



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
S E T O R D E T E C N O L O G I
A
DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES

APOSTILA DE SISTEMAS DE TRANSPORTES

CURSO: ENGENHARIA CIVIL

DISCIPLINA: TT 056 – Sistemas de Transportes

**PROFESSORES: Djalma Martins Pereira
Eduardo Ratton
Gilza Fernandes Blasi
Márcia de Andrade Pereira
Wilson Küster Filho**

Organização: Profa. Márcia de Andrade Pereira
Eloá Lenzion

Agosto / 2013

APRESENTAÇÃO

Esta apostila foi desenvolvida por meio da compilação de vários estudos e relatos executados por autores da área e também anotações de aula. Sendo, as referências utilizadas para a composição de cada capítulo agrupadas ao final dos mesmos.

O objetivo é fornecer aos estudantes universitários subsídios para que possam entender as características e peculiaridades das diversas modalidades de transportes, sendo capaz de distingui-las, por meio de seus atributos técnicos e econômicos.

Assim, aborda de forma específica e conceitual cada modal de transporte bem como o seu estágio de desenvolvimento no Brasil. Para tanto, foi dividido em nove capítulos, cada qual com um fim específico, apresentando a seguinte estrutura:

- Capítulo 1 — Introdução: define transporte, relata um breve histórico de transporte e sua ligação com o desenvolvimento de um país, além disso, mostra os componentes de um sistema de transporte e os seus modais e, por fim, apresenta a matriz de transporte brasileira comparando-a com a de outros países;
- Capítulo 2 — Unitização de Cargas: esclarece a classificação universal das cargas e mostra os equipamentos usados na unitização, bem como suas vantagens, dando ênfase aos *containers*;
- Capítulo 3 — Modo Rodoviário: aborda as principais características do modal, suas vantagens e desvantagens, como também o sistema rodoviário e as atualidades do transporte rodoviário no Brasil;
- Capítulo 4 — Modo Ferroviário: aborda as principais características do modal, suas vantagens e desvantagens, como também o sistema ferroviário e as atualidades do transporte ferroviário no Brasil;

- Capítulo 5 — Modo Marítimo: aborda as principais características do modal, suas vantagens e desvantagens, como também o sistema marítimo e as atualidades do transporte marítimo no Brasil;
- Capítulo 6 — Modo Hidroviário: aborda as principais características do modal, suas vantagens e desvantagens, como também o sistema hidroviário e as atualidades do transporte hidroviário no Brasil;
- Capítulo 7 — Modo Aéreo: aborda as principais características do modal, suas vantagens e desvantagens, como também o sistema aéreo e as atualidades do transporte aéreo no Brasil;
- Capítulo 8 — Modo Dutoviário: aborda as principais características do modal, suas vantagens e desvantagens, como também o sistema dutoviário e as atualidades do transporte dutoviário no Brasil;
- Capítulo 9 — Transporte Multimodal: compara as peculiaridades de cada modal com os demais, conceitua transporte multimodal e expõe suas vantagens.

Como trata-se de um assunto que sempre tem seus aperfeiçoamentos e inovações, pretende-se atualizar esse material sempre que torne-se necessário.

Esse material foi preparado para fins didáticos.

1. INTRODUÇÃO AO SISTEMA DE TRANSPORTES

1.1. TRANSPORTES

O transporte é responsável por todo e qualquer atividade econômica, sem ele, não há desenvolvimento em uma cidade, região ou país. Para se comprar uma roupa, por exemplo, o algodão teve que ser levado à fábrica de tecidos. Posteriormente, foi transportado ao local de confecção de roupas, para então estar disponíveis em lojas.

Como se pode perceber o transporte está intimamente ligado às diversas atividades. Sendo assim, transporte é um meio que viabiliza de forma econômica os deslocamentos para satisfação de necessidades pessoais ou coletivas, sendo que, os maiores benefícios produzidos são a mobilidade e acessibilidade.

O transporte é o principal responsável pela movimentação de um fluxo material, de forma eficaz e eficiente, desde um ponto fornecedor até um ponto consumidor. Por isso, é o responsável pela grande parcela dos custos logísticos dentro da maioria das empresas e possui participação significativa no PIB em nações com relativo grau de desenvolvimento.

Conseqüentemente, obras de infraestrutura não somente encurtam as distâncias, mas também, melhoram e agilizam a mobilidade e contribuem para geração de novas tecnologias. Além disso, promovem a troca de produtos, bens, técnicas e informações com outras regiões e/ou países. Dessa forma, intensificam o crescimento industrial, aumentando o mercado e a produção, com isso, gerando empregos.

Portanto, a infraestrutura de transportes é um pré-requisito para o desenvolvimento de uma cidade, de um país. Segundo, VIANA (2007) “Os países que têm boa infraestrutura de transportes não a têm por serem desenvolvidos. Antes, são desenvolvidos porque cuidaram, no devido tempo, das suas estradas e das vias de transporte de todo tipo.”

1.2. INTEGRAÇÃO CONTINENTAL

A integração entre países permite a permuta de bens, informações e tecnologias. A TABELA 1.1 apresenta os pontos de ligação do Brasil com alguns países sul-americanos.

TABELA 1.1 — INTEGRAÇÃO CONTINENTAL BRASILEIRA

PAÍS	INTEGRAÇÃO CONTINENTAL
Argentina	11 Ligações Rodoviárias — 01 Ligação Ferroviária — 04 Pontes
Bolívia	04 Ligações Rodoviárias — 01 Ligação Ferroviária — 01 Ponte — 01 Hidrovia
Colômbia	01 Hidrovia
Guiana	01 Ligação Rodoviária — 01 Ponte
Guiana Francesa	01 Ligação Rodoviária — 01 Ponte
Paraguai	03 Ligações Rodoviárias — 01 Ponte
Peru	01 Ligação Rodoviária — 01 Ponte
Uruguai	05 Ligações Rodoviárias — 03 Pontes
Venezuela	01 Ligação Rodoviária

FONTE:

As FIGURA 1.1 a 1.15 apresentam os pontos nos quais ocorre a integração do Brasil com os demais países.

