeiro é o vizinho costa-acima, que muito recentemente começou a trocar cargas, por ferrovia, com o complexo portuário de Santos, otimizando a utilização de ambas as docas. Paranaguá, o vizinho costa-abaixo, também já vem sendo utilizado como porto alternativo, ligado a Santos por ferrovia.

O complexo portuário santista atrai cargas além das divisas do estado, desde Paraguai, Bolívia, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás, justificando as obras da Hidrovia Tietê-Paraná e da Ferronorte, e garantindo demanda para transporte por caminhão. No mesmo eixo existe também carga para a antiga Estrada de Ferro Noroeste, que hoje apresenta problemas de conservação e adequação do traçado.

Com o vizinho Estado do Rio de Janeiro a rede de transportes paulista articula-se através de cinco sistemas:

- Via Dutra, saturada, com excesso de tráfego de caminhões e veículos de passageiros;
- Ponte Aérea, com intenso trânsito de passageiros;
- Ligação ferroviária, funcionando com ociosidade no transporte de cargas e não oferecendo viagens para passageiros;
- Navegação de cabotagem, ociosa; e
- Gasoduto, em construção.

Com o vizinho Estado de Minas Gerais, a articulação se processa através de:

- Via Fernão Dias, com intenso tráfego de caminhões e veículos de passageiros;
- Ligação Aérea;
- Ligação ferroviária, via Barra Mansa, ociosa.

Com o Triângulo Mineiro, Goiás e Brasília, ocorre a conexão através de:

- Via Anhanguera e BR-050, com intenso tráfego de caminhões e veículos de passageiros;
- Ligações aéreas;
- Ligação ferroviária, preferencialmente para cargas.

Com o vizinho Estado de Mato Grosso do Sul, ocorre a articulação através de:

- Via Marechal Rondon, ligada à BR-262, e Via Raposo Tavares, ligada à BR-267;
- Ligações aéreas;

- Ligações ferroviárias: Ferronorte, em bitola de 1,60 m. e Noroeste, em bitola de 1,00 m.;
- Hidrovia Tietê-Paraná.

Com o vizinho Estado do Paraná as vertebrações se processam através de:

- Várias ligações com a SP-270, Via Raposo Tavares, sendo a mais importante a conexão por Ourinhos, e a ligação entre as capitais dos dois estados pela Via Régis Bittencourt;
- Ligações aéreas;
- Ligações ferroviárias, em bitola de 1,00 m., através de Ourinhos, ociosa, Itararé, suspensa, e Pinhalzinho, de traçado atualizado, com tráfego mais solicitado, respondendo também pela conexão com os sistemas do sul do país, Argentina e Paraguai.

Por fim, não existem ligações, em funcionamento, do Estado de São Paulo com os portos do Oceano Pacífico. Os contactos com a economia asiática e australiana, e com a costa oriental dos Estados Unidos atravessam o Canal do Panamá ou o Estreito de Magalhães, fugindo da travessia da Cordilheira dos Andes.

A ligação ferroviária projetada entre Santos, La Paz e Arica, porto chileno, encontra-se inconclusa, como já foi citado. Eventuais cargas brasileiras atravessam a cordilheira por um extenso caminho rodoviário, passando

por Mendoza, na Argentina, e Santiago, no Chile. A ligação costa a costa existente não é utilizada por falta de acordo político entre os países envolvidos: parte de Santos, alcança Santa Cruz de La Sierra na Bolívia, via antiga Estrada de Ferro Noroeste, desvia para o sul atingindo Salta na Argentina, retomando em seguida o rumo oeste para chegar a Antofagasta, no litoral chileno.

Deve-se lembrar que cerca de 10% de nossas exportações de soja, mais de 200.000 toneladas/ano, viajam em torno de 13.000 milhas para atingir o Japão, saindo do centro-oeste até os portos Atlântico e daí contornando o Continente Sul-Americano. Viagem que poderia ser reduzida a 11.000 milhas, se utilizada a conexão ferroviária existente, entre Baurú, Santa Cruz de la Sierra, Salta e Antofagasta, conforme pode ser observado na FIGURA N. 9, das conexões ferroviárias internacionais sul-americanas.