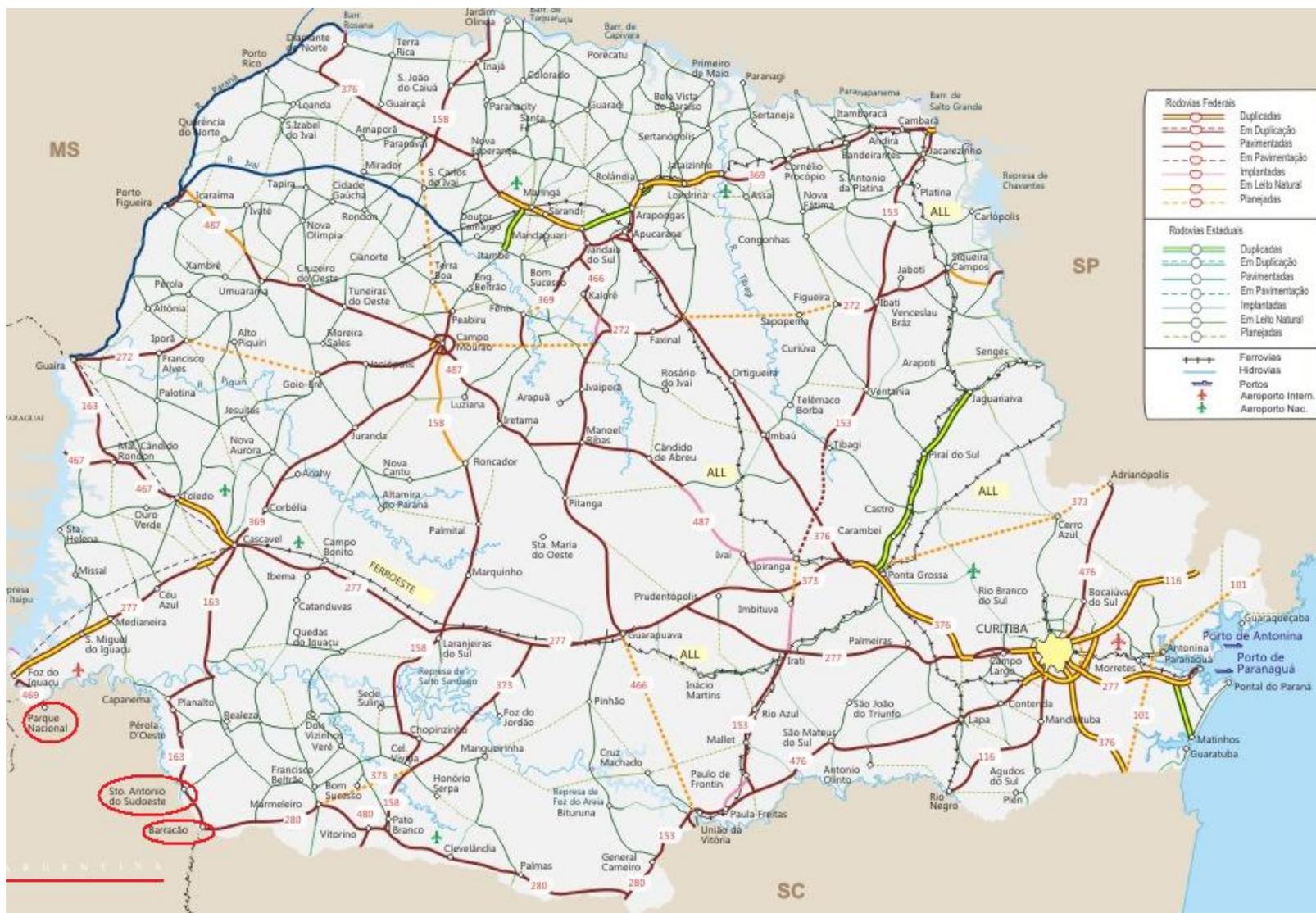


FIGURA 1.1 — INTEGRAÇÃO CONTINENTAL PARANÁ-ARGENTINA
 FONTE: BIT, 2011



FIGURA 1.2 — INTEGRAÇÃO CONTINENTAL SANTA CATARINA-ARGENTINA
 FONTE: BIT, 2011



FIGURA 1.3 — INTEGRAÇÃO CONTINENTAL RIO GRANDE DO SUL-ARGENTINA
 FONTE: BIT, 2011

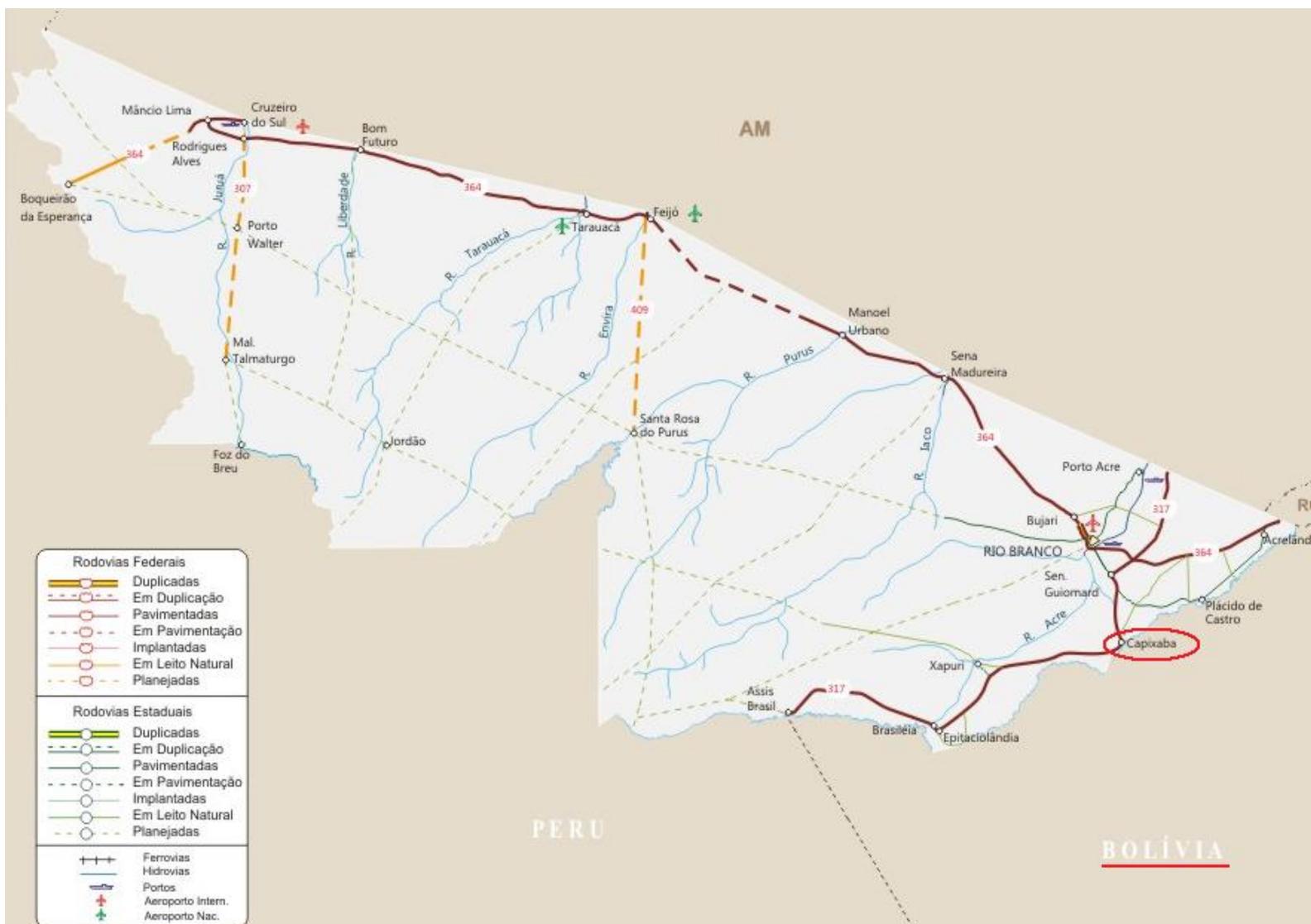


FIGURA 1.4 — INTEGRAÇÃO CONTINENTAL ACRE-BOLÍVIA
 FONTE: BIT, 2011

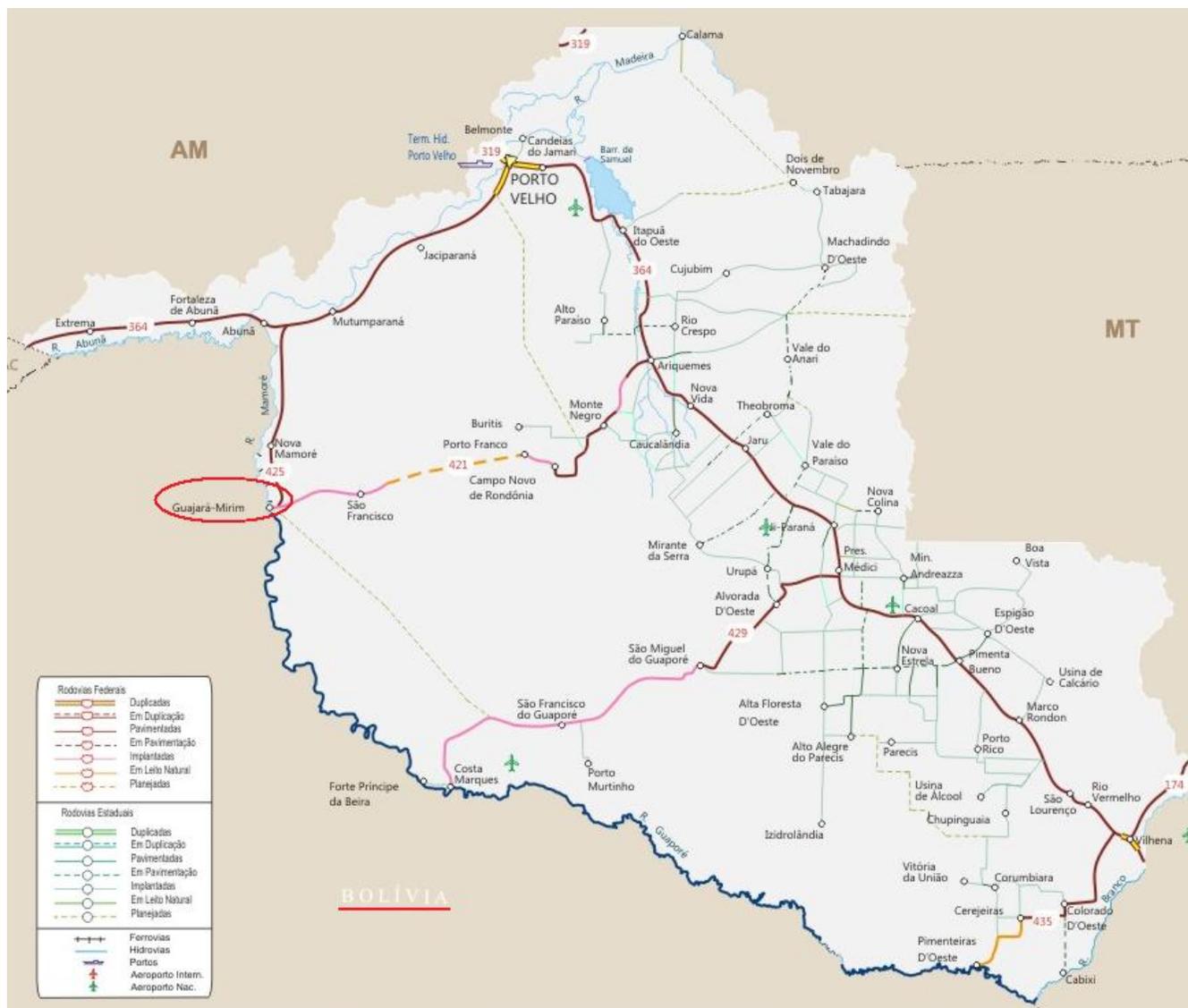


FIGURA 1.5 — INTEGRAÇÃO CONTINENTAL RONDÔNIA-BOLÍVIA
 FONTE: BIT, 2011

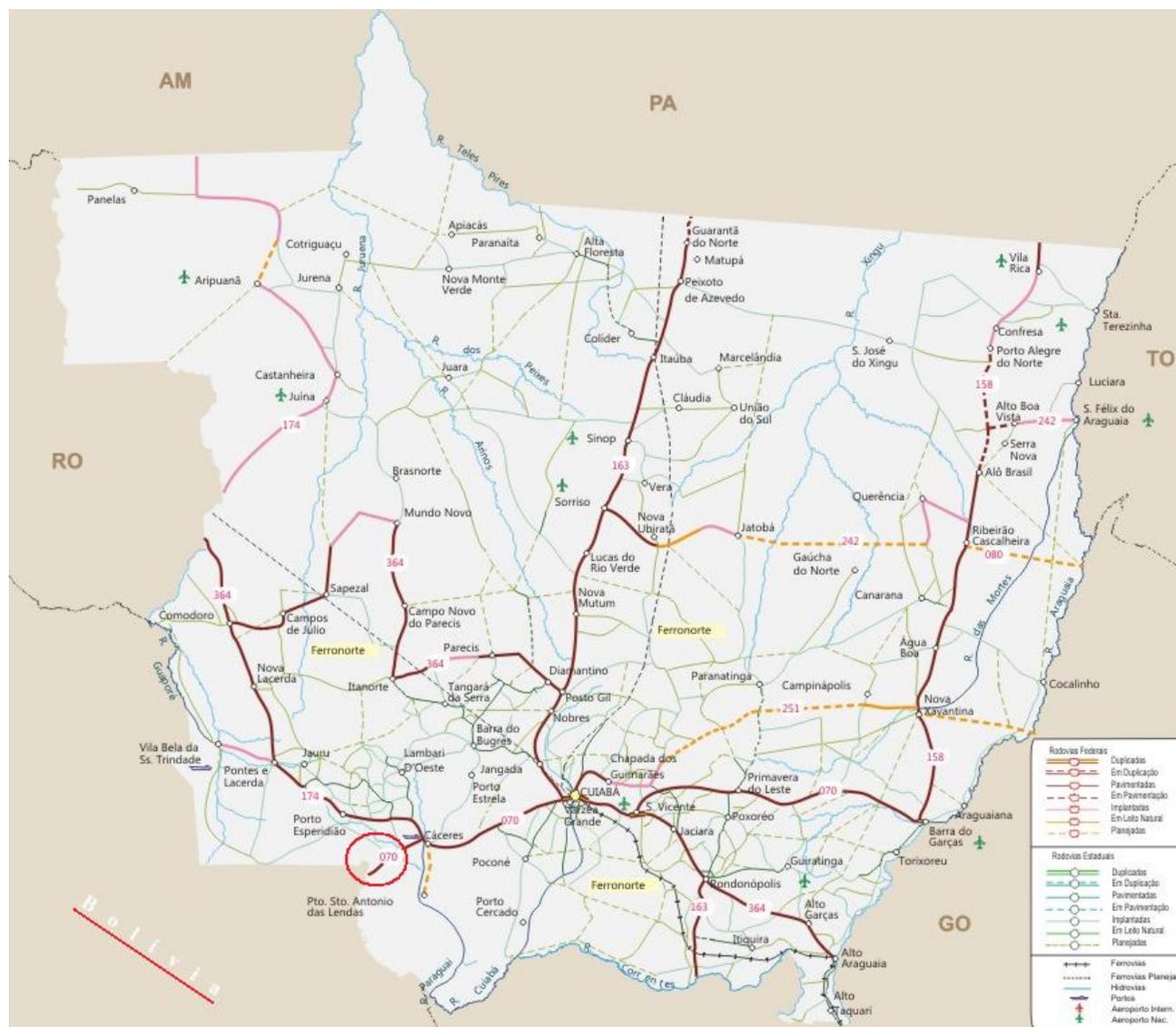


FIGURA 1.6 — INTEGRAÇÃO CONTINENTAL MATO GROSSO-BOLÍVIA
 FONTE: BIT, 2011

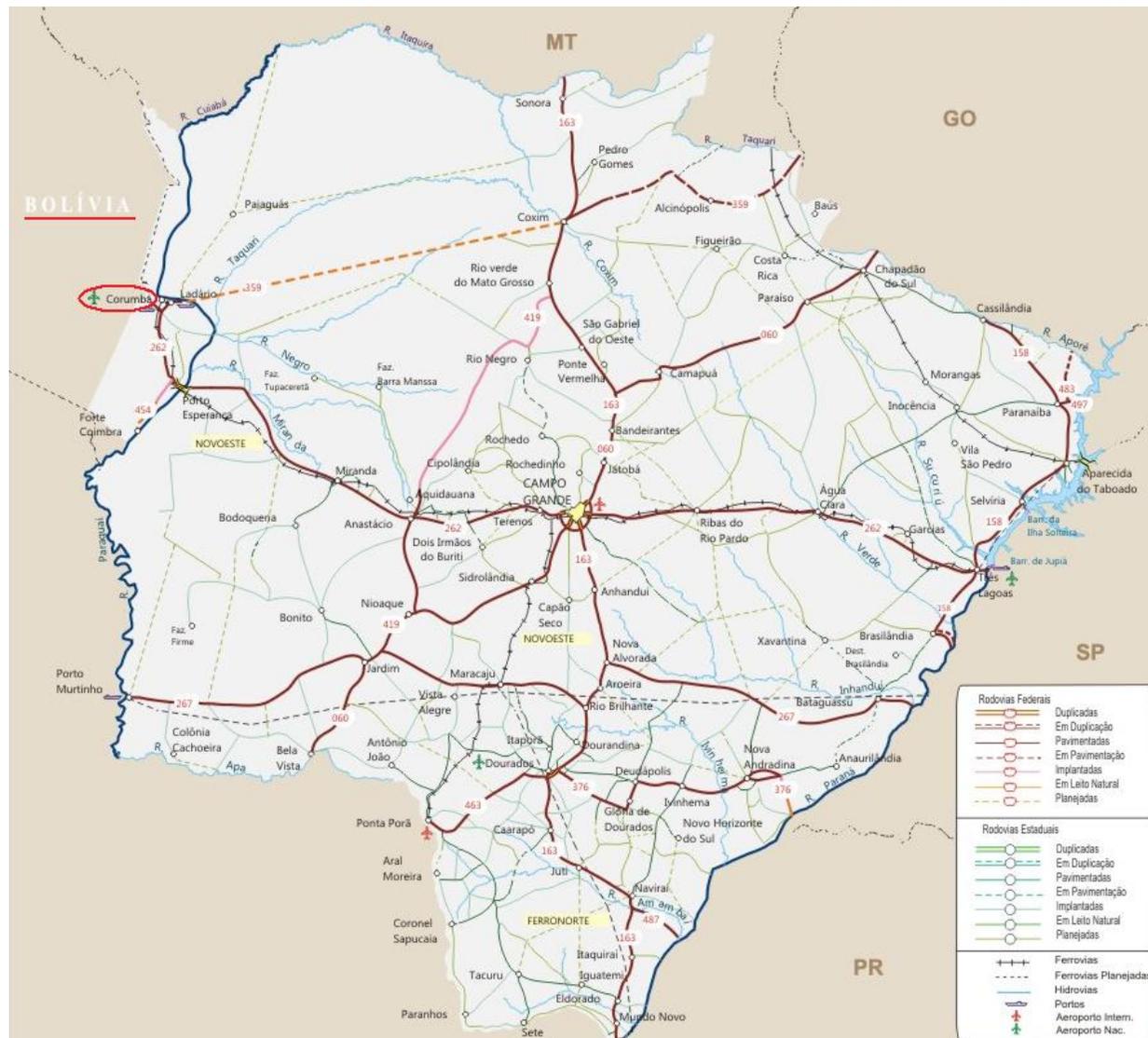


FIGURA 1.7 — INTEGRAÇÃO CONTINENTAL MATO GROSSO DO SUL-BOLÍVIA
 FONTE: BIT, 2011

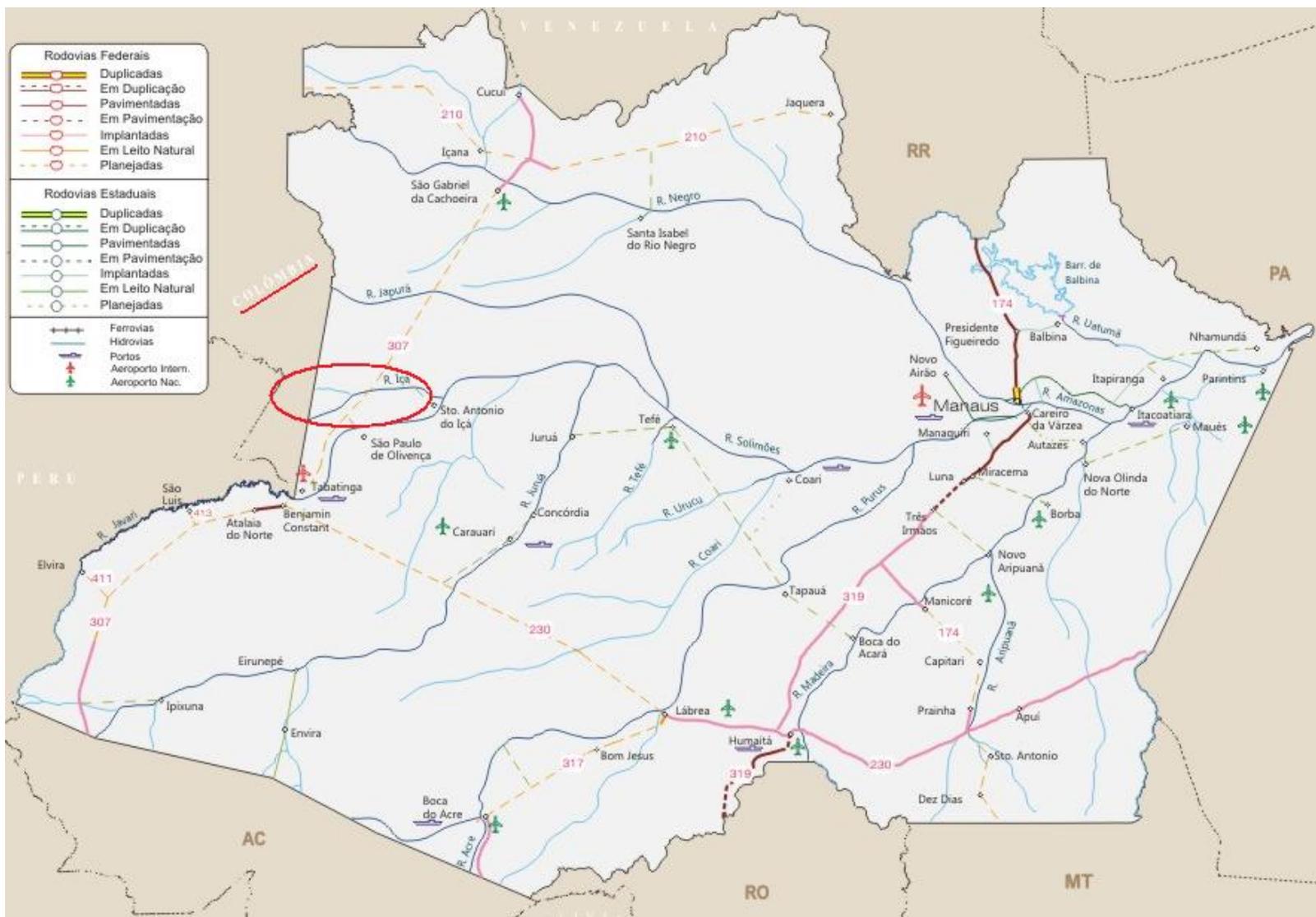


FIGURA 1.8 — INTEGRAÇÃO CONTINENTAL AMAZONAS-COLÔMBIA
 FONTE: BIT, 2011

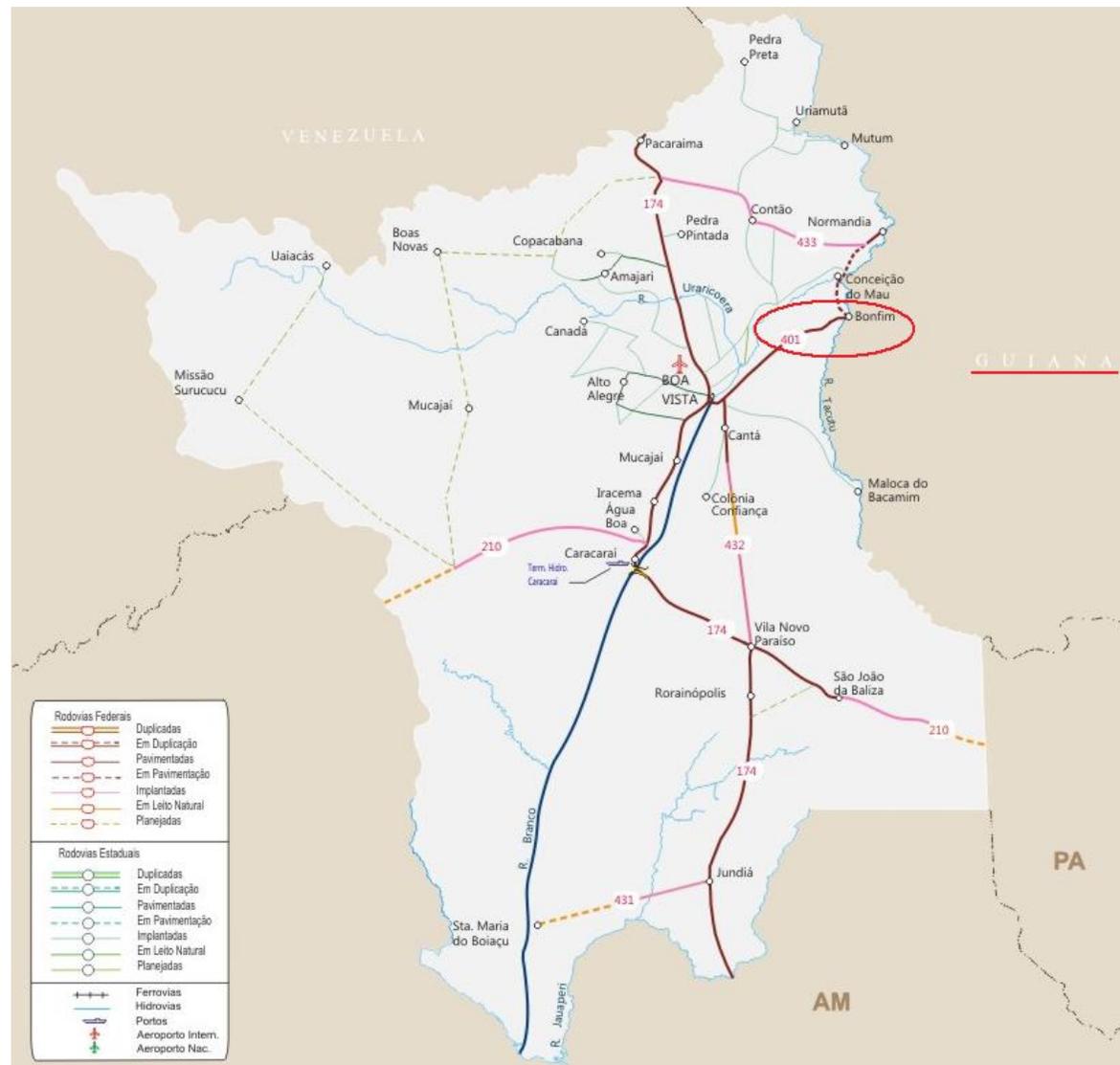


FIGURA 1.9 — INTEGRAÇÃO CONTINENTAL RORAIMA-GUIANA
 FONTE: BIT, 2011

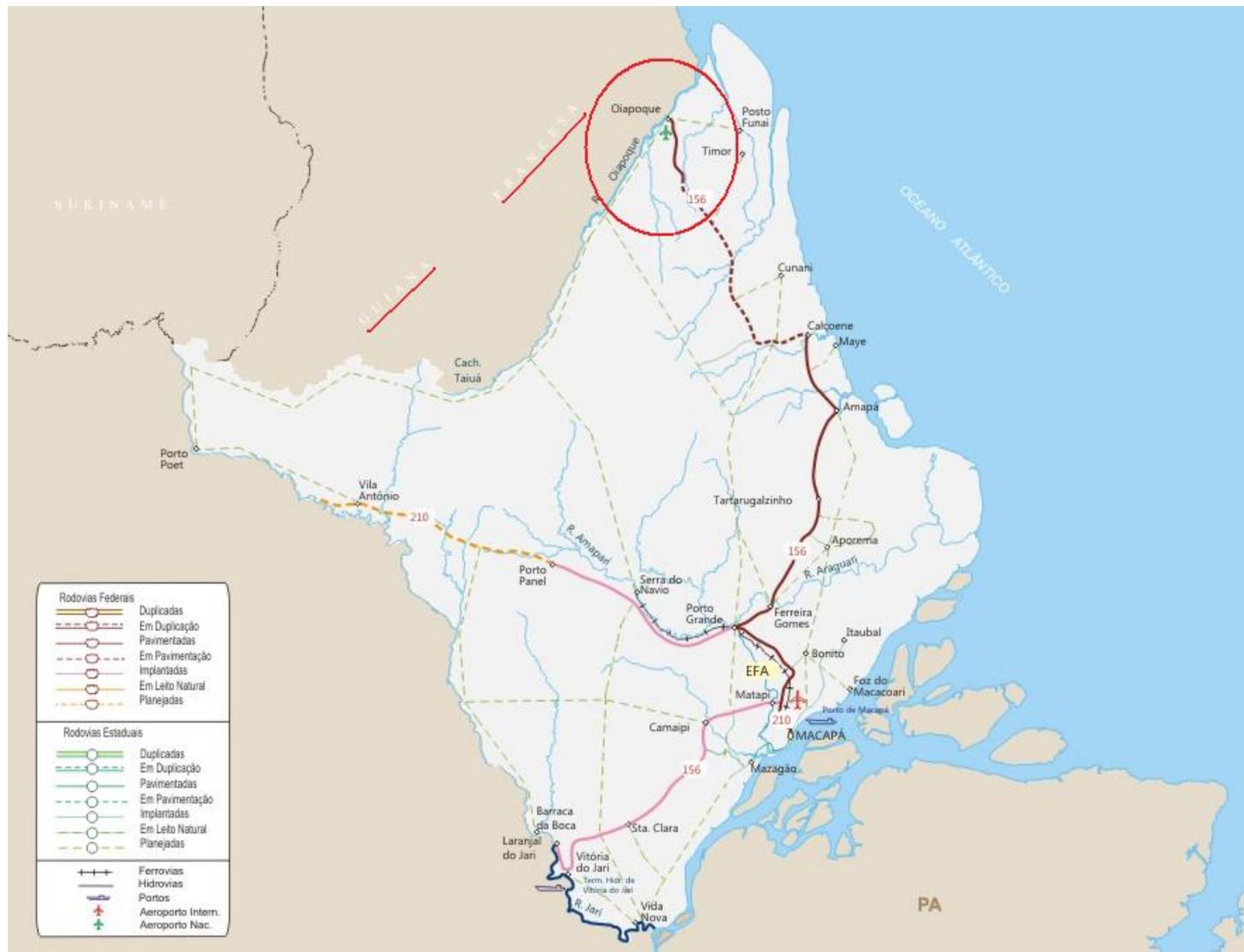


FIGURA 1.10 — INTEGRAÇÃO CONTINENTAL AMAPÁ-GUIA FRANCESA
 FONTE: BIT, 2011

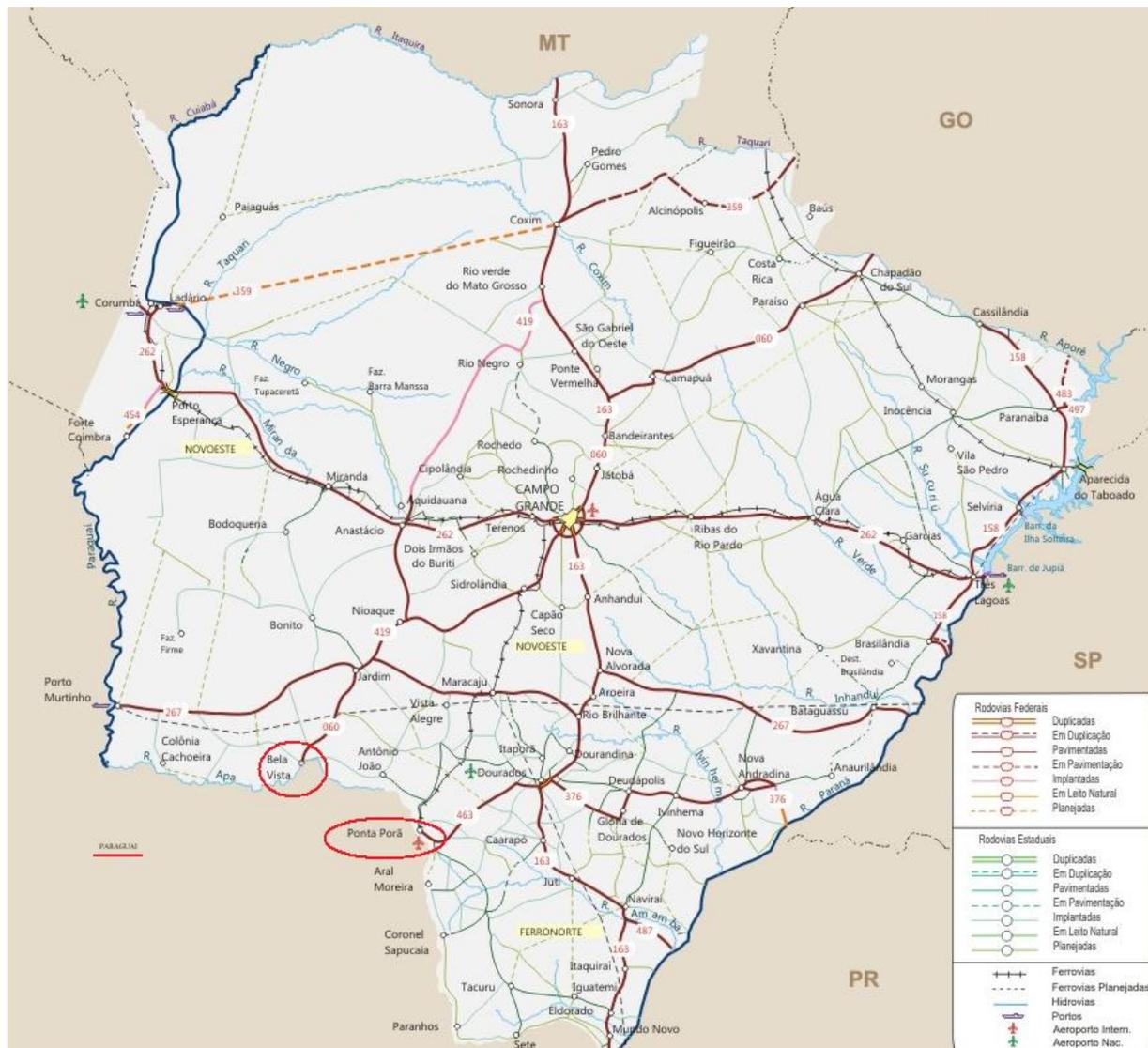


FIGURA 1.11 — INTEGRAÇÃO CONTINENTAL MATO GROSSO DO SUL-PARAGUAI
 FONTE: BIT, 2011

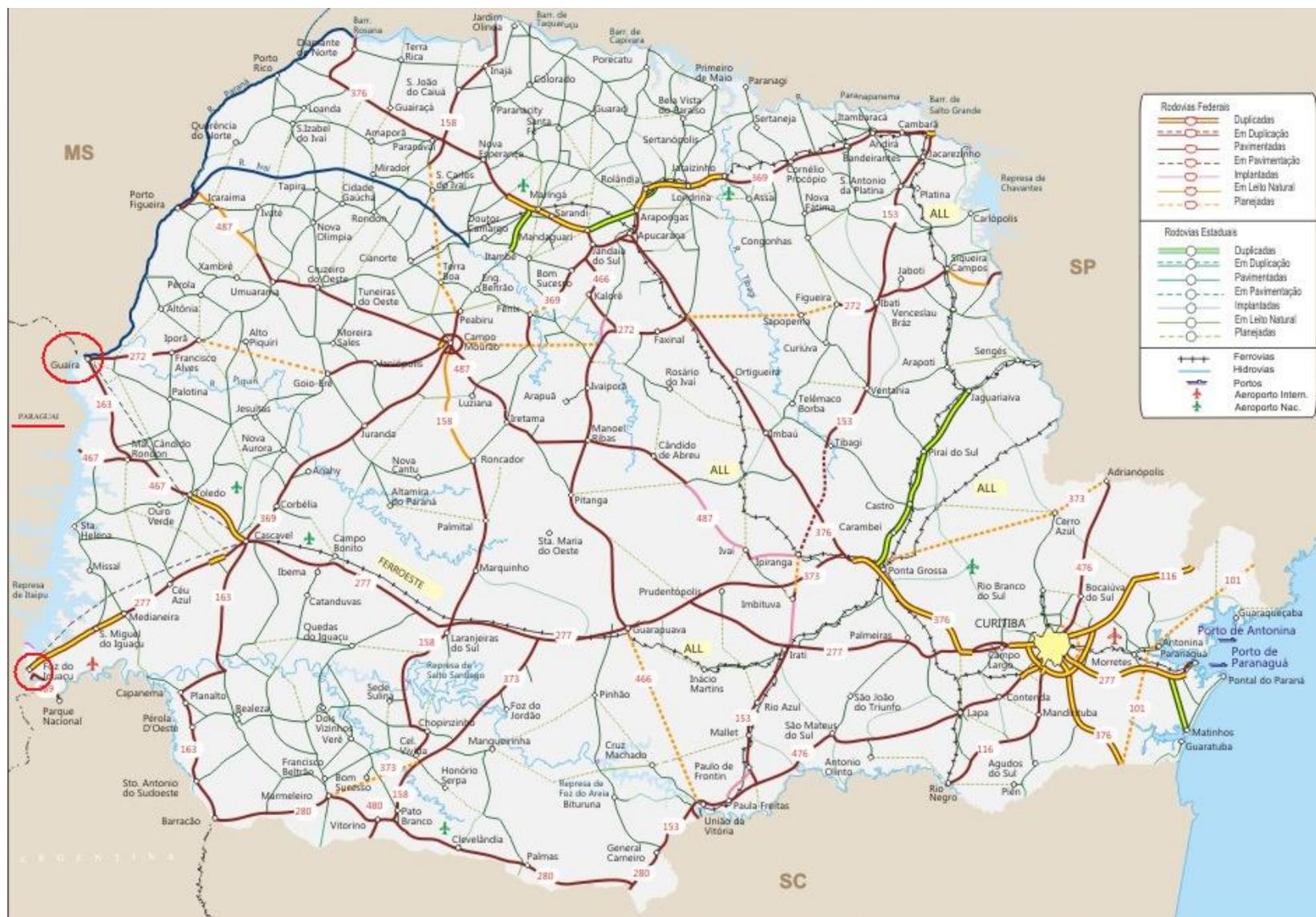


FIGURA 1.12 — INTEGRAÇÃO CONTINENTAL PARANÁ-PARAGUAI
 FONTE: BIT, 2011

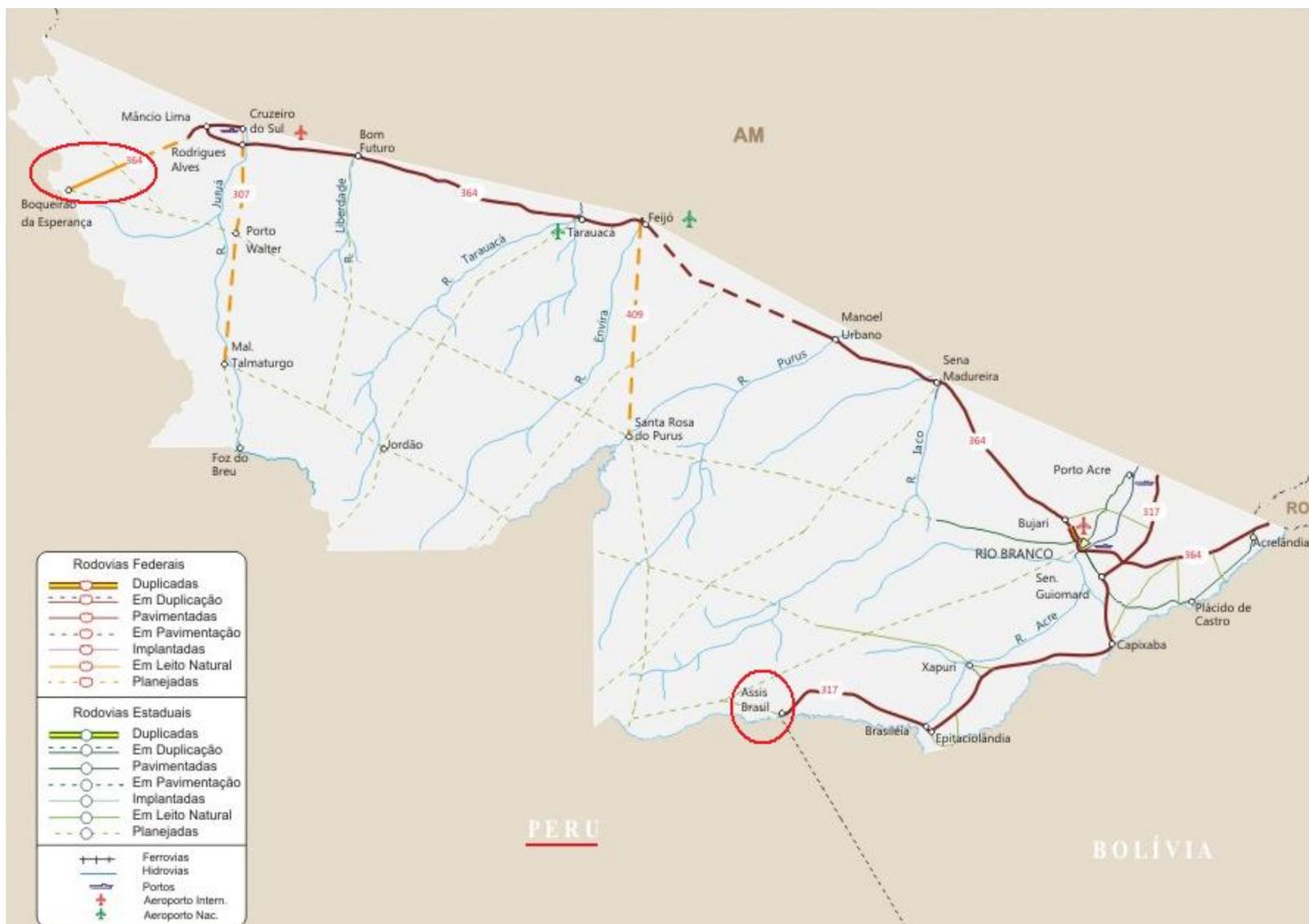


FIGURA 1.13— INTEGRAÇÃO CONTINENTAL ACRE-PERU
 FONTE: BIT, 2011



FIGURA 1.14 — INTEGRAÇÃO CONTINENTAL RIO GRANDE DO SUL-URUGUAI
 FONTE: BIT, 2011

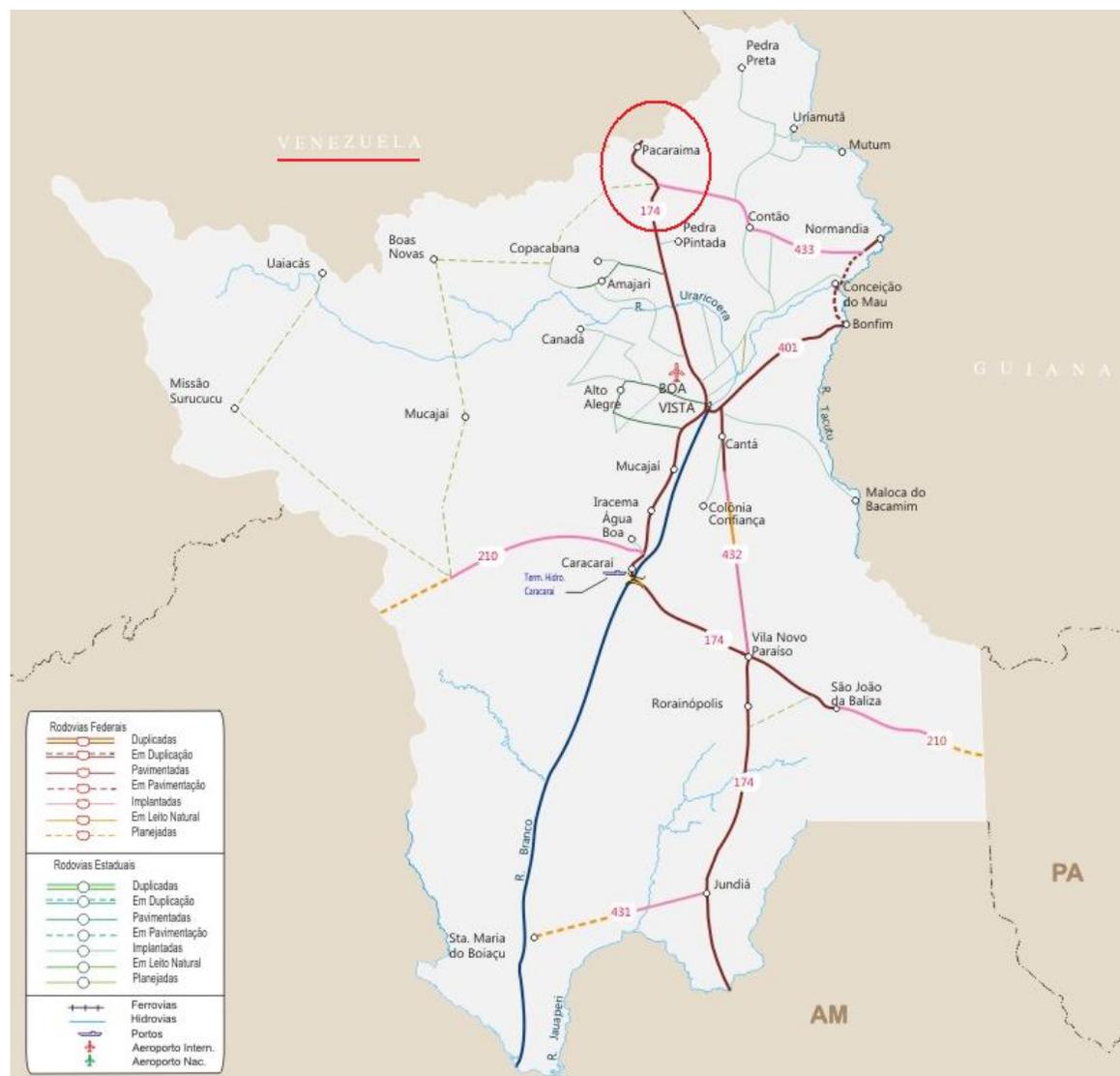


FIGURA 1.15 — INTEGRAÇÃO CONTINENTAL AMAPÁ-VENEZUELA
 FONTE: BIT, 2011

1.3. O ENGENHEIRO CIVIL E A ÁREA DE TRANSPORTES

Como é perceptível, transportar não é apenas uma questão técnica; é também uma questão social e política, pois organiza o movimento de pessoas no espaço urbano e rural.

Desse modo, a área de transportes necessita de técnicos com excelente formação para viabilizar um desenvolvimento sustentável e, ao mesmo tempo, encaminhar boas soluções para os efeitos negativos provocados pelo consumo de transportes.

De acordo, com a Resolução 218/1973 no Art. 7º, do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA), o Engenheiro Civil ou o Engenheiro de Fortificação e Construção é o profissional, sob o ponto de vista legal, que tem a prerrogativa de criar, desenvolver, coordenar e atuar na área de transportes.

Art. 7º Compete ao ENGENHEIRO CIVIL ou ao ENGENHEIRO DE FORTIFICAÇÃO E CONSTRUÇÃO:

I – o desempenho das atividades 01 a 18 do artigo 1º desta Resolução, referente a edificações, estradas, pistas de rolamento e aeroportos; sistemas de transportes, de abastecimento de água e de saneamento; portos, rios, canais, barragens e diques; drenagem e irrigação; pontes e grandes estruturas; seus serviços afins e correlatos.”

“Art. 1º Para efeito de fiscalização do exercício profissional correspondente às diferentes modalidades da Engenharia, Arquitetura e Agronomia em nível superior e em nível médio, ficam designadas as seguintes atividades:

Atividade 01 — Supervisão, coordenação e orientação técnica;

Atividade 02 — Estudo, planejamento, projeto e especificação;

Atividade 03 — Estudo de viabilidade técnica econômica;

Atividade 04 — Assistência, assessoria e consultoria;

Atividade 05 — Direção de obra e serviço técnico;

Atividade 06 — Vistoria, perícia, avaliação, arbitramento, laudo e parecer técnico;

Atividade 07 — Desempenho de cargo e função técnica;

Atividade 08 — Ensino, pesquisa, análise, experimentação, ensaio e divulgação técnica; extensão;

Atividade 09 — Elaboração de orçamento;

Atividade 10 — Padronização, mensuração e controle de qualidade;

Atividade 11 — Execução de obra e serviço técnico;

Atividade 12 — Fiscalização de obra e serviço técnico;

Atividade 13 — Produção técnica e especializada;

Atividade 14 — Condução de trabalho técnico;

Atividade 15 — Condução de equipe de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção;

Atividade 16 — Execução de instalação, montagem e reparo;

Atividade 17 — Operação e manutenção de equipamento e instalação;
Atividade 18 — Execução de desenho técnico.
(CONFEA, Resolução 218/1973, 1973)

1.3.1. Órgãos e Departamentos

Na TABELA 1.2, pode-se observar uma relação dos principais órgãos e departamentos ligados a infraestrutura de transportes nacional.

TABELA 1.2 — RELAÇÃO DOS PRINCIPAIS ÓRGÃOS E DEPARTAMENTOS NACIONAIS DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

ÓRGÃO/DEPARTAMENTO	SITE
Ministério dos Transportes	http://www.transportes.gov.br/
Confederação Nacional de Transportes	http://www.cnt.org.br/Paginas/index.aspx
Associação Nacional do Transporte de Cargas e Logística	http://www.portalntc.org.br/
Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre	http://www.dnit.gov.br/
Agência Nacional de Transportes Terrestres	http://www.antt.gov.br/
Agência Nacional de Transportes Aquaviários	http://www.antaq.gov.br/Portal/default.asp
Associação Brasileira de Movimentação Logística	http://www.abml.org.br/website/
Associação Brasileira dos Terminais Portuários	http://www.abtp.com.br/
Infraestrutura de Aeroportos	http://www.infraero.gov.br/

FONTE: FIESP, 2011

1.4. HISTÓRICO DO TRANSPORTE

Desde os primórdios de sua existência, o homem tem a necessidade de se deslocar. Primeiramente utilizava a sua própria força e posteriormente a de animais no uso de veículos com esse tipo de tração.



FIGURA 1.16 — EXEMPLO DE TRANSPORTE COM TRAÇÃO ANIMAL
FONTE: Cidadão do Mundo

No século XVIII foi inventada a máquina a vapor, a qual propiciou o aparecimento dos primeiros meios mecânicos de transporte: o marítimo e o ferroviário. Durante a Revolução Industrial a ferrovia cresceu, transformando-se no modo de transporte mais rápido e com maior capacidade de deslocar grandes volumes, ocasionando o surgimento da rede ferroviária europeia que interligava os países.