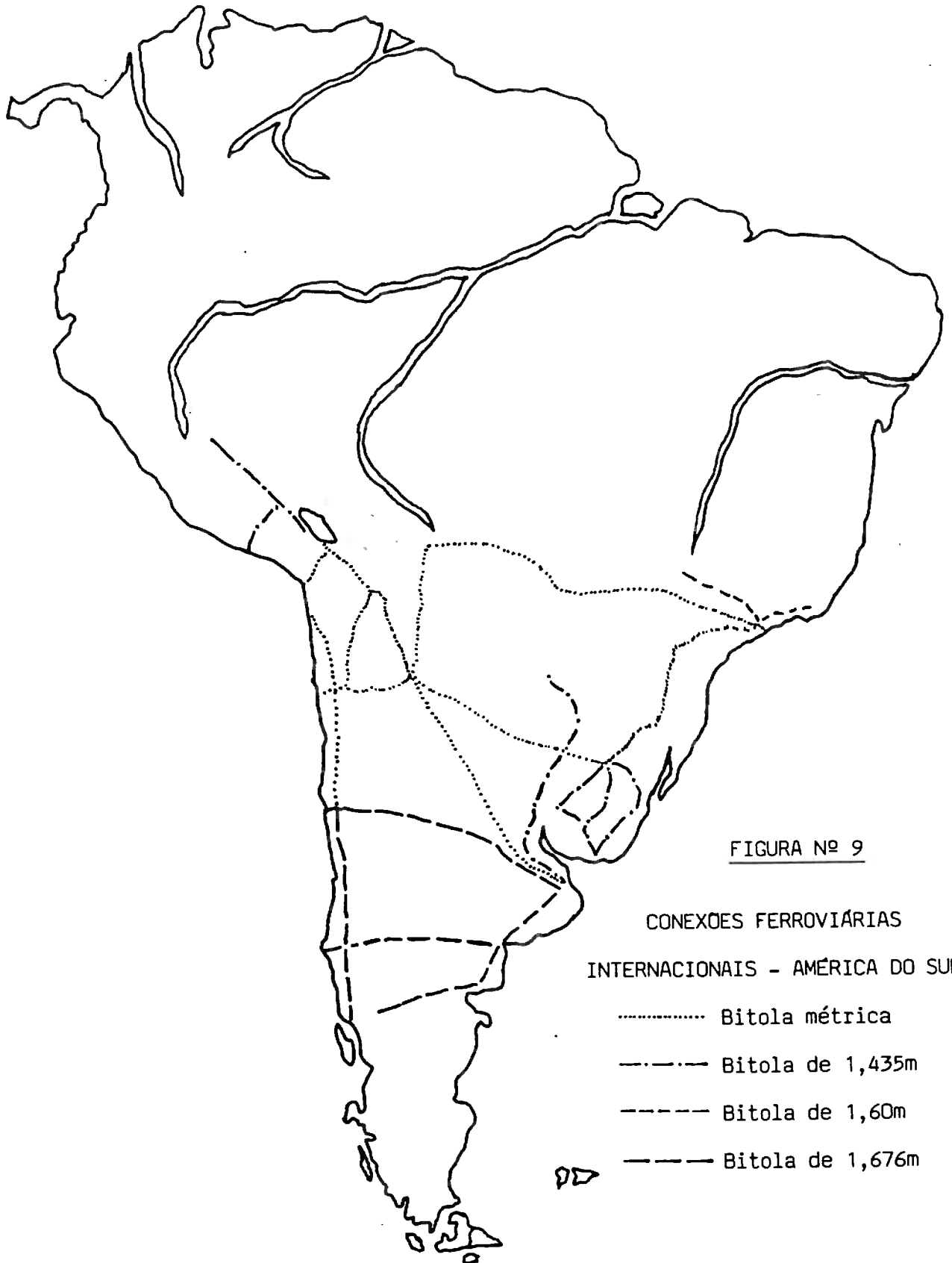


FIGURA Nº 9

CONEXOES FERROVIÁRIAS
INTERNACIONAIS - AMÉRICA DO SUL

- Bitola métrica
- . - . - Bitola de 1,435m
- - - - - Bitola de 1,60m
- Bitola de 1,676m



- Característica 3:

Todos os sistemas de transportes sempre dependem de algum tipo de integração modal, visando melhor aproveitamento dos investimentos, menor custo unitário de deslocamento, menor tempo de viagem, maior segurança, ou maior acessibilidade. Tal é o sentido do modelo de Carlos de Meira Mattos, desenvolvido a partir das observações de Mário Travassos.

O surto rodoviarista brasileiro dos anos 60 e 70 mereceu uma avaliação crítica de Meira Mattos, justamente por colocar os modos de transporte mais modernos, avião e caminhão, em oposição aos mais antigos, trem e barco, recebendo os primeiros grandes parcelas dos investimentos públicos contra um elevado grau de abandono dos últimos.