FIGURA 1.17 — EXEMPLO DE TREM A VAPOR
FONTE: Casa de Inverno

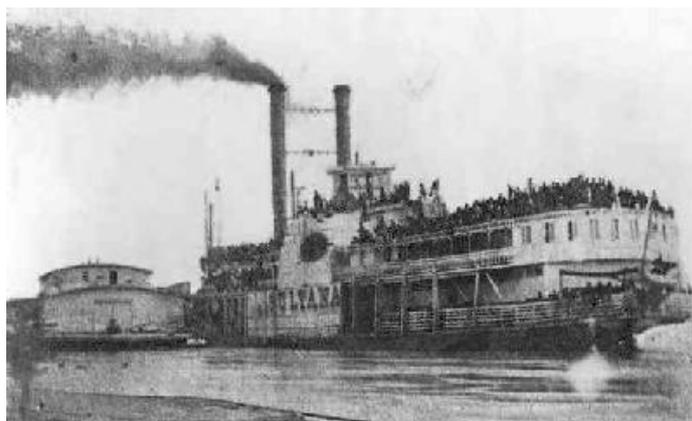


FIGURA 1.18 — EXEMPLO DE NAVIO A VAPOR
FONTE: Depokafé

No início do século XX surgiram os motores de explosão, que foi criando a era do automóvel. Vinte anos mais tarde apareceu o transporte aéreo, que teve sua notabilidade após a Primeira Guerra Mundial, e hoje é considerado o transporte mais rápido e moderno.



FIGURA 1.19 — EXEMPLO AUTOMÓVEIS
FONTE: Jornal Alpha Autos

Os dutos tiveram sua primeira utilização são para a distribuição de água, já como transporte de mercadorias teve seu início em 1859, com o descobrimento do petróleo.

1.5. COMPONENTES DO SISTEMA DE TRANSPORTES

Sistema é todo conjunto de partes que se interagem de modo a atingir um determinado fim, de acordo com um plano ou princípio. Os principais elementos

relacionados ao conceito de sistema são: o meio ambiente, a entrada (recursos) e saídas (resultados).

No caso do sistema de transportes as partes que os compõem são as vias, os veículos, os terminais que se interagem de modo a promover deslocamento espacial de pessoas e mercadorias.

Entende-se por via o local pelo qual transitaram os veículos, que por sua vez, são os elementos que promovem o transporte e sendo o terminal o local destinando para a realização da carga e descarga e armazenamento de mercadorias.

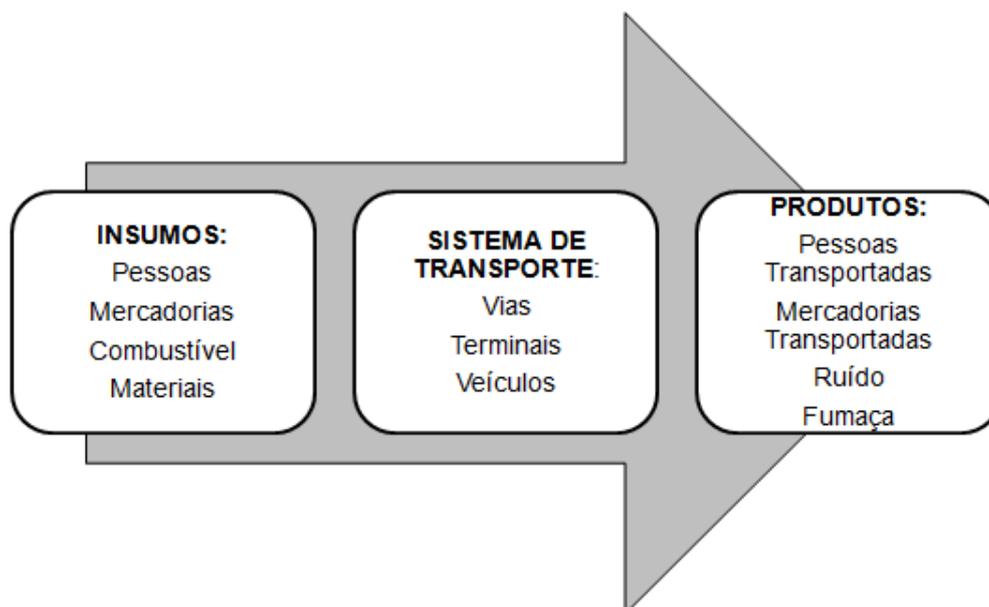


FIGURA 1.20 — FLUXOGRAMA DO SISTEMA DE TRANSPORTE
FONTE: KAWAMOTO, 2002

1.6. MODAIS DE TRANSPORTES

Há cinco tipos básicos de modais para o transporte de cargas.

- Rodoviário: aquele feito por caminhões, carretas, boggies e treminhões.
- Ferroviário: aquele realizado nas ferrovias por trens, compostos de vagões que são puxados por locomotivas.
- Aquaviário: abrange o modo marítimo e hidroviário.

- Marítimo: aquele onde a carga é transportada por embarcações, através de mares e oceanos.
- Hidroviário: também denominado de fluvial ou lacustre, aquele transportado em embarcações pelos rios, lagos ou lagoas.
- Aeroviário: aquele realizado por aeronaves.
- Dutoviário: aquele em que os produtos são transportados por meio de dutos.

Cada modal apresenta seus próprios custos e características operacionais, o que os tornam mais adequados para certos tipos de operações e produtos. Todas as modalidades têm suas vantagens e desvantagens. Algumas são adequadas para um determinado tipo de mercadorias e outras não.

A escolha da melhor opção de transporte é feita pela análise da natureza e características da mercadoria, como o tamanho do lote. Além disso, deve-se verificar as restrições e os níveis de serviços prestados por cada modal, bem como a disponibilidade e frequência do transporte, o tempo de trânsito, o valor do frete, entre outros critérios.

1.6.1. Matriz de Transporte Brasileira

Na FIGURA 1.21 é possível verificar como é a matriz de transportes brasileira. Já a FIGURA 1.22 apresenta uma comparação com a matriz de outros países.

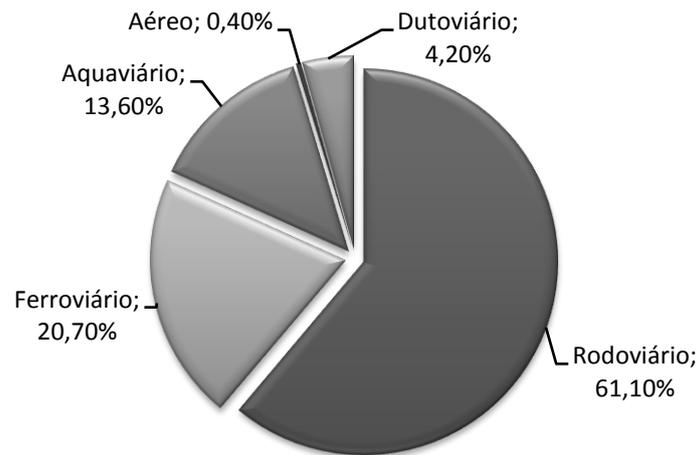


FIGURA 1.21 — GRÁFICO DA MATRIZ DE TRANSPORTE DO BRASIL
 FONTE: ANTT, 2005 *apput* PNLT, 2007 e CNT,2011

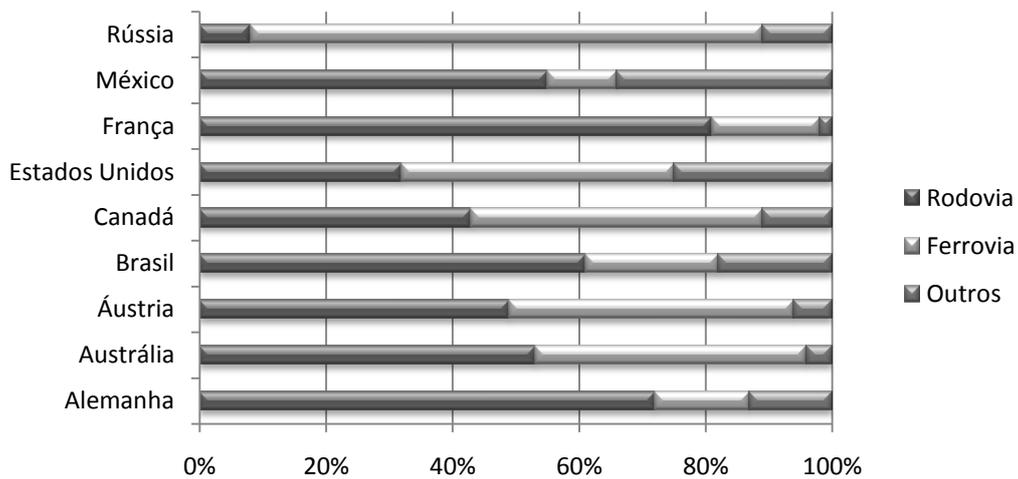


FIGURA 1.22 — COMPARAÇÃO DA MATRIZ DE TRANSPORTE BRASILEIRA COM A DE OUTROS PAÍSES
 FONTE: ANTT, 2005 *apput* PNLT, 2007 e CNT, 2011

Exceto a Alemanha que apresenta cerca de 70% do transporte de cargas efetuado por rodovias, a FIGURA 1.22 mostra que a maioria dos países desenvolvidos apresentam uma distribuição mais equilibrada entre os modais.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério dos Transportes. *CD-ROM Banco de Informações dos Transportes*, 2007.
- BRASIL. Ministério dos Transportes. *Plano Nacional de Logística de Transportes*, 2007.
- CIDADE DE INVERNO. Disponível em <<http://casadeinverno.wordpress.com/2010/05/25/a-locomotiva-e-os-relacionamentos/>>. Acesso em: 19 de julho de 2011.
- CIDADÃO DO MUNDO. Disponível em <<http://cidadeodomundo.weblog.com.pt/arquivo/039069.html>>. Acesso em: 19 de julho de 2011.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE — CNT. *Boletim Estatístico 01/2011*. Disponível em <<http://www.cnt.org.br/Imagens%20CNT/PDFs%20CNT/Boletim%20Estat%20C3%ADstico/BoletimEstatistico.Jan.2011.pdf>>. Acesso em: 27 de junho de 2011.
- CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA — CONFEA. *Resolução 218/1973*, 1973. Disponível em <<http://normativos.confea.org.br/ementas/visualiza.asp?idEmenta=266&idTipoEmenta=5&Numero=>>>. Acesso em 27 de junho de 2011.
- DEPOKAFÉ. Disponível em <<http://depokafe.wordpress.com/2009/04/27/hoje-na-historia-o-naufragio-do-sultana/>>. Acesso em: 19 de julho de 2011.
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO — FIESP. *Conceito*, 2011. Disponível em <<http://www.fiesp.com.br/infra-estrutura/conceitos.aspx>>. Acesso em: 27 de junho de 2011.
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO — FIESP. *Links Úteis*, 2011. Disponível em <<http://www.fiesp.com.br/infra-estrutura/sites.aspx>>. Acesso em: 27 de junho de 2011.
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO — FIESP. *Modais e Transportes*, 2011. Disponível em <http://www.fiesp.com.br/infra-estrutura/transporte/default_modais.aspx>. Acesso em: 27 de junho de 2011.
- JORNAL ALPHA AUTOS. Disponível em <<http://www.alphaautos.com.br/2009/11/audi-tt-rs-e-audi-r8-52-fsi-sao-eleitos.html>>. Acesso em: 19 de julho de 2011.
- KAWAMOTO, E. *Análise de Sistemas de Transportes*. 02ª Ed, São Paulo, 2002.
- MENDONÇA, P. C. C. e KEEDI, S. *Transportes e Seguros no Comércio Exterior*. São Paulo: Aduaneiras, 1997.
- RECK, G. *Notas de Aula de Planejamento de Transportes*, Universidade Federal do Paraná, 2011.
- RODRIGUES, P. R. A. *Introdução aos Sistemas de Transporte no Brasil e à Logística Internacional*. 04ª Ed, São Paulo: Aduaneiras, 2007.
- VIANNA, G. A. B. *O Mito do Rodoviarismo Brasileiro*. 02ª Ed. São Paulo: NTC&Logística, 2007.

2. CLASSIFICAÇÃO E UNITIZAÇÃO DE CARGAS

2.1. INTRODUÇÃO

A finalidade da unitização é agilizar a movimentação, com isso, reduzindo os custos por meio da utilização de modernos equipamentos, além de trazer segurança por causa da proteção oferecida ao produto.

Características das cargas como, por exemplo, peso, volume, perecibilidade, inflamabilidade, fragilidade, indicam as peculiaridades do armazenamento, manuseio e processamento dos insumos. Conseqüentemente, influenciando na estratégia logística.

2.2. CLASSIFICAÇÃO UNIVERSAL DAS CARGAS

Afim que se tenha uma uniformidade no transporte de cargas entre diferentes países, houve a necessidade de uma classificação das cargas de forma universal.

Devido à necessidade de um manejo diferenciado há uma classificação especial das cargas em frigoríficas e perigosas.

- Carga Frigorificada: É a carga que necessita ser refrigerada ou congelada para conservar as qualidades essenciais do produto durante o transporte. Por exemplo: frutas e carnes.
- Carga Perigosa: Aquela que pode provocar acidentes em virtude de sua natureza, gerando danos às demais cargas, meios de transportes e/ou colocando em risco as pessoas que manipulam essa carga. Dividida nas seguintes classes: explosivos, gases, líquidos inflamáveis, sólidos inflamáveis e semelhantes, substâncias oxidantes e peróxidos orgânicos, substâncias tóxicas (venenosas) e substâncias infectantes, materiais radioativos, corrosivos e variedades de substâncias perigosas diversas.

Para se realizar a unitização classifica-se as cargas de acordo com a sua natureza. A carga pode ser a granel ou geral e quanto à forma de transporte é dividida em granel, individual ou agrupada

- Carga a Granel (*Bulk*): é carga líquida ou seca embarcada diretamente e transportada sem acondicionamento (embalagem), não apresentando marca de identificação e sem contagem de unidades. Por exemplo: farelos e grãos.
- Carga Geral (*General*): é a carga embarcada e transportada por meio de embalagens de transportes ou unitizadas, sendo feito a contagem de unidades e tendo marca de identificação.
- Individual (*Breakbulk*): Inclui os volumes acondicionados sob dimensões e formas diversas. O embarque ocorre de maneira convencional, aumentando o tempo na manipulação, carregamento e descarregamento. Por exemplo, sacarias, fardos, caixas de papelão e madeira, engradados, veículos, máquinas, etc.
- Agrupada (Unitizada): É o agrupamento da carga, seja a granel ou geral, em uma unidade adequada, constituindo materiais arranjados e acondicionados de modo a possibilitar a movimentação e armazenagem por meios mecanizados como uma única unidade. Por exemplo, cargas containerizadas.

2.3. UNITIZAÇÃO DE CARGAS

Unitizar cargas significa agrupar volumes em uma única unidade com dimensões padronizadas, com o intuito de facilitar as operações de manuseio, movimentação, armazenagem e transporte.

Por meio da unitização reduz-se a quantidade de volumes manipulados, conseqüentemente diminui o número de manuseios da carga e da mão-de-obra, devido, também, à possibilidade de mecanização das operações de carga e descarga. Além disso, a unitização gera diminuição do tempo, dos custos de embarque e desembarque e de seguro das mercadorias, por causa da redução dos danos e roubos dos produtos.

Os principais equipamentos de unitização são o *pallet* e o *container*. Apresentando características diferentes quanto ao modal de transporte para o qual será usado.

2.3.1. *Pallet*

Pallet é uma unidade que, na sua forma, assemelha-se a um estrado. Principalmente construído de madeira, podendo também ser de alumínio, aço, plástico, fibra, polipropileno. Também, pode ser descartável, ou seja, construído para ser utilizado em apenas uma viagem, denominado *one way*, ou para uso constante.

Quanto a seu formato, o *pallet* pode ser quadrado ou retangular. Quanto às faces, para acomodação das cargas, pode ser simples, duplo, ou ainda ser reversível. O simples possibilita a utilização de apenas a face que possui para o acomodamento. O *pallet* duplo tem uma face para receber a carga e a outra para dar suporte. Já o reversível, ambas as faces desempenham qualquer uma das funções das faces.

Poderam, ser utilizadas cantoneiras, de diversos materiais, para proteger a mercadoria paletizada, sendo colocadas nos quatro cantos da pilha montada sobre o *pallet*.

O *pallet* deverá ter uma altura livre entre as duas faces, para possibilitar a entrada dos garfos dos equipamentos mecânicos de movimentação (paleteiras e empilhadeiras). Preferencialmente, deverá ter aberturas nos quatro lados para permitir a entrada dos garfos dos equipamentos, agilizando assim sua movimentação.

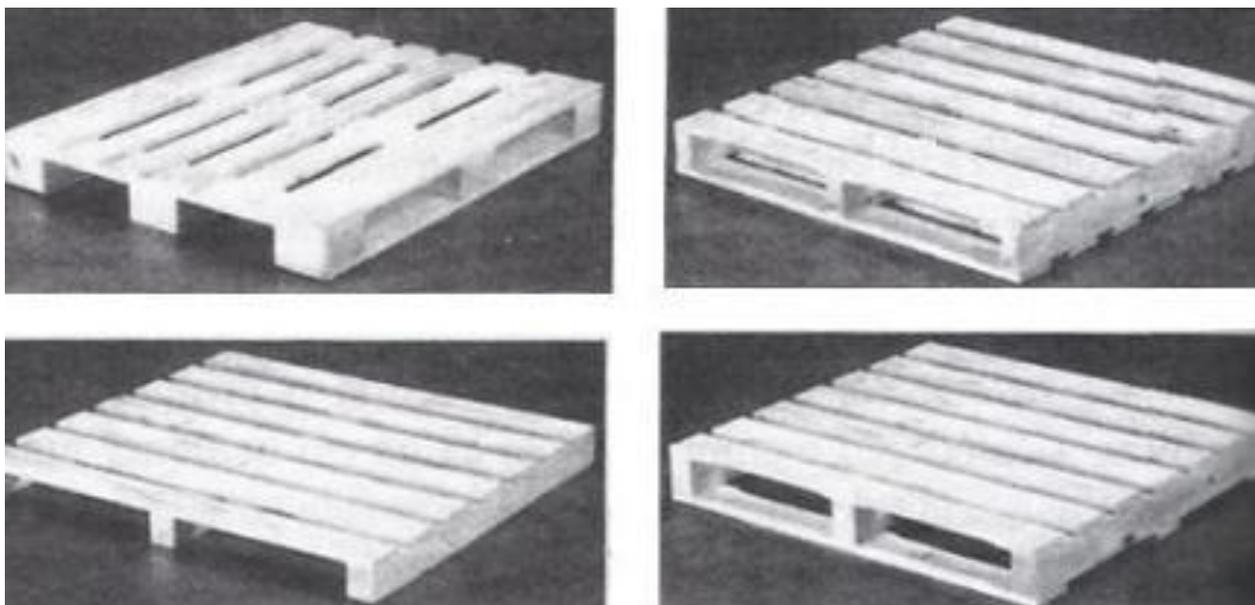


FIGURA 2.1 — EXEMPLO DE *PALLETS* AERONÁUTICOS
FONTE: KEEDI, 2007

Para uma amarração rígida dos volumes, a fim de constituir uma carga unitizada, é necessário o emprego de cintas, filmes *shrink* e, *stretch*.

- **Cintas:** São passadas em volta dos *pallets* de modo que nenhum volume possa ser retirado sem a sua violação, podendo ser de nylon, polipropileno, poliéster, metálicas, etc.
- **Filme *Shrink*:** Saco termo-retrátil, de plástico ou de polietileno, que envolve a carga e o *pallet*, impermeabilizando-o, isto é, não permitindo a aproximação direta com os volumes, sendo adequado para cargas instáveis.
- **Filme *Stretch*:** Filme esticável de polietileno que envolve a carga e o *pallet*, tendo o mesmo efeito de impermeabilização que o *shrink*, diferenciando-se pelo fato de ser adequado a cargas estáveis.



FIGURA 2.2 — EXEMPLO DE AMARRAÇÃO COM FILME *SHRINK*
FONTE: MODIENTERPRISES



FIGURA 2.3— EXEMPLO DE AMARRAÇÃO COM FILME *STRETCH*
FONTE: TRANSPACK

Os *pallets* permitem a manipulação e a movimentação da carga unitizada por meio de equipamento mecânico apropriado, tanto em terra quanto nos veículos transportadores, e nos embarques e desembarques. Permitindo o empilhamento de várias unidades, devidamente unitizadas, caso isto seja necessário.

Visando a possibilidade da utilização de *pallets* em todos os modais e com o crescimento internacional da unitização foi necessária uma padronização das dimensões dos *pallets*.

TABELA 2.1 — DIMENSÕES DOS *PALLETS*

Comprimento	Largura
mm	mm
1.800	1.200
1.600	1.200
1.200	1.000
1.200	800
1.100	1.100
1.100	825
1.000	800

FONTE: MENDONÇA E KEEDI, 1997

Para o transporte aéreo é possível utilizar os *pallets* marítimos, mas também, é bastante utilizado *pallets*, denominados aeronáuticos, que diferem-se dos marítimos por serem de alumínio, maciços e terem dimensões superiores, podendo chegar a seis metros de comprimento.

2.3.2. *Container*

Consiste em uma caixa de carga construída em aço, alumínio ou fibra criada para o transporte unitizado de mercadorias, dotada de dispositivos de segurança legalmente previstos, bem como suficientemente forte para resistir ao uso constante.

A empresa de navegação Sealand (EUA) foi a pioneira na utilização deste tipo de equipamento (1956), no Ideal X, um navio tanque adaptado para transporte de *containers* em seu convés, com capacidade para 58 unidades. Em 1957, foi posto em operação o primeiro navio porta contêineres, o Gateway City, com capacidade para 226 *containers*. Atualmente são utilizados cerca de 200 milhões de unidades ao ano.

A padronização dos *containers* foi iniciada pela ISSO (International Standardization Organization), e pela ASA (Americian Standart Association). Com o tempo, a maioria dos países acabou adotando como padrão as especificações e dimensões propostas pela ISO, o que veio facilitar, inclusive, a construção de navios, trens e caminhões para o seu transporte, bem como guindastes e equipamentos apropriados para seu embarque, desembarque e movimentação.

No Brasil, as normas ISO foram adotadas pela ABNT, que em 1971 emitiu as primeiras normas relativas ao *container*, sua terminologia, classificação, dimensões, especificações, etc.

As unidades de medida utilizadas para a padronização das dimensões dos *containers* são pés (') e polegadas ("). As medidas dos *containers* referem-se sempre a suas medidas externas e o seu tamanho está associado sempre ao seu comprimento, que poderá ser de 20' ou 40'. A largura é a única medida invariável do *container*, tendo sempre 8' (2.438 mm), uma vez que os navios são construídos com larguras padronizadas para seu encaixe.

- Módulos de 20': denominados TEU – Twenty Equivalent Unit, sendo considerados o padrão para a definição de tamanho de navios porta-*container*. Também são utilizados para a definição da quantidade de *containers* movimentados ou em estoque pelos seus proprietários.
- Módulos de 40': denominados FEU – Forty Equivalent Unit, não são utilizados como medida para navios, quantidades ou movimentações.

Também os semirreboques rodoviários e os vagões ferroviários são construídos de maneira padronizada para poderem transportá-los.

2.3.2.1. Tipos e Finalidades

Ao longo do tempo, com a crescente unitização de cargas, muitos tipos de *containers* foram criados. Há, atualmente, unidades para todos os tipos de mercadorias, seja granel líquido ou sólido, frigorífica ou perigosa.

Abaixo segue a descrição dos tipos de *containers* mais utilizados:

Dry Box

É o *container* mais utilizado e adequado para o transporte de grande parte das cargas secas existentes. Totalmente fechado, com portas nos fundos. Indicado para carga geral.



FIGURA 2.4 — ESQUEMA DE UM *CONTAINER DRY BOX*
FONTE: ADMINLOGIST

Reefer

Semelhante ao *Dry Box* com dispositivos que mantêm a temperatura controlada. Indicado para embarque de cargas perecíveis congeladas ou resfriadas. Indicado para carga frigorífica.

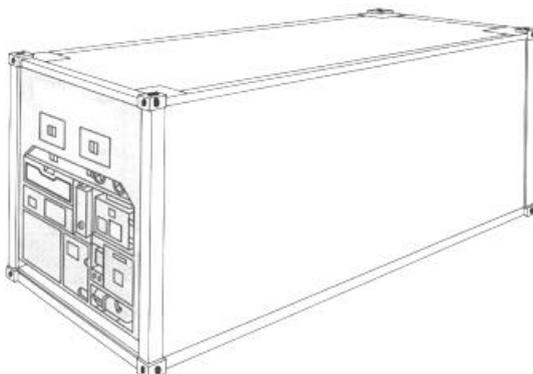


FIGURA 2.5 — ESQUEMA DE UM *CONTAINER REEFER*
FONTE: ADMINLOGIST

Open Top

Container sem teto, o qual é fechado com lonas. Adequado para cargas que excedam a altura do *container* ou cargas que apresentam dificuldades para embarque pelas portas dos fundos. Indicado para carga a granel.



FIGURA 2.6 — ESQUEMA DE UM *CONTAINER OPEN TOP*
FONTE: ADMINLOGIST

Flat Rack

Container sem teto e sem laterais, com cabeceiras fixas ou dobráveis. Adequado para cargas pesadas e de dimensões superiores as do *container*. Indicado, por exemplo, para toras de madeira.



FIGURA 2.7 — ESQUEMA DE UM *CONTAINER FLAT RACK*
FONTE: ADMINLOGIST

Platform

Tem apenas o piso, sendo apropriado para mercadorias de grandes dimensões. Indicado, por exemplo, para peças de aeronave.

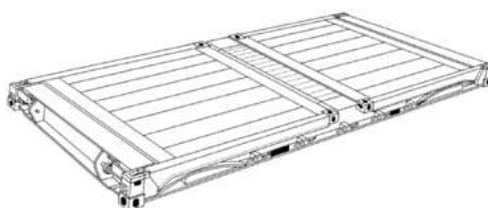


FIGURA 2.8 — ESQUEMA DE UM *CONTAINER PLATFORM* FONTE: ADMINLOGIST

Tank

Container tanque, dentro de uma armação de tamanho padronizado, próprio para o transporte de líquidos em geral.

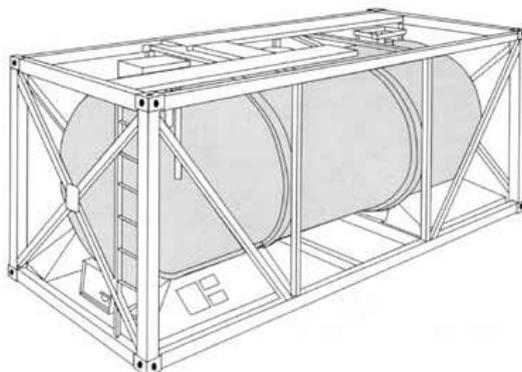


FIGURA 2.9 — ESQUEMA DE UM CONTAINER TANK
FONTE: ADMINLOGIST

TABELA 2.2 — DIMENSÕES E CAPACIDADE DOS CONTAINERS MARÍTIMOS¹

Tipos	Compri- mento pés	Dimensões Externas	Dimensões Internas	Capacidade Peso/Volume t/m ³
		C x L x A mm	C x L x A mm	
Dry Box	20	6.058 x 2.438 x 2.591	5.900 x 2.352 x 2.395	21,6/33,2
Dry Box	40	12.192 x 2.438 x 2.591	12.022 x 2.352 x 2.395	26,5/67,7
Hight Cube	40	12.192 x 2.438 x 2.896	12.022 x 2.352 x 2.696	26,3/76,2
Reefer	20	6.058 x 2.438 x 2.591	5.498 x 2.270 x 2.267	25,4/28,3
Reefer	40	12.192 x 2.438 x 2.591	11.151 x 2.225 x 2.169	26,0/55,0
Open Top	20	6.058 x 2.438 x 2.591	5.905 x 2.348 x 2.342	21,6/33,2
Open Top	40	12.192 x 2.438 x 2.591	12.020 x 2.350 x 2.342	26,5/67,7
Flat Rack	20	6.058 x 2.438 x 2.591	5.798 x 2.408 x 2.336	21,6/33,2
Flat Rack	40	12.192 x 2.438 x 2.591	12.092 x 2.404 x 2.002	26,5/67,7
Plataform	20	6.058 x 2.438	6.020 x 2.413	21,6/33,2
Plataform	40	12.192 x 2.438	12.150 x 2.290	26,5/67,7
Tank	20	6.058 x 2.438 x 2.591	—	19,0/23,0 mil l

FONTE: MENDONÇA E KEEDI, 1997

¹ Devido a existência de containers especiais, como os reforçados, a TABELA 2.2 constam apenas as dimensões gerais de cada tipo.

2.3.2.2. Modo Aéreo

Algumas aeronaves de grande porte, como por exemplo, o 747 e o Antonov, são capazes de transportar *containers* marítimos.

Normalmente, porém, os *containers* aeronáuticos são menores que os marítimos, comportando até quatro toneladas. Com o intuito de uma melhor adaptação à aeronave, apresentam os mais variados formatos e até alguns recortes.