A tendência rodoviarista foi mais marcante no Estado de São Paulo, cujo governo acabou construindo uma rede de estradas de rodagem modernas, seguindo o padrão dos países economicamente mais avançados. Nas décadas de 60 e 70 o governo estadual cortou investimentos nas ferrovias sob sua jurisdição, alegando falta de verbas, ao mesmo tempo em que suprimiu drasticamente a oferta de viagens de passageiros e a captação de carga geral, além de implantar uma política drástica de erradicação de ramais, inclusive o ramal entre Mairinque e Evangelista de Souza, hoje um dos trechos de importância estratégica na malha paulista.

A partir de 1982, o Governo do Estado de São Paulo mudou o rumo da política de transportes, voltando a investir nos modos ferroviário e hidroviário, sem interromper a construção de modernas rodovias em praticamente todo seu território. A mudança de rumo gerou uma nova concepção de integração intermodal, onde cada segmento detém uma especialização de serviços e todos eles se complementam na entrega do produto final. Em 1992 já funcionava o terminal de integração de Pederneiras, conectando a Hidrovia do Tietê com o sistema ferroviário.

Dessa forma pode-se concluir que a operação da rede de transportes estadual tende para o modelo de integração intermodal de Meira Mattos, com os cinco principais modos de transporte, rodoviário, aeroviário, ferroviário, hidroviário e dutoviário, exercendo trabalhos em alguns casos especializados, em outros complementares. O veículo rodoviário, mais ágil, tem maior capacidade de integração com os demais sistemas e mantém o papel hegemônico no conjunto da rede. A hidrovia recuperou sua presença na rede, perfeitamente articulada com a ferrovia e a rodovia. Situação diferente é aquela observada na malha federal. Nela, o surto aéreo-rodoviarista não foi sucedido pela concepção multi-modal. O governo da União não conseguiu manter o ritmo dos investimentos em estradas de rodagem, relegando-as, a partir da década de 80, ao mesmo abandono das ferrovias. Tal situação se torna crítica para a rede

de transportes paulista, cujas ligações com Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Curitiba se processam através de rodovias saturadas e não conservadas, sem nenhuma política de aproveitamento simultâneo das ferrovias existentes, que permanecem ociosas.

- Característica 4:

O crescimento das ferrovias e rodovias pelo interior do estado, geralmente, seguiu os vales dos rios ou as cristas dos divisores de águas. O princípio da "linha de menor resistência física" ditou essa prática. O mesmo critério valeu no enfrentamento da Serra do Mar, entre o litoral e o planalto, onde as ligações por trilhos, pavimentos ou dutos, sempre se utilizaram das passagens mais favoráveis. O desenvolvimento da tecnologia e das próprias redes, entretanto, tende a modificar a validade dos traçados escolhidos. Assim é que, as primeiras linhas ferroviárias costumavam acompanhar as curvas de nível das encostas, alcançando seu destino através de desenhos sinuosos. Ao longo do tempo, as linhas passaram por sucessivas alterações de traçado, à medida que as novas tecnologias permitiam projetos mais arrojados de engenharia civil. Da mesma forma as modernas rodovias vencem obstáculos com mais facilidade, permitindo mais segurança e maior velocidade.

Tais considerações permitem as seguintes aplicações do modelo ao objeto em estudo:

- a. Poucas observações poderão ser feitas sobre os traçados das rodovias paulistas, em geral de alto padrão. No entanto, há várias décadas, persiste a dificuldade de transposição da área urbana da capital pelo tráfego rodoviário. A construção de

um anel perimetral representa a alternativa de linha de menor resistência na travessia da mancha urbana da capital.

b. Analogamente, o tráfego ferroviário encontra forte resistência na travessia da área urbana, em função da programação dos trens de subúrbio. Nesse caso, a modernização da ligação Campinas-Mairinque-Santos ofereceu o melhor traçado, fugindo da impedância dos trens urbanos. O mesmo efeito foi obtido na ligação entre Rio Grande da Serra e Suzano para o tráfego de trens entre Santos e Rio de Janeiro, também evitando a área urbana. Por fim, resta somente o tráfego entre Rio de Janeiro e interior do Estado de São Paulo que compartilha as vias com o trem de subúrbio. Nesse caso, o antigo projeto de aproveitamento de uma das margens do Rio Tietê para a implantação de variante para trens de carga entre a Penha e a Lapa corresponde à escolha de traçado através da linha de menor resistência.

c. Ainda em relação ao sistema ferroviário, é oportuna a avaliação dos traçados das antigas Noroeste e Sorocabana, em bitola de 1,00 m., na região compartilhada com a linha de bitola de 1,60 m. entre Bauru e Panorama. Nessa região as duas linhas citadas de bitola métrica apresentam

traçados anacrônicos, excessivamente sinuosos. A primeira delas corre bastante próxima à Hidrovia do Tietê e se comporta mais como ferrovia de ligação com o Mato Grosso do Sul e com a Bolívia, com pouca influência no interior do Estado de São Paulo. Assim, a aplicação do princípio de escolha da linha de menor resistência leva à indicação da alternativa de implantação de um desvio da linha Noroeste em algum ponto próximo do Rio Paraná em direção à linha de bitola larga, passando esta para bitola mista. Nesse caso, a ligação entre o Rio Paraná e Bauru, para os trens oriundos do Mato Grosso do Sul cairia dos atuais 462 quilômetros para menos de 400 quilômetros, graças ao traçado modernizado da linha de bitola larga. Como hipótese de estudo o desvio de traçado pode vir a ser projetado entre o município de Castilho, na barranca do Rio Paraná, e a cidade de Pacaembú, já no ramal de Panorama, distantes entre si cerca de 80 quilômetros.

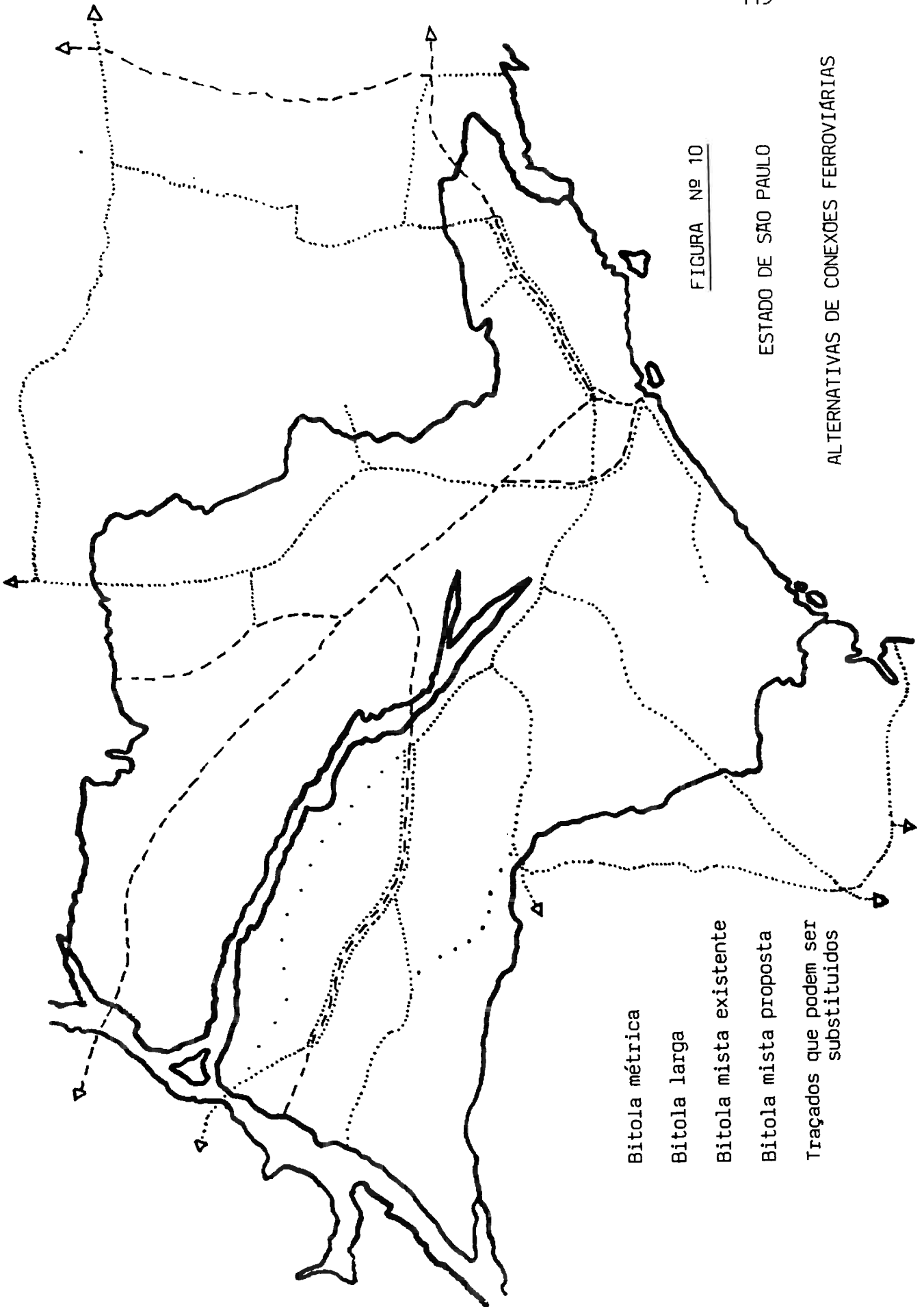
Analogamente ao caso anterior, a linha procedente de Presidente Epitácio pode também usufruir do traçado retificado do ramal de Panorama através de uma ligação entre Quatá e Pompéia, distantes entre si cerca de 55 quilômetros, desde que haja a aludida mudança para bitola mista no ramal de