FIGURA 2.10 — EXEMPLO DE CONTAINERS AERONÁUTICOS
FONTE: ELOCARGO

2.3.2.3. Estufagem de *Container*

Estufar ou ovar é o ato de encher o *container* com mercadorias, podendo esta ser a granel, embalada ou paletizada e desovar é o ato de retirar as cargas.

Devido ao fato do *container* estar sujeito a diversas movimentações durante o embarque e desembarque, na estufagem é imprescindível, a fim de evitar problemas e acidentes, levar em consideração o centro de gravidade do *container*, assim dando o equilíbrio necessário para que o mesmo seja adequadamente manipulado.

Além disso, na estufagem não se deve deixar espaços vazios. No caso da carga não ser suficiente para ocupar todo o *container*, esta precisa ser devidamente amarrada com cordas, cabos, extensores, ou ser escorada, ou ainda ter os espaços preenchidos, o que pode ser feito com madeiras cavaletes, pontaletes, estrados, bolsas de ar, ou qualquer estrutura ou objeto que impeça que a carga se movimente dentro do *container* e seja danificada, bem como danifique o próprio *container*.

As mercadorias mais pesadas devem ser colocadas sob as mais leves e, se forem em pequena quantidade, devem ser acondicionadas no meio do *container* para preservar o centro de gravidade.

É necessário um cuidado especial com cargas perigosas, congeladas e refrigeradas. Deve-se estufar somente uma classe de carga perigosa por *container*, seguindo as regulamentações pertinentes dos transportadores e da Organização Marítima Internacional (IMO). É necessária a identificação do *container* e da carga com etiquetas especiais, nas quais haja uma clara indicação da temperatura de combustão do produto, com o intuito de orientar seu manuseio e transporte.

A carga congelada deve ser acondicionada no *container* de maneira compactada, ou seja, todas as caixas ou *pallets* colocados lado a lado sem deixar espaços para não permitir a circulação de ar em meio aos mesmos, mas fazendo com que eles sejam envolvidos, isto é, o ar deve passar sob a carga e retornar por cima para ser recirculado pelo equipamento de refrigeração. A carga refrigerada ou resfriada deve conter espaços que permitam a circulação de ar, pois mercadorias vivas respiram e provocam a elevação da temperatura, e a circulação do ar neutraliza este efeito.

Por causa dessas diferenças, não deve ser realizada a estufagem de mercadorias completamente diferentes entre si, como por exemplo, em relação à umidade, odor, peso específico, controles diferenciados de temperatura.

Pelo cuidado que se deve ter com a estufagem e a fim de não acarretar gastos adicionais com fretes, uma tarefa importante é escolher o comprimento do *container*, 20' ou 40'. Geralmente, as cargas mais densas apresentam melhor aproveitamento nos *containers* de 20', enquanto, as mais volumosas, aos de 40'.

2.3.3. Outros Equipamentos de Unitização

2.3.3.1. Big Bag

Denominado, por muitos autores, como sendo um *container* flexível. É uma embalagem feita de material sintético (polipropileno), com fundo geralmente circular ou quadrado, semelhante a uma grande sacola.

Pelo fato de manter as mercadorias mais bem acomodadas e protegidas contra materiais pontiagudos, normalmente, utilizado para produtos a granel ou embalados em sacos (sacolas). Permitindo acondicionar cargas de peso entre 800 a 2.000 kg.

Pode ser armazenado em locais abertos, visto que é confeccionado com material impermeável. Além disso, é reutilizável e dobrável, não ocupando excessivo espaço, por isso adequado para retornar vazio.



FIGURA 2.11 — *BIG BAG*
FONTE: SACOS NOVOA

2.3.3.2. Barris e Tambores

Recipientes de formato cilíndrico, fabricados em aço, alumínio ou polipropileno comportando até 500 litros. Podendo ser descartáveis ou não.

Indicado para o acondicionamento de granéis líquidos e sólidos, fornecendo boas condições de segurança ao produto. Apresentando um manuseio mais fácil em locais desprovidos de equipamentos para carga e descarga.



FIGURA 2.12 — TAMBORES
FONTE: MECALUX: LOGISMARKET

REFERÊNCIAS

- ADMINLOGIST. *Tipos de Containers — Marítimo*, 2011. Disponível em <http://admlogist.blogspot.com/2010/06/tipos-de-containers-maritimo_16.html>. Acesso em: 28 de junho de 2011.
- ELOCARGO — ASSESSORIA EM COMÉRCIO EXTERIOR LTDA. *Tipos de Container*, 2011. Disponível em <<http://www.elocargo.com.br/portugues/containers.php>>. Acesso em: 28 de junho de 2011.
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO — FIESP. *Equipamentos de Movimentação*, 2011. Disponível em <http://www.fiesp.com.br/infra-estrutura/transporte/default_equipamentos.aspx#4>. Acesso em: 28 de junho de 2011.
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO — FIESP. *Natureza da Carga*, 2011. Disponível em <<http://www.fiesp.com.br/infra-estrutura/natureza.aspx>>. Acesso em: 28 de junho de 2011.
- GOEBEL, D. *Logística — Otimização do Transporte e Estoques na Empresa*, 2011. Disponível em <http://www.ie.ufrj.br/ecex/pdfs/logistica_otimizacao_do_transporte_e_estoques_na_empresa.pdf>. Acesso em: 28 de junho de 2011.
- KEEDI, S. *Logística de Transportes Internacional*. 03ª Ed, São Paulo: Aduaneiras, 2007.
- KEEDI, S. *Transportes, Unitização e Seguros Internacionais de Carga: Prática e Exercícios*. 03ª Ed, São Paulo: Aduaneiras, 2007.
- LEITE, J. G. M. *Produto Logístico*, 2011. Disponível em <<http://www.transportes.eng.br/logistica.html>>. Acesso em: 28 de junho de 2011.
- MECALUX: LOGISMARKET. *Tambor Metálico Recuperado*, 2011. Disponível em <<http://www.logismarket.ind.br/tamborcarn/tambor-metalico-recuperado/1774477822-1179619077-p.html>>. Acesso em: 19 de julho de 2011.
- MENDONÇA, P. C. C. e KEEDI, S. *Transportes e Seguros no Comércio Exterior*. São Paulo: Aduaneiras, 1997.
- MODIENTERPRISES. *Shrink Films*, 2011. Disponível em <<http://www.polythene-bags.com/shrink-films.html>>. Acesso em: 19 de julho de 2011.
- REVISTA PORTUÁRIA — ECONOMIA & NEGÓCIOS. *Unitização de Cargas — Uma Boa Prática Logística*, 2006 Disponível em <<http://www.revistaportuaria.com.br/site/?home=artigos&n=zCC&t=unitizaco-cargas-uma-boa-pratica-logistica>>. Acesso em: 28 de junho de 2011.
- RODRIGUES, P. R. A. *Introdução aos Sistemas de Transporte no Brasil e à Logística Internacional*. 04ª Ed, São Paulo: Aduaneiras, 2007.
- SACOS NOVOA. *Big Bags*, 2011 Disponível em <http://www.sacosnova.es/index_en.php?cat=en-big-bag>. Acesso em: 19 de julho de 2011.
- TRANSPACK. *Pallet & Bundling Stretch Film*, 2011. Disponível em <<http://www.transpack.co.uk/list-products.asp?subcat=66>>. Acesso em: 19 de julho de 2011.

3. MODO RODOVIÁRIO

3.1. INTRODUÇÃO

É o modal considerado fundamental para que a multimodalidade aconteça.

Comparando com os demais modais, o rodoviário, conforme apresentado no CAPÍTULO 1, é o mais utilizado no transporte de mercadorias (61,1%), seja na exportação ou na importação, nas viagens de curtas e médias distâncias.

Assim, neste capítulo serão descritos, não somente, as principais características deste modal, destacando suas vantagens e desvantagens, como também, o sistema rodoviário, enfatizando a via e o veículo.

3.2. CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO

O transporte rodoviário pode transportar praticamente qualquer tipo de carga e é capaz de trafegar por qualquer via. Este fato faz com que integre regiões, mesmo as mais afastadas. Por não se prender a trajetos fixos, apresenta uma flexibilidade, a qual nenhum outro modal possui.

Outro atrativo do modo rodoviário é o fato de que o transporte busca a carga do exportador e então a leva ao importador, por isso, denominado transporte porta-a-porta (*door to door*). E como, normalmente, o veículo é lacrado no local de carregamento e aberto na entrega, necessita de menos manuseio da carga, outra característica vantajosa deste modal.

Em contrapartida, há pontos fracos, como a pequena capacidade de carga, se comparado com o modal aquaviário e ferroviário, a qual somada ao alto custo de sua estrutura, faz dele um transporte relativamente oneroso. Além disso, geralmente, há gastos extras com a operação do veículo, por causa de congestionamentos e má conservação das rodovias, e com a segurança do veículo e da mercadoria, exigindo o gerenciamento de riscos, como o uso de escolta de segurança e o acompanhamento por satélite. Por fim, os veículos rodoviários, analisando a capacidade de carga e as distâncias percorridas, são mais poluidores que os demais.

3.3. SISTEMA RODOVIÁRIO

O sistema rodoviário será dividido em: via e veículo.

3.3.1. Via

Segundo a Lei Nº 9.305/1997 do Código de Trânsito Brasileiro, as vias rurais podem ser estradas ou rodovias, diferenciando-se pelo fato da rodovia ser pavimentada e a estrada não.

De acordo com o órgão que a administra, as vias podem ser classificadas em federais, estaduais e municipais, sendo os órgãos, respectivamente:

- Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre — DNIT;
- Departamentos de Estradas e Rodagens — DER's;
- Departamentos Municipais.

3.3.1.1. Noções de Engenharia de Tráfego

Para que se possa planejar e projetar uma rodovia deve-se, primeiramente, estudar e dimensionar o tráfego que se pretende atender.

Define-se a Engenharia de Tráfego como sendo a ciência que estabelece as metodologias para se determinar as quantidades de veículos em uma determinada via de circulação (estradas, ruas), bem como o estudo das leis básicas relativas ao fluxo de tráfego e sua origem, da aplicação destes parâmetros no planejamento, projeto e operação dos sistemas de tráfego.

Como premissa básica, idealiza-se que o sistema de tráfego seja seguro, confortável e eficiente, garantindo o deslocamento de cargas e de passageiros.

As pesquisas de tráfego são procedimentos que se realizam com a finalidade de se determinar o número de veículos que circulam em um determinado segmento de uma via, em determinada unidade de tempo, nas condições atuais, em um sentido ou em ambos, de forma a possibilitar o cálculo da projeção do número de veículos que passará a

circular, neste mesmo segmento, em condições futuras, ou seja, após a implantação de melhoramentos ou a construção de uma rodovia ou via urbana.

Os resultados das pesquisas de tráfego são elementos condicionantes para o planejamento, para a conservação e para a segurança de uma determinada rodovia ou via urbana.

As pesquisas básicas de tráfego podem ser diferenciadas em dois tipos:

- Contagens Volumétricas;
- Pesquisas de Origem e Destino.

a. Contagens Volumétricas

Tem por objetivo identificar a quantidade de veículos que circulam em um determinado segmento de uma das vias, em uma determinada unidade de tempo, em um único sentido de deslocamento (ou em ambos), diferenciando cada tipo de veículo.

É um trabalho de pesquisa em campo, realizada de forma manual ou mecânica.

- Contagem de Fim de Semana: Normalmente cobrem o período das 18 horas de sexta-feira às 6 horas de segunda-feira.
- Contagem de 24 Horas: Contagens que se iniciam à zero hora e termina às 24 horas.
- Contagem de 16 Horas: Efetuadas normalmente das 6 às 22 horas. Esse período contém a maioria do fluxo diário.
- Contagem de 12 Horas: Normalmente das 7 às 19 horas. Em geral são realizadas nas áreas comerciais ou industriais onde neste período tem-se a maioria de todo o tráfego diário.
- Contagem das Horas de Pico: Em geral são feitas nos períodos das 7 às 9 horas e das 16 às 18 horas.

b. Pesquisas de Origem e Destino

Além de identificar todos os elementos que se obtém em uma contagem volumétrica, as pesquisas de origem e destino permitem definir as características dos veículos tais como o tipo, fator de utilização e principalmente as origens e destinos de percurso.

3.3.1.2. Características Geométricas das Vias

A via é formada pela infraestrutura e pela superestrutura.

Na construção da infraestrutura rodoviária, denominada sub-leito, faz-se necessário realizar obras de terraplenagem. O objetivo do sub-leito é construir o leito sobre o qual a superestrutura da via se assentará.

A superestrutura, também chamada no caso das rodovias de pavimento, é projetada para transmitir a carga dos veículos para o sub-leito.

A construção da via em camadas, sub-leito e pavimento, é realizada por motivos econômicos. As camadas superiores são constituídas com material de melhor qualidade e maior capacidade de carga, sendo também, mais caras.

Atualmente, o objetivo de uma via não é mais ligar dois pontos da maneira menos onerosa possível. É necessário verificar se, com condições geométricas que a via apresentará, trará conforto e segurança aos seus usuários.

Para escolher o traçado da via representa-a em planta baixa, perfil longitudinal e em seção transversal.

- Planta Baixa

A Planta Baixa de uma rodovia é a representação plana dos elementos do terreno e projeto. O terreno é representado por curvas de nível. Um projeto planimétrico é constituído pelo conjunto dos seguintes elementos:

- Eixo: É o alinhamento longitudinal da rodovia, o qual se localiza na parte central da plataforma.
- Estacas: Definem e materializam o eixo. O estaqueamento cresce a partir da origem de 20 em 20 m.
- Alinhamentos Retos (ou Retas): Trechos retilíneos localizados entre curvas horizontais.

- Curva de Concordância Horizontal: É o arco ou sequência de arcos que concordam geometricamente dois alinhamentos retos sucessivos. A curva é caracterizada pelo valor do raio de curvatura. O valor do raio depende do veículo de projeto e da velocidade diretriz adotada. A curva de concordância horizontal pode ser diferenciada em: Curva Circular Simples e Curva de Transição, também chamada de Curva Composta.

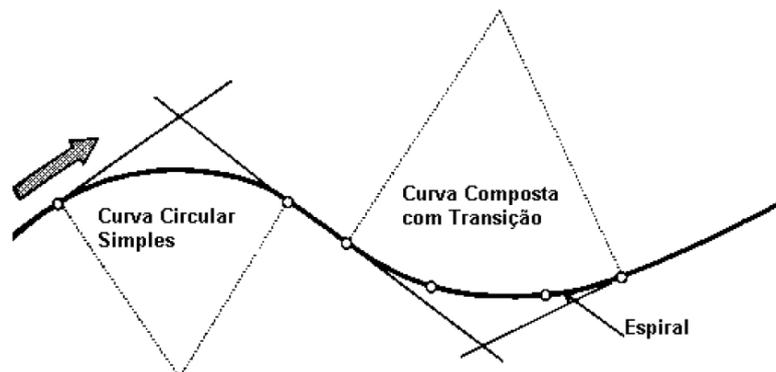


FIGURA 3.1 — PLANTA BAIXA DE UMA RODOVIA
 FONTE: Lee, 2000

- Perfil Longitudinal (Greide)

Perfil longitudinal é a representação gráfica de um corte vertical no corpo estradal, através de uma superfície perpendicular e coincidente com o eixo da rodovia.

Semelhante a planta, em perfil os trechos retos projetados são concordados por trechos em curvas, tornando as mudanças de inclinações suportáveis, mais suaves e confortáveis, eliminando situações de perigo e danos aos veículos e aos usuários da rodovia.

Os trechos retos do greide, em função das suas inclinações, recebem as seguintes identificações:

- Patamar: trechos retos em nível.
- Rampa ou Active: trechos retos em subida.
- Contra rampa ou Declive: trechos retos em descida.

Os trechos em curva que concordam dois trechos retos são chamados de Curvas de Concordância Vertical.

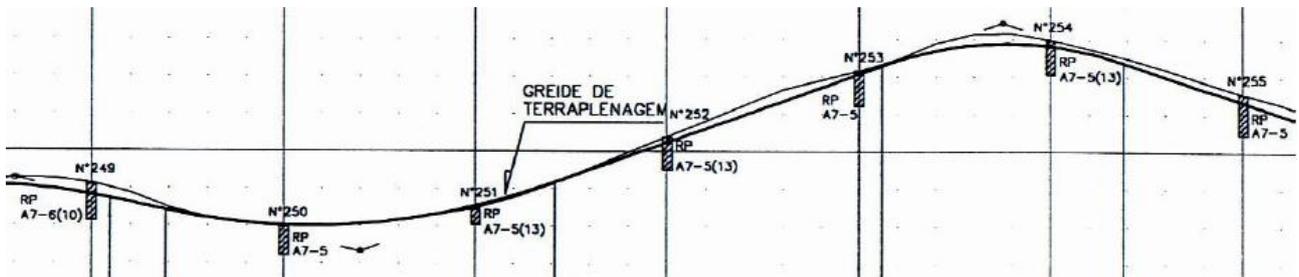


FIGURA 3.2 — PERFIL LONGITUDINAL DE UMA RODOVIA
FONTE: Albano.

- Seção Transversal (Plataforma)

Obtém-se o perfil transversal a partir da interseção da superfície do terreno natural com um plano vertical, normal e transversal ao eixo da rodovia

Componentes geométricos da seção transversal:

- Taludes: São superfícies inclinadas que delimitam lateralmente os cortes e aterros.
- Off-set: É a interseção dos taludes de corte e aterro com a superfície do terreno natural.
- Plataforma de Terraplenagem: É a superfície convexa final, construída a partir das operações de terraplenagem, limitada lateralmente por taludes de corte ou aterro.
- Largura da Plataforma: É função da hierarquia da rodovia.
- Bordas da Plataforma: Pé do corte, crista do aterro.
- Inclinação Transversal ou Abaulamento: A inclinação depende da natureza (textura) da superfície de rolamento.
- Superelevação: É a inclinação transversal que se dá as plataformas nos trechos curvos a fim de fazer frente à ação da força centrífuga que atua sobre os veículos.

- Superlargura: É a largura adicional que se dá às plataformas nos trechos curvos a fim de melhorar as condições de segurança, particularmente no que se refere à inscrição do veículo à curva.
- Faixa de Domínio: É a faixa de terra que contém a rodovia e áreas adjacentes. A Faixa de Domínio é necessária para a segurança dos veículos e pedestres. Possibilita condições para alargamentos, duplicações e obtenção de materiais para uso na construção da estrada. As terras desta faixa são desapropriadas pelo Estado. A largura é variável em função da classe da rodovia e do relevo.
- Plataforma de Pavimentação: É a largura superior do pavimento de uma rodovia. Está constituída por:
 - Pista: É a parte da plataforma de pavimentação destinada ao tráfego de veículos. Pista simples. Duas pistas (ou pista dupla) separadas por um canteiro central ou divisor físico.
 - Faixa de Tráfego: É a parte da pista destinada ao fluxo de veículos num mesmo sentido. Cada pista possui duas ou mais faixas.
 - Terceira Faixa: É uma faixa adicional utilizada por veículos lentos nas rampas ascendentes muito inclinadas e longas.
 - Acostamentos: São faixas construídas lateralmente às pistas com a finalidade de proteger os bordos do pavimento.

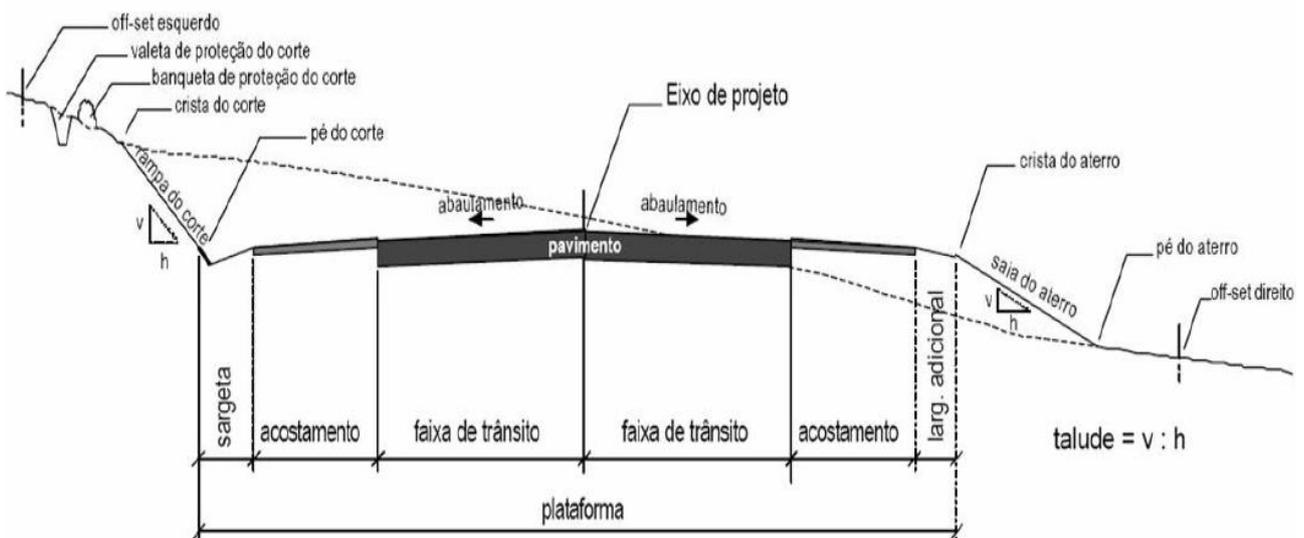


FIGURA 3.3 — SEÇÃO TRANSVERSAL DE UMA RODOVIA
 FONTE: Lee, 2000

3.3.1.3. Capacidade e Nível de Serviço

Capacidade é definida como sendo o máximo número de veículos por unidade de tempo com condições razoáveis de trafegar por um determinado trecho de uma rodovia, sob as condições existentes de tráfego e da rodovia, sendo expressa pelo volume de tráfego horário máximo que a estrada comporta.

Já, o nível de serviço é uma medida qualitativa de influência de diversos fatores sobre a qualidade da via e conforto do usuário, entre eles: velocidade e o tempo de percurso, frequência das interrupções de tráfego, liberdade de manobras, segurança, comodidade em dirigir e custos de operação. A cada nível de serviço corresponde um volume de tráfego de serviço que é o número máximo de veículos que podem trafegar em um determinado trecho da rodovia.

Os estudos de capacidade e de níveis de serviço são realizados, visando a definição das características do projeto geométrico e objetivando uma análise de capacidade de rodovias.

Foram estabelecidos seis níveis de serviço para aplicação nas condições existentes ou prevalecentes.

Nível A — Fluxo Livre: Condição de escoamento livre, acompanhada por baixos volumes e altas velocidades. A densidade do tráfego é baixa, com velocidade controlada pelo motorista dentro dos limites de velocidade e condições físicas da via. Não há restrições devido à presença de outros veículos. (FIGURA 3.4)

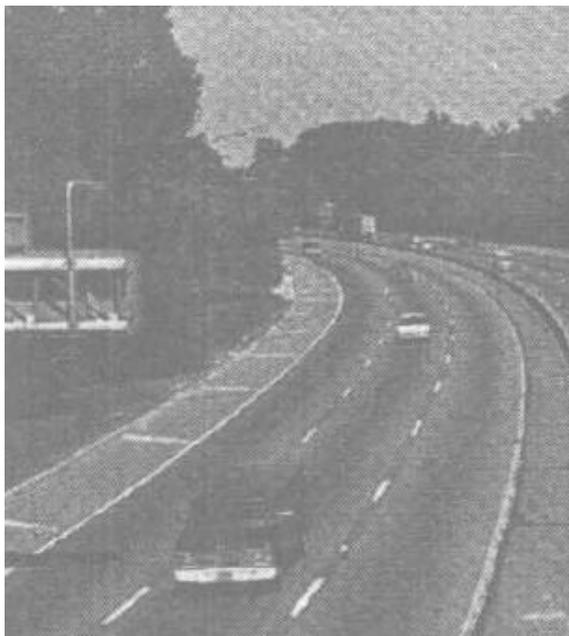


FIGURA 3.4 — NÍVEL DE SERVIÇO A
FONTE: Ministério dos Transportes (1999).

Nível B — Fluxo Estável: Fluxo estável, com velocidades de operação a serem restringidas pelas condições de tráfego. Os motoristas possuem razoável liberdade de escolha da velocidade e ainda têm condições de ultrapassagem. (FIGURA 3.5)

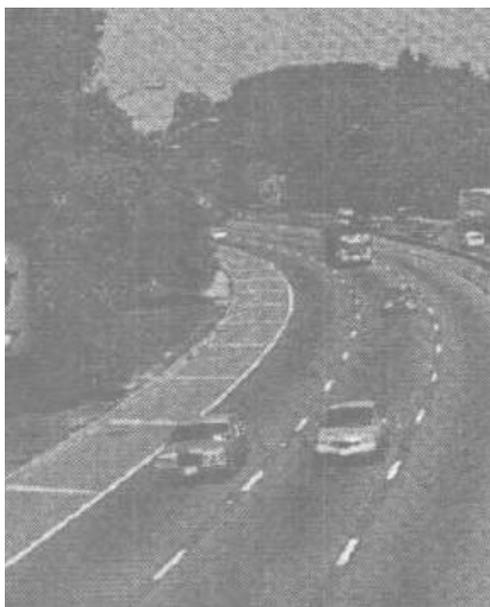


FIGURA 3.5 — NÍVEL DE SERVIÇO B
FONTE: Ministério dos Transportes (1999).

Nível C — Fluxo Estável: Fluxo ainda estável, porém as velocidades e as ultrapassagens já são controladas pelo alto volume de tráfego. Portanto, muitos dos motoristas não têm liberdade de escolher faixa e velocidade. Fixado como Nível de Serviço Econômico para projetos de rodovias situadas em regiões planas ou onduladas. (FIGURA 3.6)

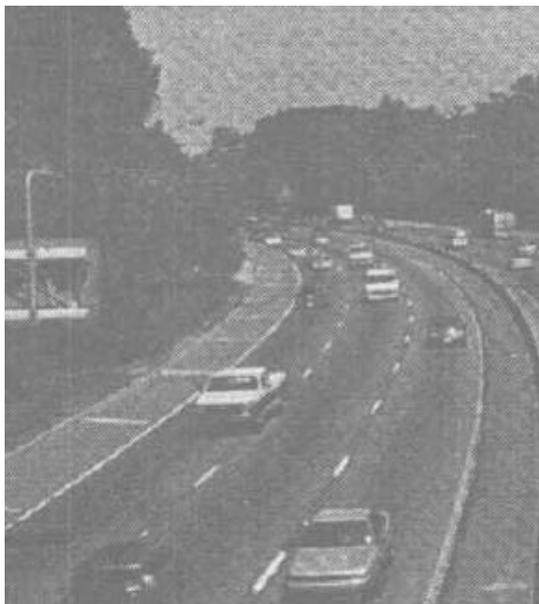


FIGURA 3.6 — NÍVEL DE SERVIÇO C
FONTE: Ministério dos Transportes (1999).

Nível D — Fluxo Próximo a Situação Instável: Fluxo aproximando-se da situação instável com velocidades de operação toleráveis e afetadas pelas condições de operação, cujas flutuações no volume e as restrições temporárias podem causar quedas substanciais na velocidade de operação. Pouca liberdade para o motorista. Aceitável por curtos períodos de tempo. Fixado como Nível de Serviço Econômico para projetos de rodovias situadas em regiões montanhosas. (FIGURA 3.7)

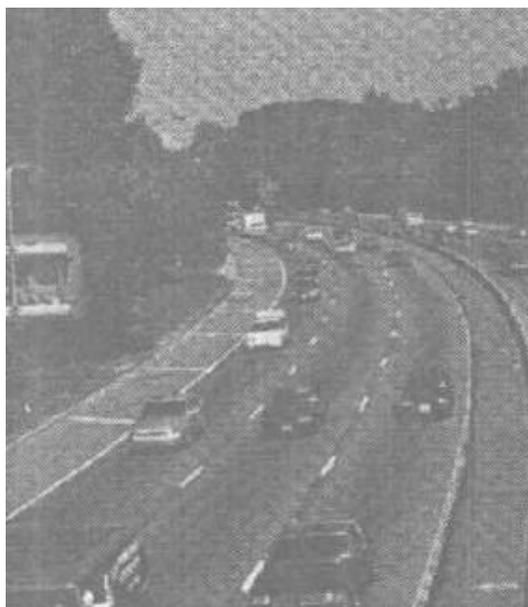


FIGURA 3.7 — NÍVEL DE SERVIÇO D
FONTE: Ministério dos Transportes (1999).