Panorama. Implantadas as alterações mencionadas, a rede ferroviária no extremo oeste do estado será reduzida de três ramais para um ramal, alimentado na ponta por um sistema espinha de peixe, e percorrendo a linha de menor resistência, no caso, o traçado retificado do ramal de Panorama, atualmente em bitola de 1,60 m.. A alternativa de traçados consta da FIGURA N. 10, ao final desta "característica 4".

- d. A conexão ferroviária entre as cidades de São Paulo e Belo Horizonte é possível através do eixo em bitola de 1,60 m. que segue para nordeste da capital paulista até Barra Mansa, onde se articula com a Ferrovia do Aço, permitindo o acesso a Belo Horizonte, numa distância total de 773 quilômetros. A utilização da Ferrovia do Aço é dificultada em função da prioridade do transporte de minério de ferro. Uma segunda conexão entre as duas capitais segue pelo eixo norte, em bitola de 1,00 metro, até o município mineiro de Uberaba, defletindo para leste até Belo Horizonte, tendo percorrido mais de 1.200 quilômetros para contornar a Serra da Canastra. Uma alternativa de ligação entre São Paulo e Belo Horizonte é a transformação do atual sistema em bitola larga em bitola mista até Cruzeiro, para se alcançar Belo

Horizonte pela linha de bitola de 1 m. Por essa linha, e percorrendo um traçado mais antigo e ocioso, é possível ligar as duas cidades sem interferir no tráfego da Ferrovia do Aço, obtendo-se, ainda, a vantagem adicional de conexão com a linha métrica para Angra do Reis. A alternativa pode ser observada na FIGURA Nº 10, a seguir.

- e. A construção da FERRONORTE a partir de Santa Fé do Sul é um exemplo de escolha da linha de menor resistência. Entre as outras opções é a que oferece menor distância até o litoral e maior capacidade de escoamento.



Bitola métrica

Bitola larga

Bitola mista existente

Bitola mista proposta

Traçados que podem ser substituídos

FIGURA Nº 10

ESTADO DE SÃO PAULO

ALTERNATIVAS DE CONEXÕES FERROVIÁRIAS

- Característica 5:

A escolha do modo de transporte hidroviário tem o registro histórico, no Estado de São Paulo, com o ciclo dos bandeirantes, através do Rio Tietê, então a linha de menor resistência para a conquista do território interior.

Posteriormente, com a chegada da ferrovia, a hidrovia ficou em segundo plano, em função dos obstáculos à navegação de longo curso no Estado.

A partir de 1960, a ferrovia também foi relegada, assumindo um papel destacado do sistema rodoviário. Atualmente, a rede rodoviária cobre todo o território do estado, não existindo espaços para opções de investimentos entre os modos de Transporte.

Com a estrutura já existente coloca-se a necessidade de uma correta política de utilização dos recursos. Assim a Hidrovia do Tietê, conectada à ferrovia através do terminal de Federneiras, deve ser considerada como o caminho natural para a carga de exportação gerada em sua área de influência.

Por fim, observando-se que as rodovias federais para o Rio de Janeiro e Belo Horizonte apresentam sinais de saturação, pode-se propor algum nível de divisão de trabalho com as ferrovias existentes, seja para uma parte da cargas, seja para a oferta de transporte de passageiros nos horários de pico.

- Característica 6:

A vertebração fica prejudicada com a existência de estrangulamentos, ou gargalos, no transporte de mercadorias através da malha. O estrangulamento existe quando os fluxos transportados encontram uma resistência pontual no trajeto, condicionando o desempenho do processo nas etapas seguintes. O estudo dos estrangulamentos é uma abordagem pontual de H.L.GAUTHIER.