Nível E — Fluxo Instável: A via trabalha a plena carga e o fluxo é instável sem condições de ultrapassagem, sendo que a velocidade é controlada pelo tráfego (40 ou 50 km/h). Essa condição permite o máximo volume de tráfego, ou seja, a capacidade. Portanto, o volume de tráfego correspondente ao Nível de Serviço E é igual à Capacidade da rodovia. (FIGURA 3.8)

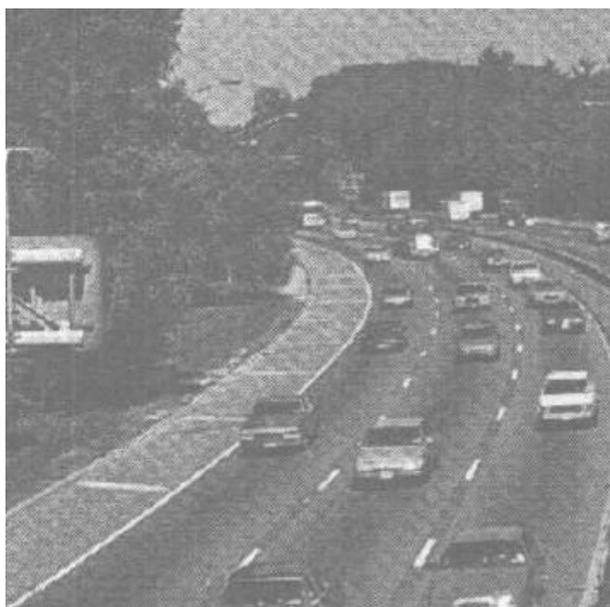


FIGURA 3.8 — NÍVEL DE SERVIÇO E
FONTE: Ministério dos Transportes (1999).

Nível F — Fluxo Forçado: Descreve o escoamento forçado, com velocidades baixas e com volumes acima da capacidade da via. Formam-se extensas filas e impossibilita a manobra. Em situações extremas, velocidade e fluxo podem reduzir-se a zero. (FIGURA 3.9)

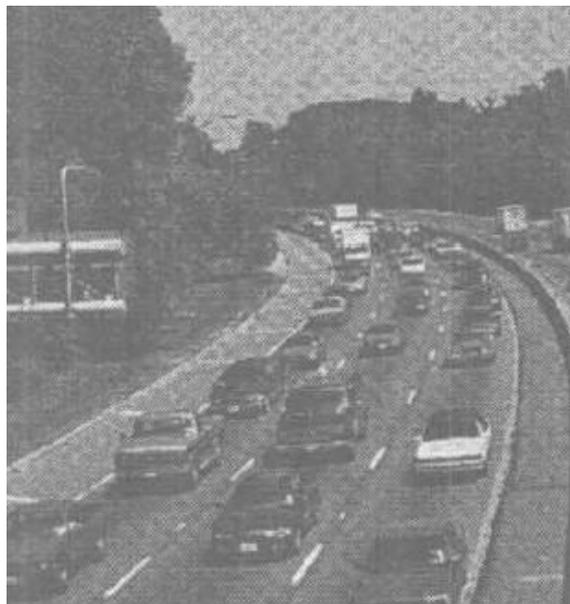


FIGURA 3.9 — NÍVEL DE SERVIÇO F
FONTE: Ministério dos Transportes (1999).

3.3.1.4. Classificação Funcional

Esta classificação foi introduzida no Brasil pelo Departamento Nacional de Estradas de Rodagem — DNER (1974), hoje sucedido pelo Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre — DNIT e considera a importância demográfica, política e econômica das localidades servidas, além do volume de tráfego e a distância média de viagem deste tráfego na rodovia. Tem por objetivo agrupar em sistemas e classes as rodovias da Rede Rodoviária Nacional, de acordo com a mobilidade de tráfego e do acesso que cada rodovia exerce sobre a malha, representando uma posição hierárquica decorrente da função exercida.

Quando o percurso é longo e o tempo de viagem é importante, se escolhe uma rodovia que proporcione alta mobilidade. No final ou início de qualquer percurso se trafega por rodovias que permitam o acesso ao local desejado. Entre estes dois limites, de mobilidade e acesso, a rodovia deve permitir uma conjugação de ambas às funções, ou seja,

características intermediárias entre alta mobilidade e o fácil acesso. Assim sendo, as funções de mobilidade e de acesso caracterizam uma base conceitual para a classificação das rodovias ou sistemas rodoviários quanto à função, ou seja:

Sistema Arterial

Possuem a função principal de proporcionar um alto nível de mobilidade e controle de acesso, para grandes volumes de tráfego, tráfego de longa distância e só ocasionalmente tráfego local.

- Arterial Principal: Rodovias utilizadas para viagens internacionais e inter-regionais; conexão entre cidades com mais de 150.000 habitantes;
- Arterial Primário: Para viagens interregionais e interestaduais; conexão entre cidades com mais de 50.000 habitantes;
- Arterial Secundário: Para viagens intra-estaduais e intermunicipais; conexão entre cidades com mais de 10.000 habitantes.

Sistema Coletor

Atendem a centros populacionais ou centros geradores de tráfego de menor volume, não servidos pelo sistema arterial; ligação de áreas rurais com centros municipais e malha arterial; velocidade de operação inferior as das arteriais; combina mobilidade e acesso.

- Coletor Primário: Rodovias que atendem ao tráfego intermunicipal, sendo alimentadoras do sistema arterial; conexão entre cidades com mais de 5.000 habitantes;
- Coletor Secundário: Rodovias que devem proporcionar mobilidade e especialmente o acesso as áreas dentro de um mesmo estado; conexão entre cidades com mais de 2.000 habitantes.

Sistema Local

Composto por rodovias de pequena extensão destinadas essencialmente a proporcionar acesso ao tráfego intramunicipal de áreas rurais e de pequenas localidades até as rodovias de nível superior pertencentes, em geral, ao sistema coletor secundário. Caracteriza-se por apresentar baixo volume de tráfego e fácil acesso.

3.3.1.5. Condicionantes para a Classificação Técnica

O Projeto Geométrico de uma rodovia é condicionado principalmente pelo tráfego previsto para nela circular, permitindo o estabelecimento das Classes de Projetos das Rodovias e o adequado dimensionamento de todos os seus elementos relacionados diretamente com a operação do tráfego (velocidades, rampas, raios,...).

Desta forma, para a Classificação Técnica de uma rodovia algumas condicionantes devem ser avaliadas, tais como:

- O volume de tráfego que deverá apresentar no 10º ano após sua abertura ao tráfego constitui-se no principal parâmetro de análise;
- A classe funcional do sistema viário a que pertencem, lembrando que as rodovias de um nível hierárquico superior deverão sempre possuir características superiores, mesmo que não sejam absolutamente indispensáveis sob o ponto de vista do tráfego;
- As condicionantes econômicas, cotejadas em relação aos custos de construção, definido pelas soluções geométricas condicionantes pelo relevo regional (terreno plano, ondulado ou montanhoso);
- A política de transportes e do desenvolvimento, integrando as diretrizes governamentais que devem traduzir os anseios da população.

Distinguem-se, de acordo com as classificações do DNER/DNIT (Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais — 1999), as seguintes classes de rodovias:

Classe 0

Via expressa: rodovia do mais elevado padrão técnico, com controle total de acessos. O critério de implantação destas rodovias é o da decisão administrativa dos órgãos competentes.

Classe I

As rodovias integrantes desta classe são subdivididas em rodovias Classe I A (pista dupla) e Classe I B (pista simples).

A rodovia de Classe I A possui pista dupla e controle parcial de acesso, admitindo intersecções em nível. Sua necessidade decorrerá do estudo dos volumes de tráfego quando estes se demonstrarem incompatíveis com uma pista simples em relação ao grau de atendimento. O número total de faixas será, portanto, função do volume de tráfego previsto para o ano-horizonte de projeto.

As rodovias pertencentes a Classe I B, com pista simples, são caracterizadas por serem de alto padrão, suportando volumes de tráfego com TMH maior que 200 veículos, bidirecionais, ou TMDA maior que 1400 veículos, bidirecionais, considerando ainda um TMDA tal que o nível de serviço seja igual ou superior do nível C.

Classe II

São rodovias de pista simples, suportando volumes de tráfego TMDA compreendidos entre os limites de 700 a 1400 veículos, bidirecionais.

Classe III

São rodovias de pista simples, suportando volumes de tráfego TMDA compreendidos entre os limites de 300 a 700 veículos bidirecionais.

Classe IV

São rodovias de pista simples, suportando volumes de tráfego TMDA inferiores a 300 veículos bidirecionais.

Independente dos parâmetros técnicos da Engenharia de Tráfego, a classe do projeto de uma rodovia é determinada através da política de desenvolvimento nacional. Da mesma

forma, uma mesma rodovia pode possuir várias classificações em seus diferentes trechos, desde pista simples até via expressa ou auto-estrada.

Define-se como via expressa (“expressway”) uma rodovia com características técnicas de classe especial, com pistas independentes separadas por um canteiro central, contendo a grande maioria de seus cruzamentos e acessos em diferentes níveis. Define-se como “freeway” uma rodovia com características semelhantes à via expressa, mas onde todos os cruzamentos e acessos, sem exceção, são em diferentes níveis. Se for seguido realmente as características descritas no HCM – Highway Manual Capacity, no Brasil, não existem freeway.

Da mesma forma, as chamadas auto-estradas são rodovias com características de “freeways” e ainda dotadas de serviços especiais, tais como: postos telefônicos, postos de segurança e pronto-socorro, parques e estacionamentos, etc..., assegurando, portanto, além das excelentes condições de trafegabilidade, requintes especiais de conforto e de comunicação.

Deve-se definir como Rodovias Classe Especial todas aquelas com características geométricas acima dos padrões estabelecidos para uma rodovia Classe I. Uma rodovia com quatro faixas de rolamento, por exemplo, é uma rodovia Classe Especial ou Classe 0.

Outra característica importante na definição geométrica das rodovias é a velocidade diretriz ou velocidade de projeto, que é a velocidade básica para a dedução das características de projeto. Não deve ser confundida com a velocidade de operação, que é a velocidade limite estabelecida para o trânsito dos veículos, normalmente em função da segurança e da economia.

3.3.1.6. Nomenclatura das Rodovias

De acordo com o Plano Nacional de Viação (PNV), a nomenclatura das rodovias federais é definida pela sigla BR seguida por três algarismos. O primeiro algarismo indica a categoria da rodovia e os dois outros algarismos definem a posição, a partir da orientação geral da rodovia, relativamente à capital federal e aos limites do país (norte, sul, leste e oeste).

Rodovia Radial (BR-0xx): São as rodovias que partem da capital federal em direção aos extremos do país. O primeiro algarismo é o zero e os números restantes podem variar de 10 a 90, segundo a razão numérica 05 e no sentido horário. Por exemplo: a BR-020, a BR-040 e a BR-070, mostradas na FIGURA 3.10.



FIGURA 3.10 — EXEMPLOS DE RODOVIAS RADIAIS
FONTE: DNIT, 2011.

Rodovia Longitudinal (BR-1xx): São as rodovias que cortam o país na direção norte-sul. O primeiro algarismo é o um e os números restantes variam de 00, no extremo leste do País, a 50, na capital federal, e de 50 a 99, no extremo oeste. O número de uma rodovia longitudinal é obtido por interpolação entre 00 e 50, se a rodovia estiver a leste de Brasília, e entre 50 e 99, se estiver a oeste. Por exemplo: a BR-101, a BR-153 e a BR-174, mostradas na FIGURA 3.11.

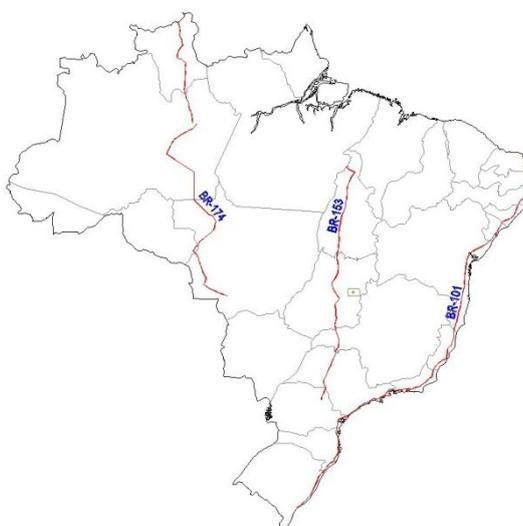


FIGURA 3.11 — EXEMPLOS DE RODOVIAS LONGITUDINAIS
FONTE: DNIT, 2011.

Rodovia Transversal (BR-2xx): São as rodovias que cortam o país na direção leste-oeste. O primeiro algarismo é o dois e os números restantes variam de 00, no extremo norte do país, a 50, na capital federal, e de 50 a 99 no extremo sul. O número de uma rodovia transversal é obtido por interpolação, entre 00 e 50, se a rodovia estiver ao norte de Brasília, e entre 50 e 99, se estiver ao sul. Por exemplo: a BR-230, a BR-262 e a BR-290, mostradas na FIGURA 3.12.



FIGURA 3.12 — EXEMPLOS DE RODOVIAS TRANSVERSAIS
FONTE: DNIT, 2011.

Rodovia Diagonal (BR-3xx): Estas rodovias podem apresentar dois modos de orientação: noroeste-sudeste ou nordeste-sudoeste. O primeiro algarismo em ambos os casos é o três. Os demais números obedecem o seguinte critério:

- Diagonais orientadas na direção geral NO-SE: A numeração varia, segundo números pares, de 00, no extremo nordeste do país, a 50, em Brasília, e de 50 a 98, no extremo sudoeste. Obtém-se o número da rodovia mediante interpolação entre os limites consignados, em função da distância da rodovia a uma linha com a direção noroeste-sudeste, passando pela capital federal. Por exemplo: a BR-304, a BR-324 e a BR-364, mostradas na FIGURA 3.13.

- Diagonais orientadas na direção geral NE-SO: A numeração varia, segundo números ímpares, de 01, no extremo noroeste do país, a 51, em Brasília, e de 51 a 99, no extremo sudeste. Obtém-se o número aproximado da rodovia mediante interpolação entre os limites consignados, em função da distância da rodovia a uma linha com a direção nordeste-sudoeste, passando pela capital federal. Por exemplo: a BR-319, a BR-365 e a BR-381, mostradas na FIGURA 3.13.



FIGURA 3.13 — EXEMPLOS DE RODOVIAS DIAGONAIS
 FONTE: DNIT, 2011.

Rodovia de Ligação (BR-4xx): Estas rodovias apresentam-se em qualquer direção, geralmente ligando rodovias federais, ou pelo menos uma rodovia federal a cidades ou pontos importantes ou ainda às fronteiras internacionais. O primeiro algarismo é o quatro, os demais números variam entre 00 e 50, se a rodovia estiver ao norte do paralelo da capital federal, e entre 50 e 99, se estiver ao sul desta referência. Por exemplo: a BR-401, e a BR-487.

3.3.1.6.1. *Nomenclatura das Rodovias Estaduais e Municipais*

As rodovias estaduais trazem em sua identificação a sigla dos estados seguida de um traço e seguir uma centena, semelhante as rodovias federais. Entretanto, cada estado

possui uma maneira de classificar e estabelecer esta centena, não havendo uma normatização comum a todos.

As rodovias municipais, igualmente, não possuem uma sistemática única de classificação e nomenclatura, sendo que cada municipalidade estabelece sua classificação.

3.3.1.7. Quilometragem das Rodovias

A quilometragem das rodovias não é cumulativa de uma unidade da federação para a outra. Logo, toda vez que uma rodovia inicia dentro de uma nova unidade da federação, sua quilometragem começa novamente a ser contada a partir de zero. O sentido da quilometragem segue sempre o sentido descrito na Divisão em Trechos do Plano Nacional de Viação e, basicamente, pode ser resumido da forma abaixo:

Rodovias Radiais: O sentido de quilometragem vai do Anel Rodoviário de Brasília em direção aos extremos do país, e tendo o quilometro zero de cada estado no ponto da rodovia mais próximo à capital federal.

Rodovias Longitudinais: O sentido de quilometragem vai do norte para o sul. As únicas exceções deste caso são as BR-163 e BR-174, que tem o sentido de quilometragem do sul para o norte.

Rodovias Transversais: O sentido de quilometragem vai do leste para o oeste.

Rodovias Diagonais: A quilometragem se inicia no ponto mais ao norte da rodovia indo em direção ao ponto mais ao sul. Como exceções podem citar as BR-307, BR-364 e BR-392.

Rodovias de Ligação: Geralmente a contagem da quilometragem segue do ponto mais ao norte da rodovia para o ponto mais ao sul. No caso de ligação entre duas rodovias federais, a quilometragem começa na rodovia de maior importância.

3.3.1.8. Velocidade de Projeto e Velocidade de Operação

A velocidade é um importante elemento condicionante dos projetos viários, pois com a evolução tecnológica da indústria automobilística e os veículos cada vez mais rápidos e

seguros, torna-se necessária a devida adequação dos projetos viários. Assim, podemos definir as seguintes velocidades:

A velocidade diretriz é a velocidade selecionada para fins de projeto da via e que condiciona as principais características da mesma, tais como: raio de curvatura, superelevação, superlargura e distância de visibilidade, das quais depende a operação segura e confortável dos veículos. Representa a maior velocidade com que pode ser percorrido um trecho viário cuja superfície de rolamento apresenta características normais de rugosidade e ondulações, com segurança e em condições aceitáveis de conforto, mesmo com o pavimento molhado, quando o veículo estiver submetido apenas às limitações impostas pelas características geométricas, sem influência do tráfego.

Velocidades elevadas requerem características físicas e geométricas mais amplas, principalmente no que tange a curvas horizontais e verticais, conseqüentemente elevando o custo da sua construção. Trechos em condições mais favoráveis criam uma tendência espontânea aos motoristas de aumentar a velocidade. Esta elevação de custo será menos pronunciada quanto mais favoráveis forem as condições do terreno (relevo, geotecnia, drenagem). A Tabela a seguir resume os valores das velocidades diretrizes estabelecidas pelo DNER/DNIT a serem adotadas para as diferentes classes de projeto de rodovias.

A velocidade diretriz não é o principal fator para o projeto de vias urbanas, sendo que para o cálculo dos seus elementos geométricos a faixa de velocidade diretriz varia de 30 a 50 Km/h, dependendo da presença de preferenciais, topografia, presença de pedestres, desenvolvimento das áreas adjacentes, e outros controles da área. Em uma via urbana típica o espaçamento das interseções normalmente limitam a velocidade dos veículos, reduzindo o efeito da velocidade diretriz. Uma vez que a função da via urbana é a de proporcionar acesso às áreas adjacentes, todos os elementos geométricos devem ser consistentes com a característica da atividade da mesma e devem encorajar velocidades abaixo de 50 Km/h.

É a mais alta velocidade média de percurso que o veículo pode realizar, em uma via, sob condições favoráveis de tempo e de tráfego, sem exceder a velocidade diretriz utilizada na definição geométrica da via. Será utilizada nos estudos de capacidade e níveis de serviço.

A velocidade de operação sofre influência da variação da quantidade de tráfego na estrada, portanto, o próprio tráfego é limitador da velocidade. A determinação ou medição desta velocidade é feita no campo, por amostragem e estatisticamente estudada, com base no acompanhamento do tráfego, utilizando-se de fichas apropriadas, relógios e rádios para comunicação.

3.3.2. Veículos

O Código de Trânsito Brasileiro conferiu ao Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) a competência para fixar as características, especificações básicas, configurações e condições para o registro, o licenciamento e a circulação de veículos nas vias públicas, e estabeleceu os seguintes limites referentes às dimensões e aos pesos para os veículos de trânsito livre:

- Largura máxima: 2,60m;
- Altura máxima: 4,40m;
- Comprimento total:
 - Veículos simples: 14,00m;
 - Veículos articulados: 18,15m;
 - Veículos com reboque: 19,80m;
- Peso bruto total por unidade ou combinações de veículos: 45t;
- Peso bruto por eixo isolado: 10t;
- Peso bruto por conjunto de dois eixos em tandem: 17t;
- Peso bruto por conjunto de dois eixos não em tandem: 17t;
- Peso bruto por conjunto de três eixos em tandem: 25t;
- Peso bruto por conjunto de dois eixos com total de seis pneumáticos interligados por suspensão especial: 9t a 13,5t.

No caso de Combinação de Veículos de Carga – CVC, os quais só podem circular portando Autorização Especial de Trânsito – AET, as especificações estabelecidas pela Resolução N°68/98 – CONTRAN são:

- Peso Bruto Total Combinado (PBTC) máximo: 74 toneladas;
- Comprimento total máximo: 30 metros.

3.3.2.1. Tipos de Veículos Rodoviários

Basicamente, os veículos rodoviários são:

Caminhão: Também chamados de veículos fixos, constituem-se de uma única parte incorporando a cabine, o motor e a carroceria (unidade de carga). Possui os mais diversos tamanhos, com dois ou três eixos, podendo atingir até 23 toneladas. Apresentam vários modelos como os de carroceria aberta, em forma de gaiola, plataforma, tanque ou fechados, os quais podem ser equipados com maquinário de refrigeração.

Carretas: São veículos articulados, ou seja, possuem unidades de tração e de carga em módulos separados. Estas duas unidades são reunidas em conjuntos formados por cavalos mecânicos e semi-reboques. Ex. Cegonheiras: Veículos articulados, dotados de cavalos mecânicos e uma espécie de gaiola com rampas, para o transporte de veículos automotores.

Boogies: Veículos apropriados para o transporte de *containers* de vinte e quarenta pés.

Treminhões: Semelhantes às carretas, formados por cavalos mecânicos, semi-reboques e reboques, portanto compostos de três partes. Capazes de transportar simultaneamente até dois *containers* de vinte pés. Utilizados no transporte de cana-de-açúcar, frequentemente vistos na região sudeste. São veículos que não podem transitar por qualquer estrada, em face do seu peso bruto total, cerca de 70 toneladas, e que seguem apenas roteiros pré estabelecidos e autorizados pelo Ministério dos Transportes.

3.3.2.2. Veículos de Projeto

Como foi visto no anterior, há diversos veículos rodoviários. As características pelas características dos veículos e proporção entre eles condicionam o dimensionamento geométrico de uma via. Pois, por exemplo:

- A largura do veículo de projeto influenciará na largura da pista de rolamento, dos acostamentos e dos ramos;
- A distância entre eixos influi no cálculo da superlargura das pistas principais e na determinação da largura e dos raios mínimos das pistas e dos ramos;
- O comprimento total do veículo influenciará na extensão das faixas de espera, a capacidade da rodovia e das dimensões dos estacionamentos;
- A relação entre o peso bruto total e a potência do veículo influencia na limitação da rampa máxima admissível e participa na determinação da necessidade de faixas adicionais;
- O peso bruto admissível dos veículos influi no dimensionamento e configuração do pavimento, de separadores rígidos de tráfego e defensas;
- A altura condiciona o gabarito vertical sob redes aéreas, viadutos, túneis, sinalizações verticais e semáforos.

Portanto, é necessário escolher um tipo de veículo que sirva de referência para a determinação dos valores máximos e mínimos de parâmetros a serem observados para o projeto da via.

Denomina-se veículo de projeto o veículo teórico de uma certa categoria, cujas características físicas e operacionais representam uma envoltória das características da maioria dos veículos existentes nessa categoria.

Diante do exposto, constata-se que o veículo de projeto deve abranger e cobrir os veículos representativos da frota usuária que futuramente irá utilizar a rodovia bem como considerar a composição do tráfego que utilizará a via, obtidos a partir de contagens de tráfego ou de projeções que considerem o futuro desenvolvimento da área de influência da via e a utilização que terá cada trecho do projeto viário.

Entretanto, alguns elementos do projeto geométrico da via não consideram o veículo de projeto. Por exemplo, o gabarito vertical é estabelecido em função dos veículos de maior altura e as distâncias de visibilidade são estabelecidas, a partir da altura dos olhos dos motoristas de automóveis pequenos.

Segundo a AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) existem quatro grupos básicos de veículos de projeto a serem adotados, conforme as características predominantes do tráfego:

- VP: Veículos de passeio leves, física e operacionalmente assimiláveis ao automóvel, incluindo utilitários, pickups, furgões e similares;
- CO: Veículos comerciais rígidos, compostos de unidade tratora simples. Abrangem os caminhões e ônibus convencionais, normalmente de 2 eixos e 6 rodas;
- SR: Veículos comerciais articulados, compostos normalmente de unidade tratora simples e semi reboque;
- O: Representa os veículos comerciais rígidos de maiores dimensões que o veículo CO básico, como ônibus de longo percurso e de turismo, e caminhões longos.

A TABELA 3.1 resume as principais dimensões dos veículos de projeto e as FIGURA 3.14 a 3.17 graficamente representam essas dimensões.

TABELA 3.1 — PRINCIPAIS DIMENSÕES DOS VEÍCULOS DE PROJETO EM METROS

Característica	VP	CO	O	SR
Largura Total	2,1	2,6	2,6	2,6
Comprimento Total	5,8	9,1	12,2	16,8
Raio Mínimo da Roda Externa Dianteira	7,3	12,8	12,8	13,7
Raio Mínimo da Roda Interna Traseira	4,7	8,7	7,1	6,0

FONTE: Ministério dos Transportes (1999).

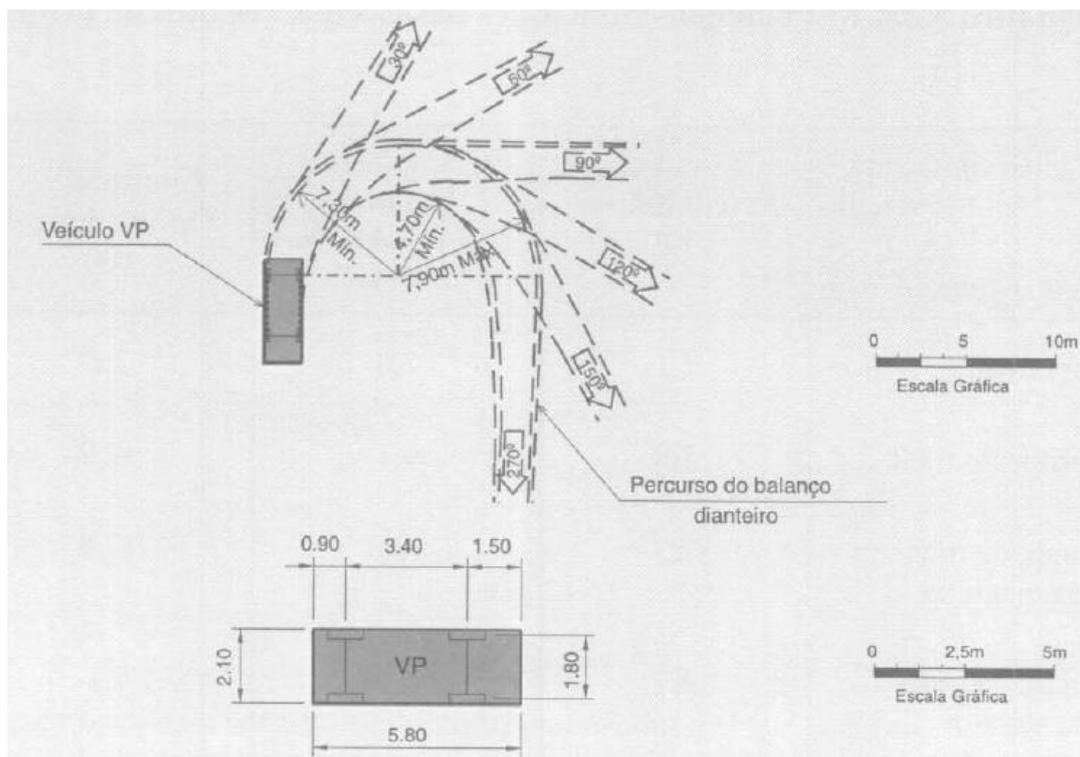


FIGURA 3.14 — VEÍCULO DE PROJETO VP
FONTE: Ministério dos Transportes (1999).

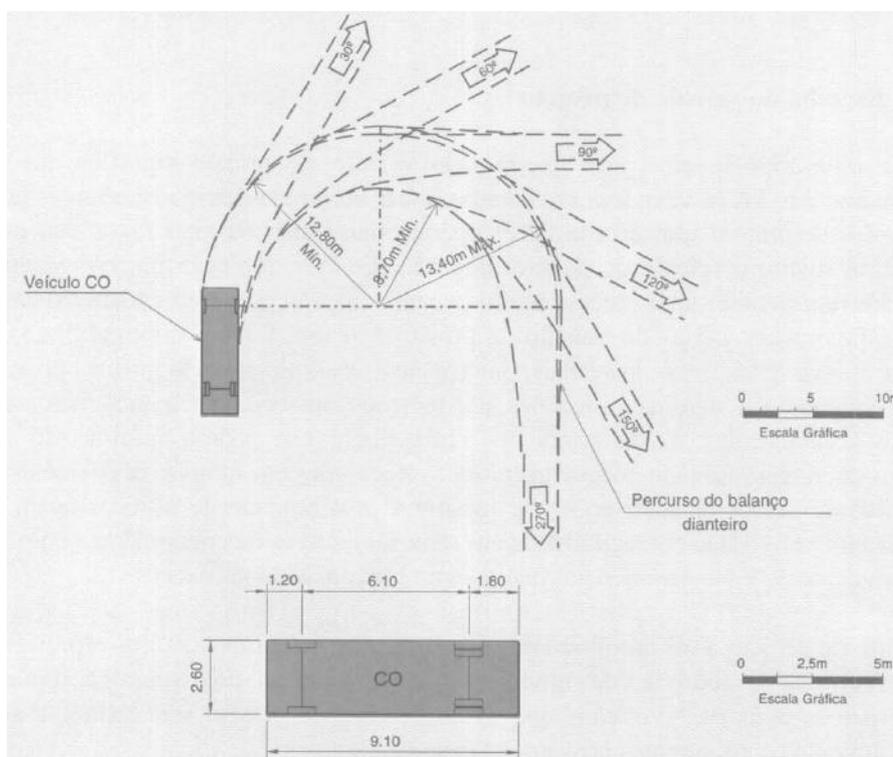


FIGURA 3.15 — VEÍCULO DE PROJETO CO
FONTE: Ministério dos Transportes (1999).