Como já foi mencionado, a rede rodoviária do Estado de São Paulo recebeu um bom volume de investimentos públicos, de tal forma que pode ser considerada moderna, atendendo a demanda do estado e de fora dele. Os estrangulamentos aparecem nas proximidades da Região Metropolitana. O Plano Diretor de Transporte de Carga na Macrometrópole de São Paulo, do Governo do Estado, ao propor a construção do Anel Perimetral, aponta alguns gargalos rodoviários:

- Ligação Sorocaba-Juquiá. SP-79; não responde à demanda de 7.680 t/dia entre a Via Anhanguera e a Via Régis Bittencourt.
- Avenida Bandeirantes e Marginal do Rio Pinheiros; estão saturadas com a demanda do eixo Anchieta-Imigrantes para o eixo Anhanguera-Bandeirantes, 29.540 t/dia, e para o eixo Raposo Tavares-Castelo Branco, 21.890 t/dia.
- Rodovia Padre Manoel da Nóbrega, SP-55; está saturada com o fluxo de veículos de carga, 1.200

veículos/dia, e de passageiros, 9.000
veículos/dia.

- Avenida do Estado e Marginal do Rio Tietê; estão saturadas com a demanda do eixo Anchieta-Imigrantes para o eixo Dutra-Trabalhadores, 10.400 t/dia.

Já em relação ao transporte ferroviário de carga, a modernização da ligação Campinas-Mairinque-Santos resolveu dois grandes gargalos:

- A travessia da capital; as cargas oriundas do interior, nas duas bitolas, contornam a mancha urbana, liberando as linhas centrais para os trens urbanos de passageiros.
- A transposição da Serra do Mar; na estrutura anterior, a subida da serra atendia até 9 milhões de toneladas por ano no sistema por cremalheira em bitola larga e até 11 milhões de toneladas por ano no sistema por simples aderência em bitola métrica; na estrutura atual, é mantido o sistema por cremalheira e o sistema por simples aderência foi duplicado e transformado em bitola mista, suportando até 33 milhões de toneladas por ano.

A malha ferroviária no estado apresenta, porém, um outro tipo de estrangulamento, não perfeitamente quantificável: trata-se da utilização de duas bitolas diferentes, em 1,00 e 1,60 m. A rigor, existem duas redes incompatíveis entre

si. Recordar-se que os países de economia mais dinâmica trataram de unificar a bitola ferroviária já no início deste século, em busca da racionalidade do sistema. Além de unificá-las internamente, superaram-se restrições de ordem militar e convencionou-se a existência de uma bitola universal, de 1,435 m., que permite o livre tráfego internacional e facilita trocas de material rodante.

No caso do Estado de São Paulo, as malhas apresentam os seguintes números:

- Bitola de 1,00 m., Rede Ferroviária Federal e Ferrovia Paulista, cerca de 4.000 quilômetros;
- Bitola de 1,60 m., RFFSA e FEPASA, cerca de 2.000 quilômetros.

A diversidade de bitolas é também um problema de ordem nacional e continental. Os Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro dispõem de redes diferenciadas em 1,00 m. e 1,60 m. Os demais estados brasileiros são servidos por redes em bitola de 1,00 m., e o Estado do Amapá conta com uma ferrovia em bitola de 1,435 m. O intercâmbio do Brasil com o Uruguai, Paraguai e Argentina exige transbordo nas fronteiras da nossa bitola de 1,00 m. para 1,435 m. A Argentina e o Chile operam redes de 3 bitolas: 1,00 m., 1,435m. e 1,676 m. A Bolívia utiliza a bitola de 1,00 m. e o Perú de 1,00 m. e de 1,435 m.

7. CONCLUSÕES

O objetivo perseguido na elaboração do presente trabalho foi definido como sendo aquele de estudar o desenvolvimento e a organização das redes de transporte, dentro de uma perspectiva multidisciplinar. Os vários autores pesquisados são especialistas de diferentes áreas do conhecimento, cujas contribuições foram agregadas tendo por fim um estudo de interesse da Engenharia de Transportes e uma contribuição ao profissional dessa área envolvido em planejamento estratégico.

Foram definidos, também, objetivos mais restritos, a serem conquistados por etapas, compondo ao final o objetivo maior do trabalho.

A primeira etapa dizia respeito à conceituação da evolução das redes, e sua associação com o desenvolvimento capitalista-industrial.

A segunda etapa estava associada à elaboração de uma metodologia de aplicação dos princípios teóricos pesquisados.

A terceira etapa se completava com a aplicação da metodologia proposta ao estudo de um caso, sendo ele a rede de transportes do Estado de São Paulo.

O enfrentamento da primeira etapa levou ao estudo da evolução dos sistemas de transporte desde o homem primitivo, culminando na moderna rede de transporte da

sociedade capitalista. O primeiro modelo de análise proposto sintetiza o estudo, facilitando sua aplicação a qualquer país, e oferecendo uma referência para as decisões de planejamento governamental relativas à extensão da rede.

A segunda etapa levou à sistematização de mais dois modelos de análise de redes de transporte, além do primeiro modelo, já citado.

O segundo modelo resolve com precisão as dificuldades de se caracterizar as áreas de influência das vias de transporte, geralmente definidas subjetivamente, comprometendo a aplicação dos recursos nos sistemas de transporte.

Finalmente, o terceiro modelo sintetiza as formulações dos especialistas em Geopolítica dos Transportes, preocupados em reforçar a relação entre a evolução do sistema de transportes e o desenvolvimento do sistema produtivo que dele se serve.

A terceira etapa foi vencida com a aplicação dos modelos à rede de transportes do Estado de São Paulo. O exercício permitiu uma série de conclusões, das quais são destacadas algumas:

- O surto rodoviarista deixou uma herança benéfica para o estado, que dispõe de uma rede de transportes moderna.

- O sistema de transporte rodoviário do estado é prejudicado pelos estrangulamentos observados no entorno da capital.
- O sistema de transportes do estado se beneficia das vantagens da integração entre rodovia, ferrovia e hidrovia, devendo ser destacada a ativação da Hidrovia do Tietê e do Terminal de Pederneiras.
- A não conclusão da ligação ferroviária com o porto de Arica e a não utilização da conexão com o porto de Antofagasta é prejudicial ao comércio exterior brasileiro.
- O Sistema ferroviário estadual está capacitado a absorver as cargas geradas pela FERRONORTE.
- A rede ferroviária do oeste do estado pode ser modernizada com o simples aproveitamento, em bitola mista, do ramal de Panorama, dividindo sua área de influência com a hidrovia do Rio Tietê.
- É possível uma alternativa de ligação ferroviária entre as redes de São Paulo e Minas Gerais, fugindo da saturação da Ferrovia do Aço, através da transformação do ramal entre São Paulo e Cruzeiro de bitola larga para bitola mista.
- A diferenciação de bitolas é um problema gravíssimo para as redes ferroviárias paulista, brasileira e continental, cuja solução deve ser

considerada nas políticas públicas, visando a criação de infra-estrutura moderna para o funcionamento do MERCOSUL e do mercado comum mais amplo que vier a ser implantado no continente.

Concluindo, as redes de transportes se desenvolvem continuamente, sob o impacto de intervenções geralmente localizadas, por iniciativa de agentes governamentais ou privados.

A literatura revisada neste trabalho propõe, baseada nas experiências dos países mais desenvolvidos, que as intervenções, embora localizadas, devam seguir um planejamento mais abrangente.

Os modelos de análise selecionados são apresentados, então, como um roteiro de trabalho para o planejamento estratégico das redes de transporte dos estados ou países que desejam alcançar uma etapa mais avançada, seguindo diretrizes para as intervenções localizadas em seus sistemas.

Para esse fim deve-se assentar que o planejamento estratégico das redes de transportes é uma atividade multidisciplinar, onde a Engenharia de Transportes se vale dos aportes da Economia, da Geopolítica, da Geografia e demais áreas do conhecimento.

Deve-se, por fim, advertir que o planejamento estratégico das redes é uma exigência dos tempos modernos, que apontam para a consolidação e integração dos mercados

continentais. Entre eles, o MERCOSUL se dirige à maturidade percorrendo uma rede de transportes obsoleta, herdada de um longo período de funcionamento de economias excludentes e cercadas por barreiras físicas artificiais, sendo entre elas a mais anacrônica a não unificação das bitolas ferroviárias. O que leva a crer que Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai serão forçados brevemente pelos impulsos dos mercados a derrubar as barreiras físicas entre suas redes de transportes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCALY, R. E. Aggregation and Gravity Models: Some Empirical Evidence. The Geographical Review, selection 11 (cópia sem data).

ANDRADE, Manuel Correia de. Geopolítica do Brasil. São Paulo: Ática, 1989. 64 p. (série Princípios). Bibliografia: p. 5. ISBN 85-08-03335-4.

BONADIO, Geraldo. O Tropeiro e a Identidade Nacional. Revista Mineral, Sorocaba - SP, ano XII, n. 80, p. 15, ago 1989.

CEPAL - COMISION ECONOMICA PARA AMÉRICA LATINA. Los Ferrocarriles Internacionales de Sudamerica y la Integración Economica Regional. Nueva York: Naciones Unidas, 1972. 198 p.

COOLEY, C.H., in American Economic Association, Vol. IX, nº 3, May 1894, citado pela The Geographycal Review.

COSTA, Luís César Amad, MELLO, Leonel Itaussu A. História do Brasil. São Paulo: Editora Scipione, 1990, 336 p. il.