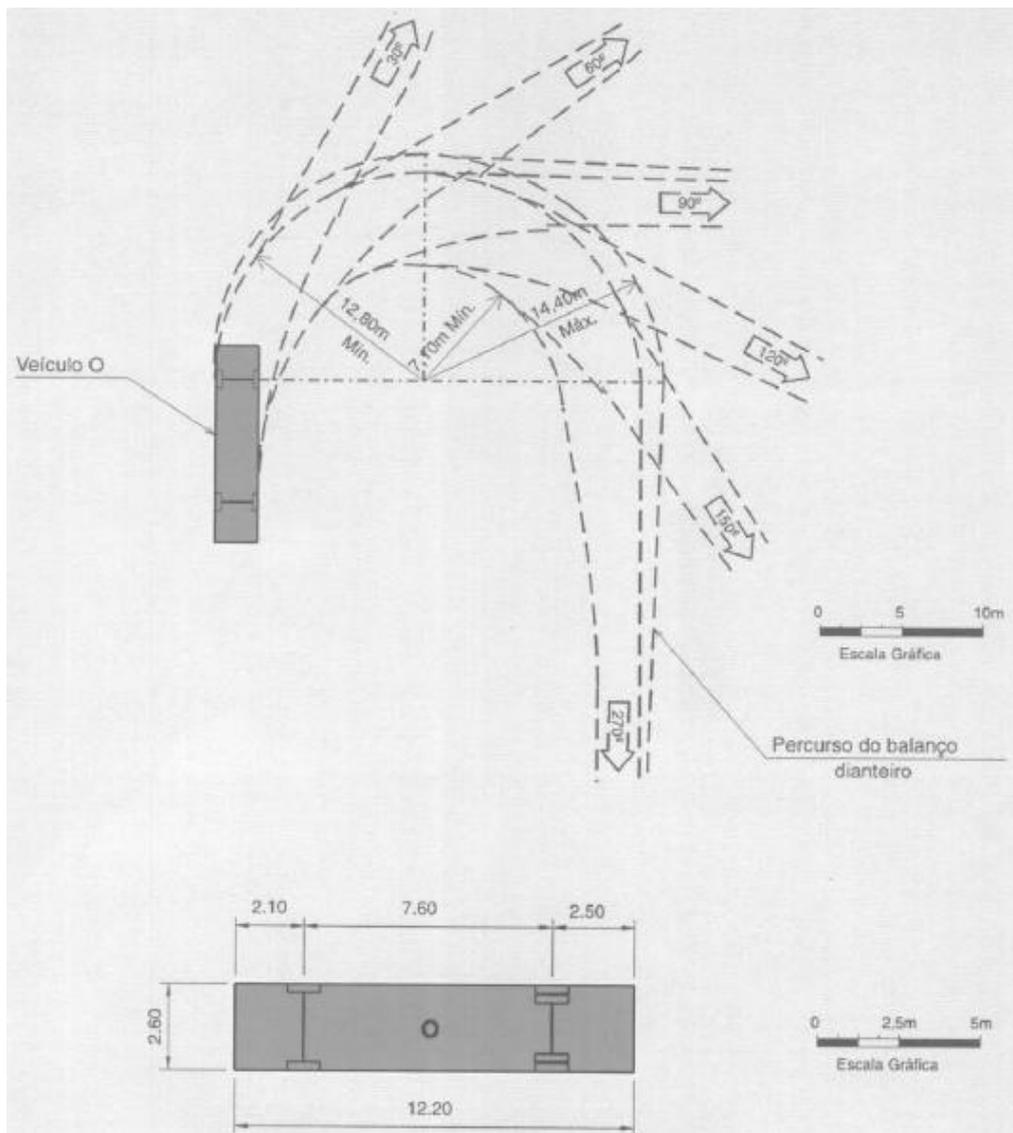


FIGURA 3.16 — VEÍCULO DE PROJETO O
 FONTE: Ministério dos Transportes (1999).

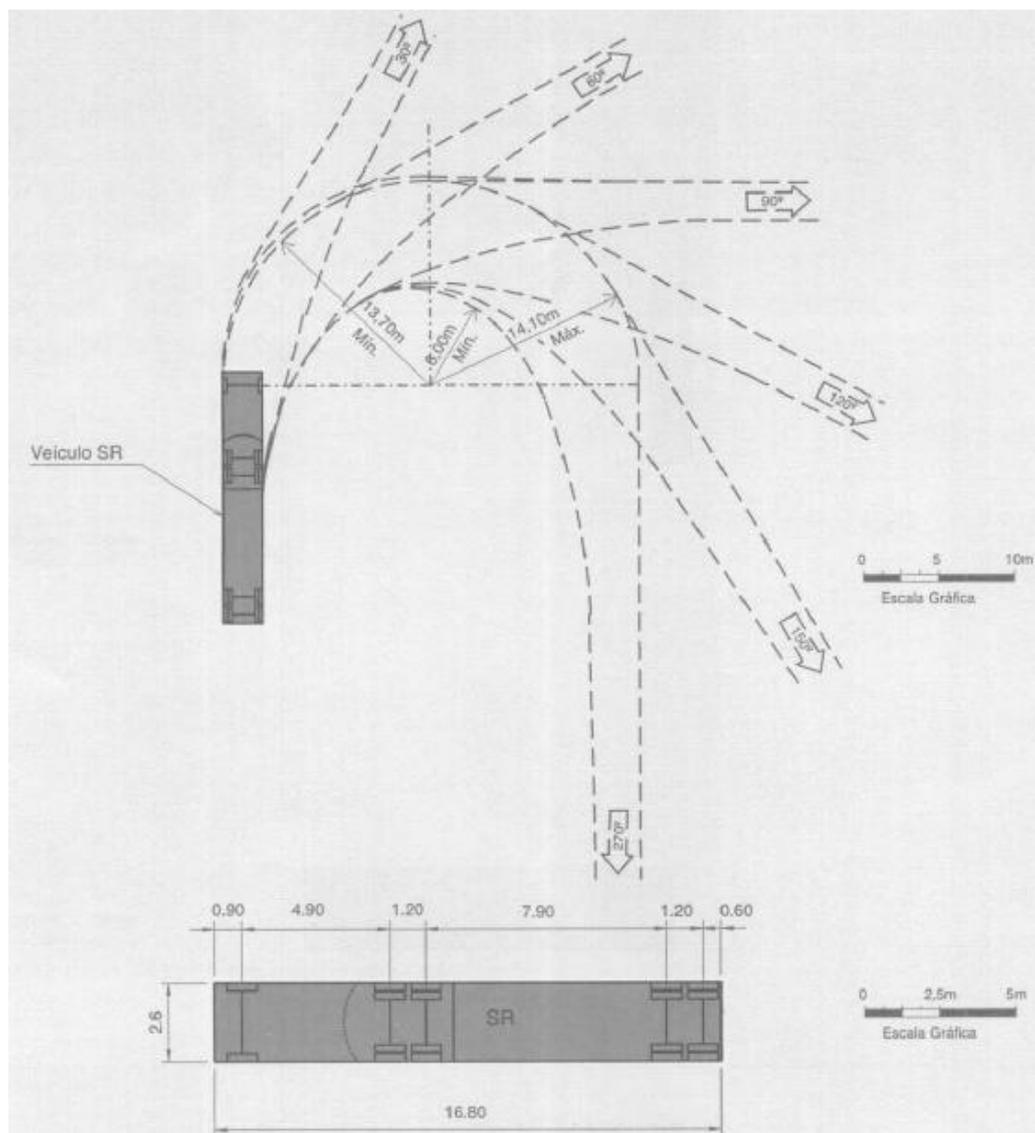


FIGURA 3.17 — VEÍCULO DE PROJETO SR
 FONTE: Ministério dos Transportes (1999).

No Brasil, normalmente o veículo de projeto usado é o CO.

3.4. ATUALIDADES DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO BRASILEIRO

A fim de comparar a situação da malha rodoviária brasileira com demais países, analisou-se as TABELA 3.2 a TABELA 3.5, as quais apresentam, respectivamente, as vinte maiores economias do mundo, sua extensão territorial, sua extensão rodoviária e seu grau de pavimentação.

TABELA 3.2 — AS VINTE MAIORES ECONOMIAS DO MUNDO

Classificação	Países	PIB Anual (US\$ 10⁶)
1	Estados Unidos	13.210.000
2	Japão	4.883.000
3	Alemanha	2.872.000
4	China	2.518.000
5	Reino Unido	2.346.000
6	França	2.149.000
7	Itália	1.785.000
8	Canadá	1.088.000
9	Espanha	1.084.000
10	Brasil	1.067.000
11	Coréia do Sul	897.400
12	Índia	804.000
13	México	743.500
14	Rússia	733.600
15	Austrália	644.700
16	Holanda	612.700
17	Suíça	386.100
18	Suécia	373.200
19	Bélgica	369.600
20	Turquia	358.500

FONTE: *World Bank* (2006) e Banco Central do Brasil (2006) *apput* VIANNA (2007).

A TABELA 3.2 revela que o Brasil integra o seletto grupo das dez maiores economias do mundo. Estando muito próximos de alcançar o Canadá e a Espanha imediatamente duas posições a frente.

TABELA 3.3 — EXTENSÃO TERRITORIAL DAS VINTE MAIORES ECONOMIAS DO MUNDO

Classificação	Países	Superfície (km²)
1	Rússia	16.380.980
2	China	9.327.430
3	Estados Unidos	9.158.960
4	Canadá	9.093.510
5	Brasil	8.514.876
6	Austrália	7.682.300
7	Índia	2.973.190

8	México	1.908.690
9	Turquia	769.630
10	França	550.100
11	Espanha	499.210
12	Suécia	410.330
13	Japão	364.500
14	Alemanha	348.950
15	Itália	294.110
16	Reino Unido	241.930
17	Coréia do Sul	98.730
18	Suíça	40.000
19	Holanda	33.880
20	Bélgica	32.820

FONTE: IRF (2004) e IBGE (2006) *apud* VIANNA (2007).

O aspecto da extensão territorial, apresentado na TABELA 3.3, é importante para conferir a infraestrutura de transporte do país. Nesse ponto, o Brasil ocupa a quinta colocação, possuindo 8.514.876 km², somente sendo superado pela Rússia, China, Estados Unidos e Canadá.

TABELA 3.4 — EXTENSÃO TOTAL DE RODOVIAS DAS VINTE MAIORES ECONOMIAS DO MUNDO

Classificação	Países	Extensão Rodoviária Total (km)
1	Estados Unidos	6.433.272
2	Índia	3.383.344
3	China	1.870.661
4	Brasil	1.610.081
5	Canadá	1.408.900
6	Japão	1.177.278
7	frança	951.220
8	Rússia	871.000
9	Austrália	810.641
10	Espanha	666.292
11	Alemanha	644.400
12	Itália	484.688
13	Turquia	426.906
14	Suécia	424.947

15	Reino Unido	387.674
16	México	235.670
17	Bélgica	150.567
18	Holanda	126.100
19	Coréia do Sul	100.279
20	Suíça	71.214

FONTE: IRF (2004) e ANTT (2004) *apud* VIANNA (2007).

Quanto a extensão rodoviária, o Brasil, novamente, aparece no topo da lista da TABELA 3.4, ocupando a quarta posição. No entanto, ao relacionar a extensão territorial com a extensão rodoviária de cada país percebe-se que o Brasil não está tão bem colocado. Como exemplo dessa constatação, pode-se citar o fato de que a Índia possui um território 2,8 vezes menor que o Brasil e não obstante, o dobro da extensão rodoviária. Outro caso impressionante é o Japão, que tem uma malha somente 27% menor, sendo o Brasil 23 vezes maior.

TABELA 3.5 — PERCENTUAL DE PAVIMENTAÇÃO DAS VINTE MAIORES ECONOMIAS DO MUNDO

Classificação	Países	Extensão Pavimentada (km)	Rodoviária	Extensão Rodoviária Pavimentada (km)	Extensão Rodoviária Não Pavimentada (km)	Extensão Rodoviária Total (km)
1	Alemanha	644.400	100,00%	0	0,00%	644.400
2	frança	951.220	100,00%	0	0,00%	951.220
3	Itália	484.688	100,00%	0	0,00%	484.688
4	Reino Unido	387.674	100,00%	0	0,00%	387.674
5	Suíça	71.214	100,00%	0	0,00%	71.214
6	Holanda	126.100	100,00%	0	0,00%	126.100
7	Espanha	659.629	99,00%	6.663	1,00%	666.292
8	Coréia do Sul	87.002	86,76%	13.277	13,24%	100.279
9	Rússia	738.000	84,73%	133.000	15,27%	871.000
10	China	1.515.797	81,03%	354.864	18,97%	1.870.661
11	Bélgica	117.442	78,00%	33.125	22,00%	150.567
12	Japão	914.745	77,70%	262.533	22,30%	1.177.278
13	Estados Unidos	4.149.460	64,50%	2.283.812	35,50%	6.433.272
14	México	116.751	49,54%	118.919	50,46%	235.670

15	Índia	1.603.705	47,40%	1.779.639	52,60%	3.383.344
16	Turquia	177.550	41,59%	249.356	58,41%	426.906
17	Austrália	336.962	41,57%	473.679	58,43%	810.641
18	Canadá	561.728	39,87%	847.172	60,13%	1.408.900
19	Suécia	129.651	30,51%	295.296	69,49%	424.947
20	Brasil	196.095	12,18%	1.413.986	87,82%	1.610.081

FONTE: IRF (2004) e ANTT (2004) *apput* VIANNA (2007).

A TABELA 3.5 mostra uma relação percentual entre as rodovias pavimentadas com o total de rodovias de cada país, sendo o caso ideal ter 100% da sua malha pavimentada.

Como é visto nos seis primeiros lugares da tabela, possuir 100% da extensão rodoviária pavimentada, não é algo utópico. Entretanto, o Brasil ocupa o último lugar da tabela apresentando apenas 12,18% das rodovias pavimentadas.

A fim de se verificar a situação das rodovias brasileiras a Confederação Nacional do Transporte (CNT) realizou uma pesquisa em 85.000 km de rodovias pavimentadas, cobrindo todas as rodovias federais e as mais importantes estaduais, atribuindo notas para cada trecho da rodovia, conduzindo a uma conceituação geral de ótimo, bom, regular, ruim ou péssimo. O resultado da pesquisa é apresentado na FIGURA 3.18.

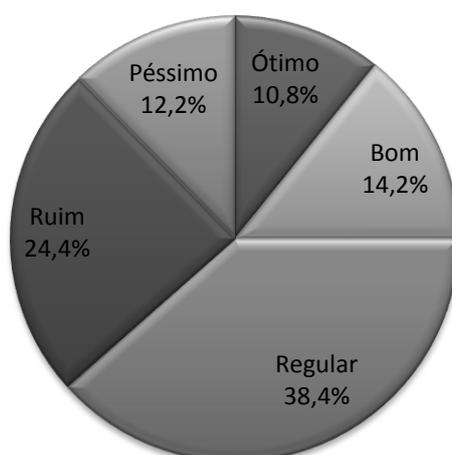


FIGURA 3.18 — GRÁFICO DO ESTADO GERAL DAS RODOVIAS PAVIMENTADAS
FONTE: Pesquisa Rodoviária CNT (2006) *apput* VIANNA (2007).

Pela análise do Gráfico do Estado Geral das Rodovias Pavimentadas, somente 25% dos 85.000 km de rodovias pavimentadas pesquisadas apresentaram estado bom ou ótimo. Utilizando esse valor para toda a malha rodoviária pavimentada, ou seja 25% de 196.095 km, representa que apenas 3,04% do total de rodovias brasileiras podem ser consideradas em bom ou ótimo estado.

REFERÊNCIAS

ALBANO, J. F. *Notas de Aula de Rodovias*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BRASIL. Confederação Nacional do Transporte — CNT. *Atlas do Transporte*, 01ª Ed, 2006.

BRASIL, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes — DNIT. *Nomenclatura das Rodovias Federais*. Disponível em <[http://www1.dnit.gov.br/rodovias/rodoviasfederais/#Nomenclatura das Rodovias Federais](http://www1.dnit.gov.br/rodovias/rodoviasfederais/#Nomenclatura%20das%20Rodovias%20Federais)>. Acesso em: 27 de julho de 2011.

BRASIL, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes — DNIT. *Plano Nacional de Viação*. Disponível em <<http://www.dnit.gov.br/plano-nacional-de-viacao/pnv-lei-5.917/Lei%20PNV%205917-73%20-%20anexo.pdf>>. Acesso em: 27 de julho de 2011.

BRASIL, Programa de Aceleração do Crescimento — PAC. *11º Balanço PAC 1*, 2010. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/pac/relatorios/nacionais/11o-balanco-4-anos>>. Acesso em: 27 de julho de 2011.

BRASIL, Programa de Aceleração do Crescimento — PAC. *1º Balanço PAC 2*, 2010. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/pac/relatorios/2011-nacionais/eixo-transporte>>. Acesso em: 27 de julho de 2011.

BRASIL, Ministério dos Transportes. *Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais*, 1999.

KEEDI, S. *Logística de Transportes Internacional*. 03ª Ed, São Paulo: Aduaneiras, 2007.

KEEDI, S. *Transportes, Unitização e Seguros Internacionais de Carga: Prática e Exercícios*. 03ª Ed, São Paulo: Aduaneiras, 2007.

MENDONÇA, P. C. C. e KEEDI, S. *Transportes e Seguros no Comércio Exterior*. São Paulo: Aduaneiras, 1997.

RODRIGUES, P. R. A. *Introdução aos Sistemas de Transporte no Brasil e à Logística Internacional*. 04ª Ed, São Paulo: Aduaneiras, 2007.

LEE, S. H. *Projeto Geométrico de Estradas*. Florianópolis, 2000.

VIANNA, G. A. B. *O Mito do Rodoviarismo Brasileiro*. 02ª Ed. São Paulo: NTC&Logística, 2007.

4. MODO FERROVIÁRIO

4.1. INTRODUÇÃO

Transporte ferroviário é aquele realizado por locomotivas e vagões, sobre um par de trilhos equidistantes entre si.

Neste capítulo serão abordadas as principais características deste modal, destacando suas vantagens e desvantagens. Além disso, apresentar-se-á a via, o veículo e o terminal ferroviário. Também, será mostrado um panorama do sistema ferroviário brasileiro, enfatizando as concessões ferroviárias, e, ao final, o Trem de Alta Velocidade (TAV).

4.1.1. Breve Histórico do Transporte Ferroviário no Brasil

A partir de 1845 com a implantação da Estrada de Ferro de Mauá, pelo Barão de Mauá, com 14,5 km de extensão, ligando a Praia de Estrela a Petrópolis iniciou-se no Brasil o transporte ferroviário.

Entre 1873 a 1930 ocorreu a expansão da malha ferroviária brasileira, a qual tinha papel decisivo no escoamento dos produtos agrícolas, sobretudo o café. No entanto, nesse período, não houve uma interligação dos sistemas ferroviários, uma vez que, por causa de os investimentos e as operações serem privados e independentes, houve a implantação de bitolas diferentes. O fato de simultaneamente existir ferrovias com bitola de 1,000 m 1,435 m e 1,600 m, impediram a integração do sistema ferroviário, isso embasou para que algumas rodovias, posteriormente, fossem construídas sobre o leito de ferrovias.

Este cenário lentamente começou a ser alterado com o início das privatizações em 1996, as quais, dentre suas ações, buscou soluções para a transferência entre diferentes bitolas, como a utilização do rodotrilho.

4.2. CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE FERROVIÁRIO

Embora a somatória dos diversos custos — custos como: de terraplenagem, de drenagem, de obras de arte correntes, de obras de arte especiais, de obras complementares, de superestrutura da via, de sinalização de sistemas e de desapropriação — para a construção de uma ferrovia seja elevada, o custo da manutenção necessária é sobremaneira inferior e, além disso, a ferrovia não necessita de restauração.

Ainda, em relação aos custos, por ser movido a energia elétrica ou diesel, o custo do transporte ferroviário é menor. Isso torna o frete mais barato, perdendo apenas para o hidroviário. Além disso, permite o transporte de grandes quantidades e variedades de carga com vários vagões.

Outra vantagem desse modal é o fato de estar livre de congestionamentos, frequentes no transporte aquaviário e rodoviário. Em contrapartida, o tempo de viagem é irregular em decorrência das demoras para a formação da composição e da necessidade de transbordos.

Outro ponto a ser considerado é que, por ser realizado em trajetos devidamente delineados, ou seja, por ser preso a caminhos únicos, falta flexibilidade, tendo, por isso, uma menor acessibilidade.

Por suas características operacionais, é vantajoso nos casos em que houver grande quantidade de carga a ser transportada a longas distâncias.

4.3. SISTEMA FERROVIÁRIO

O sistema ferroviário foi dividido em: via, veículo e terminal.

4.3.1. Via

A via ferroviária pode ser singela, dupla ou tripla. Composta pela infraestrutura e superestrutura.

O objetivo da infraestrutura é construir o leito, formado pela plataforma de terraplenagem, pelos elementos de drenagem e pelas obras de arte especiais, sobre o qual se assentará a superestrutura.

A superestrutura da via, também denominada de via permanente é constituída por: sublastro, lastro, dormente, trilhos e aparelhos de mudança de via (AMV's) descritos a seguir e esquematicamente apresentados na

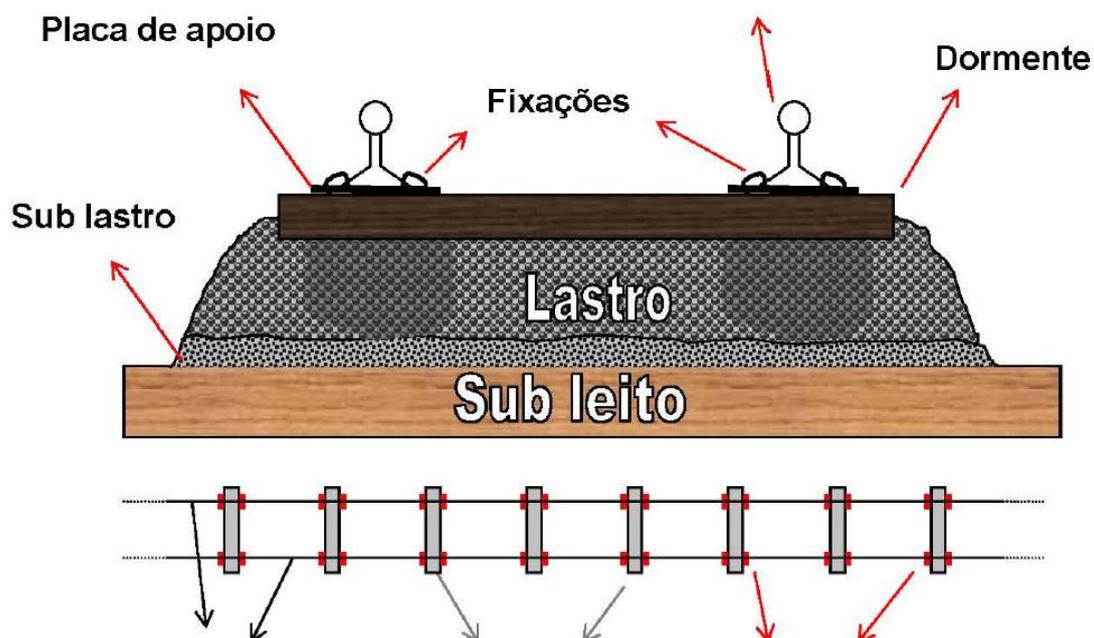


FIGURA 4.1 — ESQUEMA DA VIA PERMANENTE
FONTE: Porto (2004).

Sublastro

Tem como funções aumentar a capacidade de suporte da plataforma, permitindo elevar a taxa de trabalho do terreno e diminuir a altura necessária de lastro, uma vez que seu custo é menor. Além disso, aumenta a resistência do leito à erosão e a penetração da água, auxiliando na drenagem da via, e permite relativa elasticidade ao apoio do lastro, para que a via permanente não seja rígida.

Lastro

Dentre as funções do lastro pode-se citar o fato de que ele distribui sobre a plataforma ou sobre o sublastro os esforços resultantes das cargas dos veículos, produzindo uma pressão adequada a sua capacidade. Além do mais, forma um colchão, até certo ponto elástico, que atenua as trepidações resultantes da passagem dos veículos. Por isso, a partículas que formam o lastro devem ser cúbicas.

Outra característica do lastro é que forma uma superfície uniforme e contínua para os dormentes e trilhos, suprimindo as pequenas irregularidades na superfície da plataforma ou do sublastro. Por causa disso, impede o deslocamento dos dormentes quer no sentido longitudinal ou transversal. Além disso, promove a drenagem da superestrutura, conseqüentemente deve possuir granulometria uniforme.

Os materiais que constituem o lastro podem ser: pedra britada, cascalho, areia ou escória de alto forno.

Dormentes

É o elemento da superestrutura ferroviária que tem por função receber e transmitir ao lastro os esforços produzidos pelas cargas dos veículos, servindo de suporte dos trilhos, permitindo a sua fixação e mantendo invariável a distância entre eles (bitola). Os dormentes devem ser de fácil manuseio, para os casos de assentamento e substituição, possuir longa vida útil.

- Dormentes de Madeira

A resistência das madeiras cresce com a densidade. Utiliza-se comumente madeira de lei e madeira mole, tendo a primeira maior durabilidade e resistência, e ambas recebendo algum tratamento.

TABELA 4.1 — VANTAGENS E DESVANTAGENS DO DORMENTE DE MADEIRA

Vantagens	Desvantagens
Menor massa (manuseio)	Vida útil
Facilmente Trabalháveis	Ataque de fungos e insetos
Bons isolantes	Dormente AMV — difíceis de obter
Fixação simples	Tratamento exige manter estoque
Suportam bem supersolicitação	Redução da oferta
Aproveitamento dos dormentes usados	
Elasticidade da via	

FONTE: Porto (2004).

- **Dormente de Concreto**

A vida útil dos dormentes de concreto é cerca de 40 anos, se não houver descarrilamentos. Podem ser: dormente monobloco de concreto protendido ou dormente bibloco de concreto armado.

Os dormentes monoblocos de concreto protendido são normalmente aplicados em vias de bitola mista, nas regiões dos aparelhos de mudança de via e tendem a ser mais competitivos quando as cargas por eixo na via são muito elevadas.

Já, os dormentes biblocos de concreto armado proporcionam um rolamento mais suave, maior resistência lateral e asseguram maior estabilidade à via, exigindo, dessa forma, menor manutenção.

TABELA 4.2 — VANTAGENS E DESVANTAGENS DO DORMENTE DE CONCRETO

Vantagens	Desvantagens
Maior massa (resistência)	Manuseio e substituição onerosos
Manutenção da bitola	Destruído em descarrilamentos
Isolante	Vulnerável a solicitações excepcionais
Invulnerável a insetos e fungos	
Vida útil longa	
Menor armazenagem	

FONTE: Porto (2004).

- Dormente de Aço

Aliado ao meio ambiente. Apresenta um manuseio mais fácil, por ser mais leve. E, tem uma vida útil superior à madeira.

TABELA 4.3 — VANTAGENS E DESVANTAGENS DO DORMENTE DE AÇO

Vantagens	Desvantagens
Fácil confecção de dormentes especiais	Massa reduzida (falta de inércia)
Manutenção da bitola	Custo elevado
Recondicionável	Vulnerável a ambiente agressivo
Insensível ao ataque de insetos e fungos	Tráfego ruidoso
Relativamente resistente a supersolicitação	Gasto adicional com isolamento elétrico

FONTE: Porto (2004).

Trilhos

São os elementos da via permanente que se destinam a formar a pista de rolamento dos veículos ferroviários. Funcionam como vigas elásticas que servem como suportes diretos e guias das rodas.

Os trilhos são designados pelo peso que apresentam por metro linear. Por exemplo, o TR-37 tem 37 kg em um metro de trilho.

O perfil fabricado no Brasil é denominado Vignole e é formado por patim, alma e boleto.

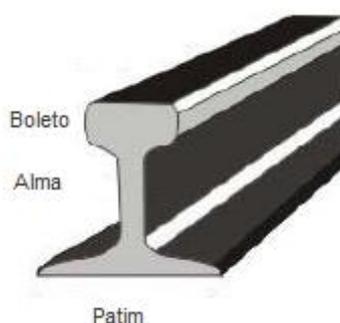


FIGURA 4.2 — ESQUEMA DO PERFIL VIGNOLE

FONTE: Porto (2004).