COUTO E SILVA, Golbery do. Conjuntura Política Nacional o Poder Executivo E Geopolítica do Brasil. José Olympio Editora, 1981. 274 p.

DERSA, Desenvolvimento Rodoviário S.A. Plano Diretor de Transporte de Carga na Macrometrópole de São Paulo. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, sem data, 47 p. il.

GARÓFALO, Gilson de Lima, CARVALHO, Luiz Carlos Pereira de. Teoria Microeconômica 2. ed. São Paulo: Atlas, 1986. 574 p. Bibliografia: 338-359. ISBN 85-224-0035-0.

GAUTHIER, H. L. Least Cost Flows in a Capacitated Network: A Brazilian Example. The Geographical Review, selection 12 (cópia sem data).

HURST, M. E. Eliot. The Geographic Study of Transportation, Its Definition, Growth, and Scope. The Geographical Review, selection 1 (cópia sem data).

LEME, Ruy Aguiar da Silva. Contribuições à Teoria da Localização Industrial. Boletim nº 39, São Paulo: Faculdade de Ciências Econômicas e Administrativas. Universidade de São Paulo, 1965. 365 p.

MACKINDER, Sir Halford J. Geophysical Pivot of History, 1904 (obra citada por Meira Mattos)

MARX, Carlos. El Capital: Crítica de la Economía Política - Tomo III / vol 4 / Livro Segundo. Publicado por Friedrich Engels. 4. edición en español. México: Siglo XXI, 1978. Bibliografía: p. 177-181. ISBN 968-23-0086-X.

MATOS, Odilon Nogueira de. Café e Ferrovias. 2. ed. São Paulo: Alfa - Omega. 130 p.

MATTOS, Carlos de Meira. Ferrovia: Aspectos Geopolíticos. In: I Simpósio Nacional de Transporte Ferroviário, 1988, São Paulo, Anais. São Paulo, IFEA, 1988. 898 p. p.223-233.

MATTOS, Carlos de Meira. A Geopolítica e as Projeções do Poder. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio Editora, 1977, 148 p. il.

MATTOS, Carlos de Meira. Brasil - Geopolítica e Destino. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército - Editora, 1975, 110 p.il.

MATTOS, Carlos de Meira. Um Geopolítica Pan-Amazônica. Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio Editora, 1980, 216 p. il.

MELLO, João Manuel Cardoso de. O Capitalismo Tardio. 3. ed. São Paulo: Brasiliense, 1984. 177p.

MELLO, Leonel Itaussu A., COSTA, Luís César Amad. História Antiga e Medieval. São Paulo: Abril, 1985, 320 p. il. (Abril Educação). Bibliografía: p. 41-65.

MELLO, Leonel Itaussu A., COSTA, Luís César Amad. História Moderna e Contemporânea. Reedição. São Paulo: Scipione, 1993, 416 p. il. ISBN 85-262-1879-4.

MIYAMOTO, Shiguenoli. O Pensamento Geopolítico Brasileiro (1920-1980). São Paulo, 1981. 287 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo.

MUSGRAVE, Richard A., MUSGRAVE, Peggy B. Finanças Públicas: Teoria e Prática. Tradução por Carlos

Alberto Primo Braga. Rio de Janeiro: Campus; São Paulo: Ed. da USP, 1980. 673 p. ISBN 85-7001-045-1.

NOVAES, Antonio Galvão. Sistemas de Transportes. Volume 3: Equilíbrio Oferta-Demanda. São Paulo: Edgard Blucher, 1986. Bibliografia: p. 343-369.

FATERSON, J. H. Terra, Trabalho e Recursos. Uma Introdução à Geografia Econômica. Tradução por Fernando de Castro Ferro. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

PRADO Júnior, Caio. História Econômica do Brasil. São Paulo: Brasiliense, 1973, 354 p.

ROSSETTI, José Paschoal. Introdução à Economia 6. ed. São Paulo: Atlas, 1977. Bibliografia: p. 780-788.

SILVA, Golbery do Couto e. Conjuntura Política Nacional, O Poder Executivo & Geopolítica do Brasil. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio Editora, 1981, 274 p. il.

SODRÉ, Nelson Werneck. História Militar do Brasil. Rio de Janeiro: Editora Civilização Brasileira, 1965. 440 p.

TAAFFE, Edward J., MORRIL, Richard L., GOULD, Peter R. Transport Expansion in Underdeveloped Countries: A Comparative Analysis (1960) New York, The Geographical Review, 53, 1963.

TRAVASSOS, Mário. Introdução à Geografia das Comunicações Brasileiras. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio Editora, 1942, 208 p. il.

TRAVASSOS, Mário. Projeção Continental do Brasil. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1947, 254 p. il.