Os trilhos possuem alguns acessórios, como as talas de junção, fixações e placas de apoio.

- Talas de Junção

São elementos que atuam na emenda mecânica dos trilhos. A junta é feita com duas talas de junção justapostas. Montadas na alma do trilho e apertadas com quatro a seis parafusos de alta resistência.

- Fixações

São elementos que tem como função manter o trilho na posição correta e garantir a bitola da via. Podem ser: rígidas e elásticas. Sendo as fixações rígidas aquelas que soltam com o tempo devido à vibração e as elásticas aquelas que não se afrouxam com o tráfego.

- Placas de Apoio

Distribuem as tensões dos trilhos aos dormentes.

Aparelho de Mudança de Via — AMV

Tem a função de desviar os veículos com segurança e velocidade compatível. Dá flexibilidade ao traçado, mas por ser um elemento móvel da via, é peça chave na segurança da operação.

4.3.1.1. Classificação

Uma ferrovia pode ser classificada quanto a sua bitola e importância.

Quanto à bitola

Bitola é a distância entre as faces internas das duas filas de trilhos. Essa distância pode ser: 1,000 m, 1,435 m ou 1,600 m.

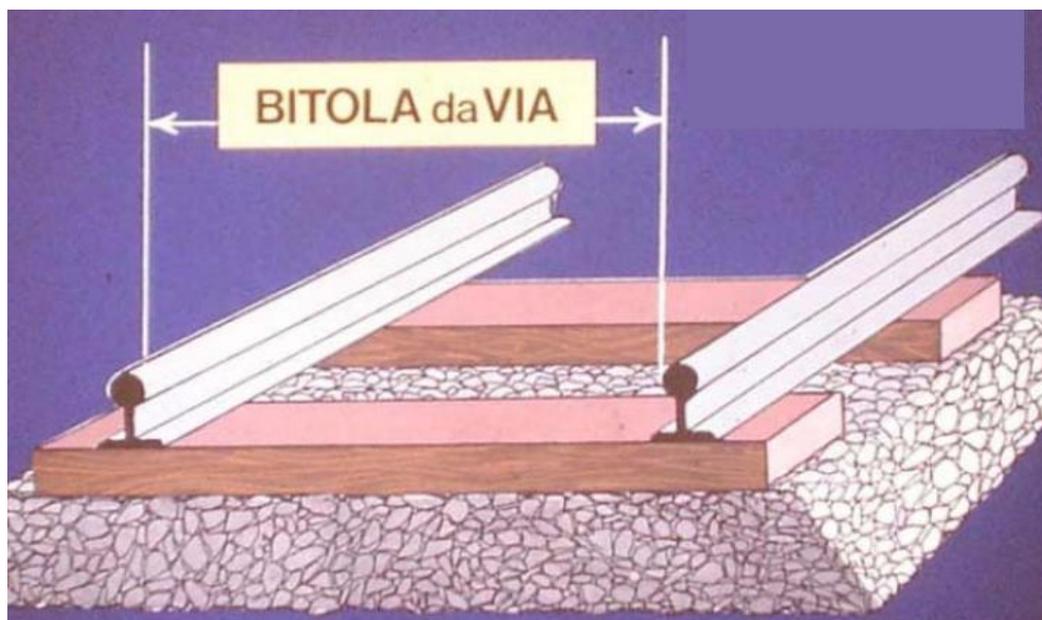


FIGURA 4.3 — EXPLICAÇÃO DE BITOLA
 FONTE: Porto (2004).

Quanto à bitola uma ferrovia é classificada em: larga, normal e estreita.

- Larga: Bitola superior a 1,435 m;
- Larga: Bitola igual a 1,435 m;
- Larga: Bitola inferior a 1,435 m;

Quanto à importância

Quanto à importância uma ferrovia é classificada em: troncal, secundária ou de ligação/ramal.

4.3.1.2. Características Geométricas

As ferrovias obedecem as determinações dos manuais e normas técnicas estabelecidas pelo DNIT e procedimentos adotados em outros países.

Da mesma forma que nas rodovias, um projeto geométrico é dividido em três partes: planta, perfil longitudinal e seção transversal.

Para se elaborar o projeto geométrico é necessário classificar o terreno.

- Terreno Plano: O terreno é dito plano se o desnível a cada quilômetro for inferior a 8 m.
- Terreno Ondulado: O terreno é dito ondulado se o desnível a cada quilômetro estiver entre 8 m e 20 m.
- Terreno Montanhoso: O terreno é dito montanhoso se o desnível a cada quilômetro for superior a 20 m.

TABELA 4.4 — VALORES E LIMITES PARA BITOLA DE 1,000 M

Linha		Terreno					
		Plano		Ondulado		Montanhoso	
		Raio	Grau	Raio	Grau	Raio	Grau
		(m)		(m)		(m)	
Tronco	Valores	572,99	2 00'	491,14	2 20'	343,82	3 20'
	Limites	491,14	2 20'	382,02	3 00'	312,58	3 40'
Subsidiárias	Valores	382,02	3 00'	343,82	3 20'	286,54	4 00'
	Limites	286,54	4 00'	264,51	4 20'	229,26	5 00'

FONTE: Porto (2004).

TABELA 4.5 — VALORES E LIMITES PARA BITOLA DE 1,435 M E 1,600 M

Linha		Terreno					
		Plano		Ondulado		Montanhoso	
		Raio	Grau	Raio	Grau	Raio	Grau
		(m)		(m)		(m)	
Tronco	Valores	1.145,93	1 00'	572,99	2 00'	382,02	3 00'
	Limites	512,99	2 00'	491,14	2 20'	343,82	3 20'
Subsidiárias	Valores	411,14	2 20'	382,02	3 00'	312,58	3 40'
	Limites	312,58	3 40'	286,54	4 00'	264,51	4 20'

FONTE: Porto (2004).

4.3.1.3. Nomenclatura

A nomenclatura das ferrovias é semelhante a, das rodovias. No caso, a sigla para denominar uma ferrovia é EF seguida de um traço e uma centena.

Da mesma maneira que ocorre nas rodovias as ferrovias são divididas em: radiais, longitudinais, transversais, diagonais e de ligação.

Radiais

As ferrovias radiais são as que partem de Brasília, em qualquer direção para ligá-la a capitais regionais ou a pontos periféricos importantes. Sendo, o primeiro algarismo da centena é o 0 (zero). Os demais algarismos vão de 00 a 99 pela porcentagem do ângulo medido a partir da parte norte do meridiano de Brasília, localizado no sentido horário, com a ferrovia considerada.

Longitudinais

As longitudinais são aquelas que se orientam na direção geral norte sul. Sendo, o primeiro algarismo da centena é o 1 (um). Os números complementares são obtidos pela interpolação entre 00 no extremo leste do país e 50 em Brasília e deste número a 99 no extremo oeste, proporcionalmente a distância da ferrovia ao meridiano de Brasília.

Transversais

Transversais se orientam na direção geral leste oeste. Sendo, o primeiro algarismo da centena é o 2 (dois). Os algarismos faltantes ficam entre 00 no extremo norte do país a 50 no paralelo de Brasília e deste valor a 99 no extremo sul.

Diagonais

As ferrovias diagonais orientam-se nas direções gerais nordeste sudoeste e noroeste sudeste. Sendo, o primeiro algarismo da centena é o 3 (três). A numeração complementar varia seguindo números pares de 00 no extremo NE a 50 em Brasília e deste valor a 98 no extremo SO. A numeração complementar varia seguindo números ímpares de 01 no extremo NO a 51 em Brasília e deste valor a 99 no extremo SE.

Ligação

As ferrovias de ligação são as que, em qualquer direção, não se enquadrando nas categorias anteriores, ligam entre si diferentes ferrovias ou pontos importantes ou se constituem em ramais coletores regionais. Possuem o primeiro algarismo da centena sendo o 4 (quatro). Os outros algarismos vão de 00 a 50 se a ferrovia estiver ao norte do paralelo de Brasília e entre 50 e 99 se estiver ao sul.

4.3.2. Veículo

Os veículos ferroviários podem ser: locomotivas ou vagões

4.3.2.1. Veículos Tratores ou Locomotivas

As locomotivas são classificadas de acordo com o combustível que utilizam.

- Locomotiva a Vapor
- Locomotiva Elétrica
- Locomotiva Diesel Elétricas

4.3.2.2. Veículos Rebocados ou Vagões

Os vagões têm capacidades de cargas diferentes entre si, dependendo do seu tamanho e da sua carga para a qual foram desenvolvidos, isto é, dependendo da sua configuração.

- Vagão Plataforma: Transporte de veículos, *containers*, máquinas, produtos siderúrgicos e outros volumes pesados;
- Vagão Fechado de Descarga Lateral: Produtos ensacados e agregados de cereais;
- Vagão Gôndola Abertos: Transporte de carga geral e granéis sólidos passíveis de serem expostos às intempéries;
- Vagão Tanque: Transporte de granéis líquidos;
- Vagão *Hopper*: Transporte de granéis sólidos, com melhor geometria.

4.3.3. Terminal

No transporte ferroviário há vários tipos de terminais, cada um com uma função específica, os quais são descritos a seguir.

Desvio Ferroviário

Desvio ferroviário é o local destinado ao estacionamento e ultrapassagens dos trens. Pode ser vivo ou morto, diferenciando-se pelo fato do vivo possuir saída para ambos os lados, enquanto o morto tem apenas uma opção de saída.

O comprimento útil do desvio é determinado em função do número de veículos ferroviários a desviar.

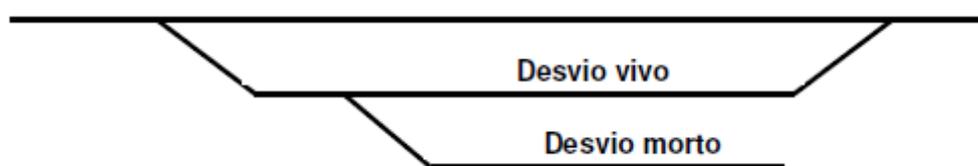


FIGURA 4.4 — DESVIO FERROVIÁRIO
FONTE:

Pátios Ferroviários

Para a montagem de um trem é necessário uma organização racional e rápida dos vagões, condições que exigem grandes superfícies, equipamentos adequados e operação eficiente. Essas áreas são denominadas de pátios ou estações de triagem, cruzamentos ou terminais.

Para o dimensionamento dessas áreas é fundamental o conhecimento do número de trens que chegam e partem por dia, número de veículos por trem, tempo de permanência dos vagões no pátio para carregamento e descarga e ainda o conhecimento das necessidades de manutenção das locomotivas e vagões, bem como das instalações de abastecimento das locomotivas.

- Pátio de Cruzamento: São pátios destinados apenas ao cruzamento dos trens;
- Pátio de Triagem: Locais em que ocorre o entroncamento de duas ou mais linhas ou ramais da ferrovia;
- Pátios Terminais: Locais em que ocorre a manutenção de locomotivas ou estacionamento;
- Pátio Gravidade: Em pátios modernos de triagem, com grande movimentação de trens, é usado o sistema de separação dos vagões por gravidade.

4.4. ATUALIDADES DO TRANSPORTE FERROVIÁRIO BRASILEIRO

O sistema ferroviário brasileiro, de acordo com a Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT, 2009), totaliza na atualidade, 29.637 quilômetros, concentrando-se nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste, atendendo parte do Centro-Oeste e Norte do país, sendo destinadas aproximadamente, 28.840 quilômetros das malhas para as empresas concessionárias, tendo como principal objetivo a recuperação da malha e o desenvolvimento do transporte ferroviário.

4.4.1. Concessões Ferroviárias

A inclusão da Rede Ferroviária Federal S.A. no Programa Nacional de Desestatização através do Decreto n.º 473/92, propiciou o início da transferência de suas malhas para a iniciativa privada, durante um período de 30 anos, prorrogáveis por mais 30. Esse processo também resultou na liquidação da RFFSA, a partir de 07 de dezembro de 1999.

TABELA 4.6 — EXTENSÃO DA MALHA FERROVIÁRIA DE 2009 EM KM

Operadoras Reguladas pela ANTT	Bitola				Total
	1,000	1,435	1,600	Mista	
ALLMO — América Latina Logística Malha Oeste	1.945	—	—	—	1.945
FCA — Ferrovia Centro-Atlântica	7.910	—	—	156	8.066
MRS — MRS Logística	—	—	1.632	42	1.674
FTC — Ferrovia Tereza Cristina	164	—	—	—	164
ALLMS — América Latina Logística Malha Sul	7.293	—	—	11	7.304

FERROESTE — Estrada de Ferro do Oeste do Paraná	248	—	—	—	248
EFVM — Estrada de Ferro Vitória a Minas	905	—	—	—	905
EFC — Estrada de Ferro Carajás	—	—	892	—	892
TNL — Transnordestina Logística	4.189	—	—	18	4.207
ALLMP — América Latina Logística Malha Paulista	243	—	1.463	283	1.989
ALLMN — América Latina Logística Malha Norte	—	—	500	—	500
VALEC/Subconcessão: FNS — Ferrovia Norte-Sul	—	—	571	—	571
Subtotal	22.897	0	5.058	510	28.465
CBTU	149	—	63	—	212
CPMT/Supervia/Trensurb/CENTRAL	75	—	537	—	612
tTrombetas/Harí	35	—	68	—	103
Corcovado/Campos do Jordão	51	—	—	—	51
E. F. Amapá	—	194	—	—	194
Subtotal	0	0	0	0	0
TOTAL	23.207	194	5.726	510	29.637

FONTE: ANTT (2009).

4.4.2. Comparação do Sistema Ferroviário Brasileiro com outros Países

A TABELA 4.7 apresenta a extensão territorial das vinte maiores economias do mundo e a extensão da malha ferroviária de cada país, verificando, também, a densidade do sistema ferroviário nas vinte maiores nações.

TABELA 4.7 — DENSIDADE DA MALHA FERROVIÁRIA DAS VINTE MAIORES ECONOMIAS DO MUNDO

Classificação	Países	Superfície (km ²)	Extensão de Ferrovias (km)	Densidade de Ferrovias
1	Alemanha	348.950	47.201	0,1353
2	Suíça	40.000	4.583	0,1146
3	Bélgica	32.820	3.521	0,1073
4	Holanda	33.880	2.808	0,0829
5	Reino Unido	241.930	17.156	0,0709
6	Itália	294.110	19.459	0,0662
7	Japão	364.500	23.556	0,0646
8	França	550.100	29.085	0,0529
9	Coréia do Sul	98.730	3.472	0,0352

10	Espanha	499.210	14.873	0,0298
11	Suécia	410.330	11.481	0,0280
12	Estados Unidos	9.158.960	226.605	0,0247
13	Índia	2.973.190	63.230	0,0213
14	Turquia	769.630	8.697	0,0113
15	México	1.908.690	17.562	0,0092
16	China	9.327.430	74.408	0,0080
17	Austrália	7.682.300	47.738	0,0062
18	Canadá	9.093.510	48.467	0,0053
19	Rússia	16.380.980	87.157	0,0053
20	Brasil	8.514.876	29.637	0,0035

FONTE: CIA (2004) e ANTT (2009) *apud* VIANNA (2007).

Novamente o Brasil está no rodapé da TABELA 4.7. Isso mostra que, relacionando a superfície com a extensão ferroviária, o Brasil possui a menor densidade ferroviária em relação às vinte maiores economias do mundo.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Agência Nacional de Transporte Terrestres — ANTT. *Trem de Alta Velocidade*. Disponível em <<http://www.tavbrasil.gov.br/>>. Acesso em: 15 de agosto de 2011.

BRASIL, Programa de Aceleração do Crescimento — PAC. *11º Balanço PAC 1, 2010*. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/pac/relatorios/nacionais/11o-balanco-4-anos>>. Acesso em: 27 de julho de 2011.

BRASIL, Programa de Aceleração do Crescimento — PAC. *1º Balanço PAC 2, 2010*. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/pac/relatorios/2011-nacionais/eixo-transporte>>. Acesso em: 27 de julho de 2011.

KEEDI, S. Transportes, Unitização e Seguros Internacionais de Carga: Prática e Exercícios. 03ª Ed, São Paulo: Aduaneiras, 2007.

MENDONÇA, P. C. C. e KEEDI, S. *Transportes e Seguros no Comércio Exterior*. São Paulo: Aduaneiras, 1997.

PORTO, T. G. *Ferrovias*. São Paulo, 2004.

RODRIGUES, P. R. A. *Introdução aos Sistemas de Transporte no Brasil e à Logística Internacional*. 04ª Ed, São Paulo: Aduaneiras, 2007.

VIANNA, G. A. B. *O Mito do Rodoviarismo Brasileiro*. 02ª Ed. São Paulo: NTC&Logística, 2007.

5. MODO MARÍTIMO

5.1. INTRODUÇÃO

Conforme dito no CAPÍTULO 01, o modo aquaviário será abordado em partes duas: modo marítimo e hidroviário. Nesse CAPÍTULO apresentar-se-á o modo marítimo, enfatizando suas características, o sistema e a situação atual do modal no Brasil.

O transporte marítimo é realizado por navios a motor, de grande porte, nos mares e oceanos.

5.2. CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE MARÍTIMO

- Vantagens do Modo Marítimo:

Altíssima eficiência energética;

Elevada economia de escala para grandes lotes a longa distância;

Possibilita economicamente o tráfego internacional de *commodities*;

Possibilita reduzir o custo do frete internacional, em pontes aeromarítimas e aeroterrestres.

- Desvantagens do Modo Marítimo:

Investimento inicial e custo operacional elevados;

Necessidade de grandes frotas modernas;

Pressupõe a existência de portos — obras de engenharia e infraestrutura caríssimas;

Transporte lento, devido ao tráfego em meio mais denso que o ar;

Os inúmeros manuseios propiciam avarias.

5.2.1. Impacto Ambiental

A implantação de um porto traz implicações ao meio físico e biológico adjacente, devendo ser cuidadosamente avaliadas suas implicações sócio econômicas. Atualmente somente um estudo de impacto ambiental multidisciplinar aprovado pelas agências de controle de

meio ambiente governamentais permite a obtenção de licença (prévia, construção/instalação e operação) para novos empreendimentos.

Esse estudo é realizado com o intuito de minimizar danos como os ocorridos:

- Golfo do México em que ocorreu um vazamento de petróleo durante 87 dias ininterruptos, causando a morte de diversas espécies de animais marinhos ou que vivem do mar.
- Nova Zelândia em 10 de outubro de 2011, aonde uma rachadura no casco provocou um vazamento que atingiu seis quilômetros de praias na Baía de Plenty, afetando pássaros e pingüins em uma região famosa por sua beleza natural.

5.2.2. Portos

O conceito de porto está ligado a:

- Abrigo: Condição primordial de proteção da embarcação, tipo de ventos, ondas e correntes, em que possa se ter condições de acesso à costa (acostagem), visando a movimentação de cargas ou passageiros, por meio de obra de acostagem que proveja pontos de amarração para os cabos da embarcação, garantindo reduzidos movimentos e com mínimos esforços de atracação durante a operação portuária.
- Profundidade e Acessibilidade: deve ser compatível com as dimensões da embarcação tipo (comprimento, boca e calado) no canal de acesso, bacias portuárias e nos berços de acostagem.



FIGURA 5.1 — PRINCIPAIS PORTOS BRASILEIROS
FONTE: ANTAQ, 2011

5.2.2.1. Componentes dos Portos

Conforme mostrado na FIGURA 5.2, o porto é constituído pelo anteporto, pelo porto e pelo retroporto.



FIGURA 5.2 — COMPONENTES DO PORTO
 FONTE: UFMG, 2011

- Anteporto:
 - Canal de Acesso;
 - Fundeadouros de Espera.

- Porto:
 - Bacia de Evolução;
 - Cais com Faixa de Atracação e Movimentação Terrestre (Berços de Atracação);
 - Dársenas: São partes resguardadas artificialmente (através de escavações) do porto, usada para tarefas de carga e descarga;
 - Estação de Serviços.

- Retroporto: São necessárias áreas terrestres próprias para movimentação de cargas, que se subdivide em:
 - Acessos Terrestres;

Armazenagem;
Instalações Auxiliares;
Administração.

5.2.2.2. Classificação dos Portos

Quanto à natureza dos portos

- Portos Naturais: São aqueles em que as obras de melhoramento ligadas a abrigo e acessos às obras de acostagem são inexistentes ou de reduzida monta, pois as condições naturais já as provêm para a embarcação tipo. Frequentemente são portos estuarinos com canais de boa estabilidade.
- Portos Artificiais: São aqueles em que as obras de acostagem devem ser providas de obras de melhoramento de abrigo e acessos para a embarcação tipo.

Quanto à localização

- Portos Exteriores: Situam-se diretamente na costa, junto ao mar. Podem ser do tipo:

Salientes à Costa (Ganhos à Água): Quando são implantados aterros que avançam sobre o mar.

Encravados em Terra (Ganhos à Terra): Quando são compostos por escavações formando dársenas, canais e bacias.

- Portos Interiores: Situam-se no interior de uma baía, rio. Podem ser lagunares. São os portos fluviais.
- Portos ao Largo (*Off shore*): São portos ao largo da zona de arrebentação, distantes da costa, podem até mesmo não ser providos de abrigo.

Quanto à utilização

- **Portos de Carga Geral:** Os portos que movimentam carga geral, isto é acondicionada em qualquer tipo de invólucro (sacaria, fardos, barris, caixas, bobinas, etc.) em pequenas quantidades. Nos portos de carga geral, em princípio, qualquer carga pode ser movimentada, havendo uma tendência geral de unitização destas cargas em contêineres.
- **Portos de Carga Específica:** Os portos ou terminais especializados movimentam predominantemente determinados tipos de cargas, como: granéis sólidos ou líquidos (carga sem embalagem, como os minérios), contêineres, pesqueiros, de lazer (marinas), militares (bases navais), etc.

5.2.2.3. Obras nos Portos

Obras de Proteção

- **Quebra Mar:** Não tem nenhuma ligação com a costa.
- **Molhe:** Apresenta uma das extremidades ligada à costa.
- **Dique:** Ambas as extremidades são ligadas à costa.

Obras de Melhoria

- **Obras Externas:** As obras externas estão sujeitas às ondas e correntes sendo, as obras de abrigo (molhes, quebra mares), de melhoria das condições de acesso (guias correntes), canais de acesso e bacias (espera e evolução). As guias correntes ou espigões de pedra implantados da praia em direção mar adentro. São utilizadas para manter o canal de navegação, destinadas a desviar a corrente de um rio ou estuário.
- **Obras Internas:** São implantadas nas áreas abrigadas, como: obras de acostagem, estruturas para o equipamento de movimentação de cargas, retroporto (áreas de estocagem, vias e pátios rodoferroviários, oficinas, docas secas e estaleiros).
- **Obras de Dragagem:** Obras de dragagem são comuns como obras de melhoramentos, podendo representar em vultuosos investimentos.

5.3. SISTEMA MARÍTIMO

5.3.1. Via

Excluindo algumas exceções, como o acesso a certos portos, não há uma via materializada na qual os veículos se movimentam. Tem-se uma linha calculada a ser seguida pela embarcação, denominada rota.

- Longo Curso: É a navegação internacional realizada através dos oceanos, abrangendo navios regulares (*liners*) e os de rotas irregulares (*tramps*).
- Cabotagem: Define o transporte marítimo ao longo da costa. É a navegação nacional.

5.3.2. Veículo

Navio é o veículo apropriado para a navegação em mares, rios e lagos. Sua construção obedece especificações para perfeita navegabilidade. A unidade de velocidade em navegação é usualmente expressa em nós. Sendo a média de 20 a 22 nós, os mais velozes alcançando 26 nós ou 48,15 km/h.²

Os navios podem ser de vários tamanhos, tipos, finalidades e configurações, adequando se sempre às especificações necessárias. São propulsionados por motores de grande potência, capazes de impulsionar e locomover embarcações de todos os tamanhos, com dezenas e até centenas de milhares de toneladas.

Os navios podem ser de passageiros, de carga, de lazer, de pesca, de serviços (reboques, bombeiros, salvamento, etc.) e militares, como os de guerra e os de patrulha costeira.

² Um 1 nó equivale a uma milha náutica/hora que é igual a 1,852 km/h.

Conforme a possibilidade de uso geral ou não, são públicos ou privados. Sua nacionalidade é dada pelo país do porto em que foram registrados, cuja bandeira hastearão e de cujo território nacional passam a fazer parte para efeitos de legislação civil, tributária, trabalhista, etc., e para aplicação do Direito Internacional.

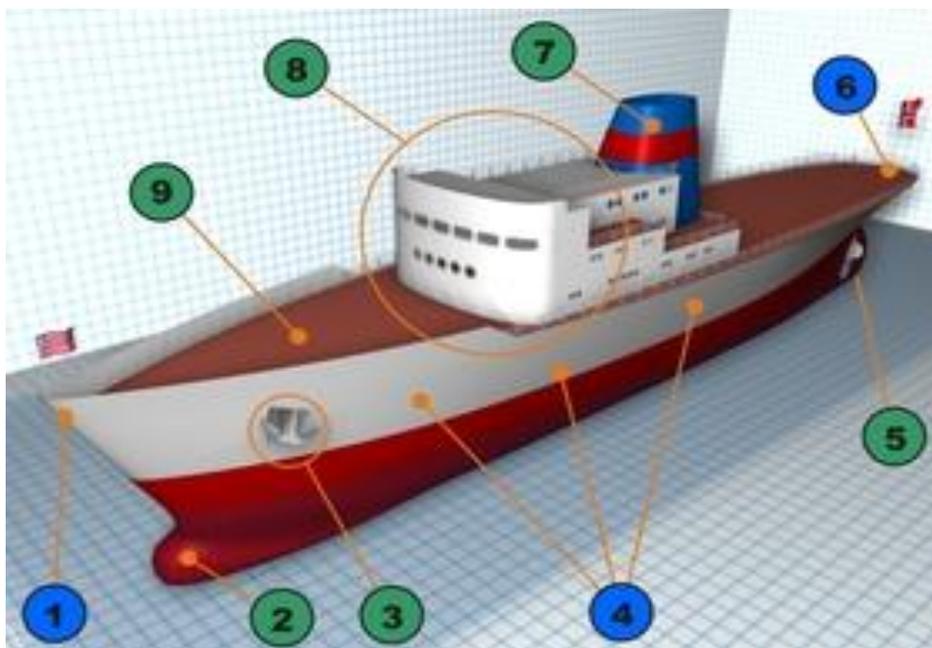


FIGURA 5.3 — ESQUEMA DE UM NAVIO

FONTE: Nauticurso, 2011

1. Proa — 2. Calado — 3. Âncora — 4. Casco — 5. Hélice — 6. Popa — 7. Chaminé — 8. Ponte — 9. Convés.

- Proa: A frente do navio;
- Popa: A traseira do navio;
- Estibordo/Boroeste: O lado do navio que está à direita quando o observador olha para a frente;
- Bombordo: O lado do navio que está à esquerda quando olhando para frente;
- Comprimento ou *Length*: Distância entre o espelho de popa (parte traseira) ao bico de proa (parte dianteira);
- Boca ou *Beam*: Maior distância entre os costados ou laterais do barco;
- Pontal ou *Deck*: Altura fixa entre o fundo do navio e seu convés principal (“deck”);

- Calado ou *Depth*: Distância vertical entre a superfície da água linha de flutuação ou linha d'água e a parte mais baixa da embarcação – a quilha ou então algum ponto mais baixo, como, por exemplo, domo do sonar na condição na qual é feita a medida.

5.3.2.1. Classificação dos Navios

Quanto ao tipo de navegação marítima

- Navios de Longo Curso: Utilizados no tráfego marítimo entre portos de diferentes países;
- Navios de Cabotagem: Utilizados no tráfego marítimo entre os portos do mesmo país ou de países do mesmo continente;
- Navios para Navegação Costeira: percorrem ao longo do litoral brasileiro;
- Navios de Apoio Portuário: Percorrem exclusivamente os portos e terminais aquaviários para atendimento de embarcações e instalações portuárias, inclusive na ZEE³;

Quanto à atividade mercantil

- Navios de Carga:
- Navios de Passageiros:
- Navios Misto:

³ : De acordo com a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, os países costeiros têm direito a declarar uma Zona Econômica Exclusiva (ou ZEE). A ZEE é delimitada por uma linha imaginária situada a 200 milhas marítimas da costa. A ZEE separa as águas nacionais das águas internacionais ou comuns. Dentro da sua ZEE cada país goza de direitos. Alguns exemplos: direito à exploração dos recursos marítimos; direito à investigação científica; direito a controlar a pesca por parte de barcos estrangeiros.

Quanto ao tipo de operação

- Navios de Linha ou *Liners Trade*:
- Navios a Frete ou *Tramos Trade*:
- Navios de Tráfego Privado ou *Private Trade*:
- Navios Especializados:

5.3.2.2. Capacidade de Carga

- Deslocamento Bruto ou *Gross Displacement*: Significa o peso total que pode ser deslocado pelo navio, ou seja, peso do navio (casco, motor e equipamentos), equipagem (tripulação e pertences), combustível e carga;
- Deslocamento Líquido ou *Net Displacement*: É o peso total deslocado somente pelo navio (casco, motor e equipamentos);
- Toneladas de Porte:

Toneladas de Porte Bruto: Corresponde à diferença entre o deslocamento bruto e o líquido, ou seja, o que pode ser transportado em carga, combustível e equipagem (*dead weight*), — equipagem, combustível e carga;

Toneladas de Porte Líquido: Significa o peso da carga que pode ser transportada, isto é, o peso máximo de carga e passageiros que, expresso em toneladas métricas, a embarcação pode transportar; parte do porte bruto utilizável comercialmente, — carga e passageiros;

Tonelagem de Porte Operacional: Significa a diferença entre a tonelagem de porte bruto e a de porte líquido, ou seja, o peso da equipagem e combustível;

5.3.2.3. Navios de Carga

Os navios cargueiros podem ser de dois tipos: *gearless* ou *self-loading/unloading*, também chamado de *self-sustaining ship*.

- *Gearless*: São navios construídos sem equipamentos próprios para embarques ou desembarques, como guindaste, pau de carga, ponte rolante ou qualquer outro aparelho que possa auxiliá-lo nas operações de carga e descarga, dependendo, portanto, inteiramente dos aparelhos do porto;
- *Self-loading/unloading* ou *Self-sustaining ship*: São navios auto suficientes, dotados de equipamentos próprios para operação portuária, podendo assim realizar suas próprias operações de carregamento e descarga e não dependendo, desta forma, dos equipamentos do porto. Os navios mais modernos já não são mais, normalmente, construídos com estes guindastes, operando apenas com os equipamentos portuários, liberando o seu espaço, bem como a sua capacidade em peso, apenas para o transporte de carga.

TABELA 5.1 — DENOMINAÇÃO DE NAVIOS CARGUEIROS

Denominação	Capacidade de Carga	Tipo
Handsize	10.000 - 40.000 tdw	Graneleiro
Handymax	40.000 - 60.000 tdw	Graneleiro
Panamax	60.000 - 80.000 tdw	Graneleiro/Tanque
Capesize	80.000 - 200.000 tdw	Graneleiro
Aframax	80.000 - 120.000 tdw	Tanque
Suezmax	120.000 - 200.000 tdw	Tanque
VLOC - Very Large Ore Carrier	> 200.000 tdw	Graneleiro
VLCC - Very Large Crude Carrier	200.000 - 320.000 tdw	Tanque
ULCC - Ultra Large Crude Carrier	> 320.000 tdw	Tanque

FONTE: UFMG,2007

Com a evolução das técnicas e das necessidades de transporte de carga, os navios cargueiros passaram por um processo de “expansão” das suas dimensões, de modo a atender as demandas existentes.

TABELA 5.2 — EVOLUÇÃO DE NAVIOS CARGUEIROS

Ano de Origem	Comprimento (m)	Boca (m)	19,5	Capacidade (TEU)	Tipo de Navio
----------------------	------------------------	-----------------	-------------	-------------------------	----------------------

Ano de Origem	Comprimento (m)	Boca (m)	19,5	Capacidade (TEU)	Tipo de Navio
1996	299,9	42,8	11,6	6320	5ª Geração
1984	290,0	32,2	11,5	4250	4ª Geração
1971	285,0	32,2	11,5	3000	3ª Geração
1966	210,0	30,5	10,5	1500	2ª Geração
1966	180,0	25,0	9,0	750	1ª Geração

FONTE: UFMG,2007

5.3.2.4. Tipos de Navios

Diante da grande diversidade de cargas que foram sendo objeto de comercialização e, portanto, de transporte, tanto nacional quanto internacionalmente, vários tipos de navios foram sendo criados e construídos ao longo do tempo pela engenharia naval, para atender estas necessidades, destacando se:

- **Navio de Carga Geral ou *General Cargo Ship*:**

Estes são navios convencionais, destinados ao transporte de carga geral seca, normalmente embalada e transportada em volumes individuais (*breakbulk*) ou paletizada (unitizada). São divididos em porões e *decks*, sendo normal que possuam 3 ou 4 *decks* com 3, 4 ou 5 porões, podendo ter, neste caso, entre 9 e 20 compartimentos independentes para acondicionamento de carga. São do tipo mais antigo, sem nenhuma especialização, que servem para transportar qualquer tipo de carga, exceto congelada. A capacidade volumétrica deste tipo de navio é medida em pés cúbicos, ou metros cúbicos, sendo ela dependente do espaço em pés cúbicos ou metros cúbicos ocupado pela carga.

- **Navio Porta Container ou *Full Container Ship*:**

É um tipo de navio especializado no transporte de contêineres, comportando todos os tipos como dry, reefer, tanks, plataforma, etc. Seus porões são denominados baias (*bays*), que são numerados a partir da proa para a popa. Cada baia abrange a largura total do navio, ou seja, de bombordo a boreste (estibordo). Estes são divididos em colunas (*rows*), formadas por células guias para encaixe dos contêineres e compostos por várias camadas, que indicam a altura dos contêineres embarcados.

Procedimentos:

No empilhamento de contêineres no navio temos as camadas, que são as *tiers*. As coordenadas dadas pelo *bays*, *rows* e *tiers* formam o que chamamos de *slots*, ou seja, a posição e localização do contêiner no navio. Estes *bays* podem ser definidos e construídos com capacidade para acomodação de contêineres de 20' e 40' (vinte e quarenta pés), sendo que o *slot* de 40' (quarenta pés) permite a colocação de dois contêineres de 20' (vinte pés).

Abaixo do deck principal são empilhados, normalmente, 6 ou 7 contêineres. Acima do deck principal, ou seja, no convés, são empilhados a uma altura de 4 ou 5 contêineres. Estes navios podem também ser celulares, ou seja, sem porões, não tendo qualquer deck. São dotados de guias em todo o navio, para o encaixe dos contêineres.

TEU ou *Twenty Feet or Equivalent Unit* (Unidade de Vinte Pés ou Equivalente): Os contêineres são modulares e os de 20' (vinte pés) são considerados como um módulo, sendo o padrão para a definição de tamanho de navio porta contêiner. Também são utilizados para a definição da quantidade de contêineres movimentados ou em estoque pelos seus proprietários;

FEU ou *Forty Feet or Equivalent Unit* (Unidade de Quarenta Pés ou Equivalente): Denominam os contêineres de 40' (quarenta pés), porém não são utilizados como medida para navios, quantidades ou movimentação.

A capacidade de carga deste tipo de navio é medida em TEU, que, como explicado, é um contêiner de 20' (vinte pés). Por isso se diz que o navio tem capacidade para "N" TEU, ou seja, "N" contêiner de 20' (vinte pés), e nunca que o navio tem capacidade para "N" contêiner. Um equipamento de 40' (quarenta pés) (FEU), é considerado 2 TEU. Assim, um navio para 2.000 TEU pode significar 2.000 contêineres de 20' (vinte pés) ou 1.000 de 40' (quarenta pés), ou um entre 1.000 e 2.000 contêineres, neste caso com um misto de contêineres de 20' e 40' (vinte e quarenta pés).

- **Navio Frigorífico ou *Reefer Vessel*:**

É um tipo de navio semelhante ao convencional para cargas secas, com as mesmas divisões em *decks* e porões sendo, porém, os seus porões, devidamente equipados com maquinários para refrigeração. Adequado para transporte de cargas que exigem controle

de temperatura tal como carnes, sucos, frutas, verduras, laticínios, etc. Seus diversos porões podem ter controles de temperatura diferentes, possibilitando o transporte simultâneo de cargas que necessitam de temperatura específica. Quanto à sua capacidade, obviamente, seguem os mesmos princípios dos navios de carga geral.

- **Navio Graneleiro ou *Bulk Carrier*:**

Consistem em navios especializados no transporte de carga sólida a granel. Nesta categoria colocamos produtos como soja, milho, açúcar, minérios, fertilizantes, etc. Existem navios mistos, os OBO (*Ore Bulk OH*), que são graneleiros adaptados para transportes alternativos de minério de ferro, granéis sólidos e líquidos. A sua capacidade é dada pelos mesmos princípios dos navios de carga geral.

- **Navio Tanque ou *Tanker Ship*:**

Navio especialmente construído para o transporte de carga líquida a granel, com divisões em porões, permitindo que, em caso de problemas em alguns dos porões, seja possível evitar maiores danos e continuar o transporte com os produtos nos demais compartimentos. Este tipo de navio não tem a divisão em *decks*, sendo seus porões contínuos, a partir do *deck* principal até o seu fundo.

Podem ser encontrados alguns tipos deste navio, especializados em determinadas cargas, como:

Product Tanker: Navio tanque utilizado no transporte de produtos diversos tais como petróleo refinado, petroquímicos, óleos minerais, etc;

Chemical Tanker: Navio tanque especializado no transporte de produtos químicos e líquidos a granel (ex.: ácidos);

Crude Carrier: Navios petroleiros.

- ***Roll-On Roll-Off (Ro-Ro)*:**

Este é um tipo de navio próprio para o transporte de veículos. Os embarques ou desembarques se dão através de rampas próprias do navio, que fazem parte de seu casco, podendo estas estarem na popa (parte traseira do navio), na proa (frente do navio), ou ainda nas laterais. Este tipo de navio apresenta duas versões:

Ko Ro (*Container Carrier*): Navio que pode transportar veículos sobre rodas (com autolocomoção) nos seus porões, e contêineres no deck principal (convés, plataforma ou piso superior transitável do navio);

Ro Ro/PTCC (*Puré Truck & Car Carrier*): Navio especializado puramente no transporte de veículos automotores, como automóveis, caminhões, tratores, motoniveladora, entre outros, não transportando outro tipo de carga.

- **Navio Multicarga ou *Multi Purpose Ship*:**

Navios versáteis, destinados ao transporte de carga com características de diversos outros tipos de navios como os convencionais, frigoríficos, Ro Ro, porta contêineres, podendo transportar as mais variadas cargas simultaneamente, como carga geral, carga frigorífica, *pallets*, veículos em geral, contêineres, etc.

- **Navio Porta Barcaças/Chatas:**

Lash: São navios especiais, com capacidade para o transporte de barcaças ou chatas. As barcaças são carregadas ao largo, por guindastes especiais de bordo, e descarregadas também à distância, no porto de destino. Podem transportar até 83 barcaças. Já que toda a operação pode dar-se ao largo, dispensando a sua atracação no porto e a utilização de guindastes portuários, pode utilizar este recurso, inclusive, em portos cujos calados lhe permitam a entrada. Desta maneira, podem fugir dos congestionamentos portuários ou evitar a perda de tempo da entrada ou saída do navio no porto. Podem transportar qualquer tipo de mercadoria que possa ser acomodada nas barcaças, bem como se utilizar da vantagem do transporte de mercadorias em contêineres;

Seabee ou Sea Barge: Navio provido de elevador submersível e convés aberto, que transporta barcaças ou chatas embarcadas ao largo, com capacidade para movimentar barcaças de grande porte. Apresenta as mesmas características dos navios Lash sendo, portanto, uma embarcação que pode operar longe do porto. Tem na popa uma plataforma para movimentação de barcaças. Pode converter-se em navio porta contêiner.

5.3.3. Terminais Portuários

Classificação:

- Terminais de Primeira Geração ou Tradicionais: Apenas a execução de suas funções básicas de transporte: acesso, carga, descarga e estocagem;
- Terminais de Segunda Geração ou Polarizadores: Se preocupam em gerar em seu entorno, usuários comerciais e industriais de suas facilidades, tornando se um centro portuário regional;
- Terminais de Terceira Geração ou Logísticos: Empenhados em se entrosar com seu *hinterland*, visando tornar se o motor de seu desenvolvimento e um centro de serviços logísticos para a comunidade envolvida.

Classificação quanto à finalidade:

- Terminais Comerciais: Podendo ser de passageiros, carga ou mistos;
- Terminais de Serviço: Pesqueiros, reparos e de abastecimento;
- Terminais Militares: Bases navais e de guardas costeiras;
- Terminais de Lazer: Representados principalmente pelas marinas.

Classificação quanto à atividade:

- Terminais Alimentadores ou *Feeders*:

Os terminais regionais ou alimentadores, que são os de menores dimensões, atendem a navios de menor porte, embora com calados até por volta de 17,0 m e capacidade de até cerca de 6.000 TEU. São também chamados de “distribuidores” pois atendem aos navios que levarão a carga ao seu ponto final de consumo regional, no litoral de um país ou estado.

- Terminais de Transbordo ou *Transshipment*:

Os terminais de transbordo ou de *transshipment* poderão ser de transbordo puro, mas também servir de alimentadores da região em que se localizam. Mas a tendência dos

existentes atualmente é de mais de 80% da carga ser transferida para outros navios alimentadores. Na atualidade, existem portos de transbordo com movimentações acima de 14 milhões de TEU por ano, localizados no Mediterrâneo e na Ásia.

- Terminais Concentradores ou *Hub Ports*:

Entende-se por *hub port* aquele porto concentrador de cargas e de linhas de navegação. O termo decorre das estratégias de aumentar o tamanho dos navios, concentrar rotas e reduzir o número de escalas adotadas pelas principais companhias marítimas, notadamente a partir dos anos noventa.

O objetivo dos *hub ports* é a redução do tempo de viagens internacionais — dos navios de longo curso, aumentar os negócios de exportação e importação. Os *hub ports* são grandes portos com estrutura portuária avançada. É uma infraestrutura disponível capaz de receber grandes navios. Eles devem permitir que grandes porta contêineres sejam carregados e descarregados numa única parada. Se isto não acontece, os custos por unidade transportada aumentam significativamente, já que os navios, além de executarem várias paradas, são forçados a viajar parte do percurso com elevada capacidade ociosa.

Eles devem atender à navegação de longo curso, distribuindo ou recebendo cargas de portos de menores extensões. Pelos menos quatro portos do Brasil apresentam credenciais a concentradores de carga: Santos/SP, Sepetiba/RJ, Suape/PE e Rio Grande/RS.

A implantação e o funcionamento do *hub port* está associado a um serviço de cabotagem eficiente, com elevada frequência e agilidade no transbordo dos contêineres nos portos, o que geralmente exige grandes volumes de carga para se tornar viável.

A lógica de interação entre os três tipos de terminais:

- Carregamento dos Mega Navios: Os navios alimentadores saíram dos terminais localizados em Portos Regionais e seguirão até um porto de Transbordo. A carga é aí descarregada e armazenada até ser carregada em um mega navio ou é carregada imediatamente;
- Descarregamento dos Mega Navios: O navio já carregado, terá partido do Porto Concentrador de origem ou de um Porto de Transbordo para o Porto

Concentrador de recepção. Ao chegar, a carga é descarregada e armazenada até ser transmitida para novos navios alimentadores, que agora a levará aos Portos Regionais.

5.3.3.1. Terminais de Carga

- **Armazéns:**

São locais de armazenamento de carga geral. Podem ser utilizados para paletização (embarque) ou despaletização (desembarque).

- **Terminal de Contêineres:**

Local especializado no armazenamento e movimentação de contêineres. Pode ser utilizado para unitização (estufagem) e desunitização (desova). São justamente os elos entre os trechos marítimo e terrestre e onde se supõe que os contêineres ficarão por pouco tempo até seguirem viagem.

Uma característica importante é a dimensão da área requerida para acomodar uma certa previsão de contêineres embarcando e desembarcando. Quando existe somente um limitado volume de tráfego de contêineres, sem expectativa de crescimento, não se viabiliza economicamente um terminal separado para contêineres, devendo estes serem operados nos de carga geral.

- **Estação Aduaneira Interior (EADI):**

São terminais privados de uso público, comumente denominados de porto seco. A EADI é instalada, preferencialmente, adjacente às regiões produtoras ou consumidoras.

A EADI tem a mesma estrutura burocrática necessária ao comércio exterior e normalmente concentrada nos portos, aeroportos e postos de fronteiras, como fiscais da Receita Federal responsáveis pela fiscalização do recolhimento dos impostos de importação, fiscais da Vigilância Sanitária e agentes da Polícia Federal.

Com os portos secos, normalmente próximos das unidades de produção, o desembarço das mercadorias e a fiscalização dos contêineres enviados através de trem ou caminhão

para os navios ou aviões, para mercado interno ou externo, pode ser reduzido em até 30%.

A TABELA 5.3 — ESTAÇÃO ADUANEIRA INTERIOR DO BRASIL apresenta a localização das 63 EADIs do Brasil.

TABELA 5.3 — ESTAÇÃO ADUANEIRA INTERIOR DO BRASIL

Estado	Quantia	Localização	Descrição
Amazonas	1	Manaus	Carga Geral
Bahia	2	Salvador	Carga Geral
Espírito Santo	3	Vitória	Carga Geral
Goiás	1	Anápolis	Carga Geral
Mato Grosso	1	Cuiabá	Carga Geral
Mato Grosso do Sul	1	Corumbá	Carga Geral
Minas Gerais	5	Contagem, Juiz de Fora, Varginha, Uberaba e Uberlândia	Carga Geral
Pará	1	Belém	Carga Geral
Paraná	6	Cascavel, Curitiba (2), Foz do Iguaçu, Maringá e Paranaguá	Carga Geral
Pernambuco	1	Recife	Carga Geral
Rio de Janeiro	3	Nova Iguaçu e Rio de Janeiro e Volta Redonda	Carga Geral
Rio Grande do Sul	8	Canoas, Caxias do Sul, Jaguarão, Novo Hamburgo, Santana do Livramento (2) e Uruguaiana (2)	Carga Geral
Santa Catarina	2	Itajaí	Carga Geral
São Paulo	28	Bauru, Campinas (2), Franca, Jundiaí, Piracicaba, Ribeirão Preto, Santos (5), São José dos Campos, São José do Rio Preto, São Paulo (10), São Sebastião, Sorocaba e Taubaté	Carga Geral

FONTE: SEBRAE, 2005

5.4. ATUALIDADES DO TRANSPORTE MARÍTIMO BRASILEIRO

No Brasil há 40 portos públicos sendo:

- 21 Portos: Administrados pelas sete Companhias Docas Federais (CODESP, CDRJ, CODESA, CODEBA, CODERN, CDC e CDP) e pelo DNIT;
- 18 Portos: Administrados por estados e municípios;
- 01 Porto: Administrado pela iniciativa privada (Imbituba/SC).

Dos 40 portos brasileiros somente nove (Espadarte/PA, Ponta da Madeira/MA, Pecém/CE, Suape/PE, Tubarão/ES, Sepetiba/RJ, São Sebastião/SP, Imbituba/SC e Rio Grande/RS) podem operar navios post-panamax, ou seja, permitem um navio com 16 a 18 metros de calado.

As TABELA 5.4 e TABELA 5.5, respectivamente, apresentam dados sobre a movimentação anual de contêineres e sobre a situação de acesso aos portos brasileiros, produtividade e tempo de espera.

TABELA 5.4 — MOVIMENTAÇÃO ANUAL DE CONTÊINERES NO BRASIL

Porto	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Santos	1.037.271	1.247.112	1.478.428	1.603.868	1.654.713	1.743.412	1.469.151	1.762.205
Itajaí	268.160	318.240	364.883	472.417	390.394	396.287	346.479	565.017
Rio Grande	324.015	350.646	374.190	369.362	388.320	372.811	394.005	408.835
Paranaguá	182.648	224.969	245.669	296.919	348.000	356.577	367.798	399.590
Rio de Janeiro	235.969	255.723	236.505	260.232	290.575	289.059	244.536	299.623
Vitória	123.259	157.208	175.051	197.903	207.234	197.773	156.420	184.737
São Francisco do Sul	173.121	168.410	146.414	128.772	201.500	175.288	152.478	118.802
Manaus	66.491	64.146	130.000	143.093	174.570	189.330	190.000	238.646
Itaguaí	17.644	89.665	126.094	194.867	174.865	213.272	154.289	196.267
Salvador	108.012	121.788	141.267	163.834	165.715	150.497	144.263	168.283
Suape	37.303	87.263	111.668	128.237	163.500	201.562	167.870	226.538
Pecém	37.311	46.067	57.812	70.627	77.689	60.575	88.301	111.334

Porto	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Fortaleza	53.202	59.343	46.326	44.408	80.689	41.201	33.000	46.855
Belém	29.958	52.337	30.946	32.463	43.465	27.479	18.363	22.377
Vila do Conde	1.834	9.530	20.668	19.363	17.690	14.498	17.605	21.527
Outros	90.486	32.855	49.498	63.823	88.205	89.213	28.620	23.438
Brasil	2.696.198	3.252.447	3.685.921	4.126.365	4.378.919	4.429.621	3.944.558	4.770.636
		20,63%	13,33%	11,95%	6,12%	1,16%	-10,95%	20,94%

FONTE: ABRATEC, 2011

TABELA 5.5 — SITUAÇÃO DE ACESSO AOS PORTOS BRASILEIROS, PRODUTIVIDADE E TEMPO DE ESPERA

Porto	Acesso		Calado Máximo (metros)		Espera Média para Atracação (hora)	Produtividade Média (container/hora)	Retroárea Adequada
	Aquaviário	Terrestre	Atual	Desejável			
Santos	Insatisfatório	Insatisfatório	12,8	14,0	12	40	Crítica
Itajaí	Insatisfatório	Insatisfatório	9,9	13,0	18	22	Crítica
Rio Grande	Insatisfatório	Excelente	12,2	14,0	16	47	Adequada
Paranaguá	Insatisfatório	Insatisfatório	10,0	14,0	10	34	Adequada
Rio de Janeiro	Satisfatório	Insatisfatório	12,3	14,0	2	30	Adequada
Vitória	Insatisfatório	Satisfatório	10,7	12,5	21	31	Insuficiente
São Franc. do Sul	Insatisfatório	Insatisfatório	10,0	13,0	11	36	Crítica
Salvador	Satisfatório	Insatisfatório	12,0	14,0	4	35	Insuficiente
Sepetiba	Insatisfatório	Satisfatório	13,5	14,0	7	30	Adequada
Suape	Excelente	Excelente	14,5	14,5	2	30	Adequada
Pecém	Excelente	Excelente	14,0	14,0	3	31	Adequada

FONTE: ALIANÇA, 2004

REFERÊNCIAS

ABRATEC. *Movimentação de Contêineres*, 2011. Disponível em <<http://www.abratec-terminais.org.br/desempenho>>. Acesso em: 03 de outubro de 2011.

ALIANÇA. *A Influência da Logística na Economia Brasileira*. Disponível em <http://www.fiesp.com.br/download/logistica/Portos_%20Cabotagem.pdf>. Acesso em: 03 de outubro de 2011.

BRASIL, Agência Nacional Aquaviária — ANTAQ. Disponível em <<http://www.antaq.gov.br/portal/localizaportos.asp>>. Acesso em: 03 de outubro de 2011.

BRASIL, *Programa de Aceleração do Crescimento — PAC. 1º Balanço PAC 2*, 2010. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/pac/relatorios/2011-nacionais/eixo-transporte>>. Acesso em: 27 de julho de 2011.

BRASIL, *Programa de Aceleração do Crescimento — PAC. 11º Balanço PAC 1*, 2010. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/pac/relatorios/nacionais/11o-balanco-4-anos>>. Acesso em: 27 de julho de 2011.

MENDONÇA, P. C. C. e KEEDI, S. *Transportes e Seguros no Comércio Exterior*. São Paulo: Aduaneiras, 1997.

NAUTICURSO. *O que é um navio?*, 2004. Disponível em <<http://nauticcurso.com.br/navios.html>>. Acesso em: 03 de outubro de 2011.

RODRIGUES, P. R. A. *Introdução aos Sistemas de Transporte no Brasil e à Logística Internacional*. 04ª Ed, São Paulo: Aduaneiras, 2007.

SEBRAE. *Estação Aduaneira Interior — EADI*, 2005. Disponível em <[http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/39CE1A146E4EDB76032571FE006020B9/\\$File/NT000B4E52.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/39CE1A146E4EDB76032571FE006020B9/$File/NT000B4E52.pdf)>. Acesso em: 03 de outubro de 2011.

UFMG. *Notas de Aulas de Portos e Aeroportos*, 2007.

VIEIRA, G. B. B. *Transporte Internacional de Cargas*. 02ª Ed, São Paulo: Aduaneiras, 2007.

6. MODO HIDROVIÁRIO

6.1 INTRODUÇÃO

Nos primórdios da navegação, dada a ausência de instrumentos para cálculo da rota, esta se fazia à vista de terra, tomando como referência pontos notáveis, como as elevações costeiras. Este processo se chama “*pilotagem*”, ainda hoje usado por pequenos barcos e pescadores artesanais. Seguiu-se o emprego de agulhas imantadas, as bússolas primitivas, que mostrando o norte magnético, permitiam uma estimativa do rumo seguido.

Hoje a navegação se faz com precisão e facilidade a partir de satélites especializados, geostacionários, que substituíram os astros e que dão instantânea e automaticamente a posição bastante precisa do navio, independente das condições atmosféricas e de sua posição geográfica.

Hidrovia interior ou via navegável interior são denominações comum para os rios, lagos ou lagoas navegáveis que dispõem de cartas de navegação e que foram balizadas e sinalizadas para uma determinada embarcação tipo, isto é, àquelas que oferecem boas condições de segurança às embarcações, suas cargas e passageiros ou tripulantes. Entretanto, o conceito de Hidrovias não se limita a existência de um curso d’água navegável; deve incluir existência de cartas de navegação e requisitos de balizamento, sinalização e ainda serviços especiais de dragagem e transposições.

As Hidrovias Interiores tem ocupado papel relevante nas diretrizes do governo federal. Em alguns casos, representam fatores determinantes nos corredores estratégicos de desenvolvimento. Grande parte dos investimentos do setor está inserida em programas especiais de desenvolvimento regionais, que tem como objetivo o barateamento dos custos internos de transporte de forma a dar competitividade às exportações dos produtos nacionais.

As hidrovias podem se apresentar de duas maneiras: as artificiais e as melhoradas. Hidrovias interiores artificiais: não eram navegáveis e que adquiriram essa condição em função de obras de engenharia. Já as Hidrovias interiores melhoradas são aquelas que tiveram suas condições de navegação ampliadas.

O Brasil conta com aproximadamente 40.000 km de rede Aquaviária potencialmente navegável, porém vem sendo pouco exploradas suas potencialidades. As principais Hidrovias encontram-se nas bacias: Amazônica, Nordeste, Tocantins/Araguaia, São Francisco, Sudeste e Uruguai.

6.2 BALIZAMENTO E SINALIZAÇÃO NÁUTICA

Assim como nas rodovias, os rios também precisam de orientação para serem devidamente operados. Conceituamos balizamento e sinalização náutica como o conjunto de sistemas e recursos visuais, sonoros, radioelétricos, eletrônicos ou combinados, destinados a proporcionar ao navegante informações para dirigir a sua embarcação com segurança e economia.

BALIZAMENTO - de uma via aquática é entendido como sendo basicamente a demarcação da área (canal) de navegação, da foz para montante, através de dispositivos luminosos ou cegos, compostos por faróis, faroletes, balizas e bóias.

 VERMELHO-bombordo de quem desce (esq.)

 VERDE-estibordo (boreste) de quem desce (dir.)

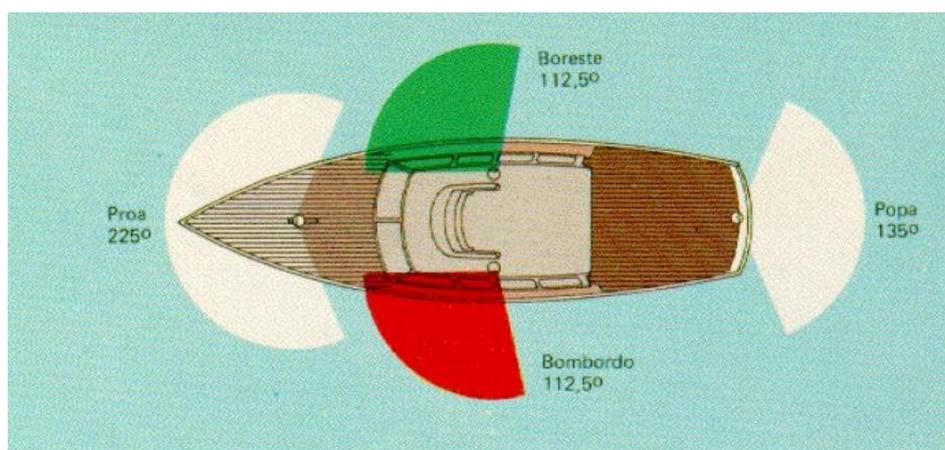
SINALIZAÇÃO são basicamente as placas colocadas nas margens dos rios, nas pontes e no próprio rio (afixadas em bóias), para orientação dos navegantes.

6.2.1 PLACAS DE SINALIZAÇÃO EM PONTES

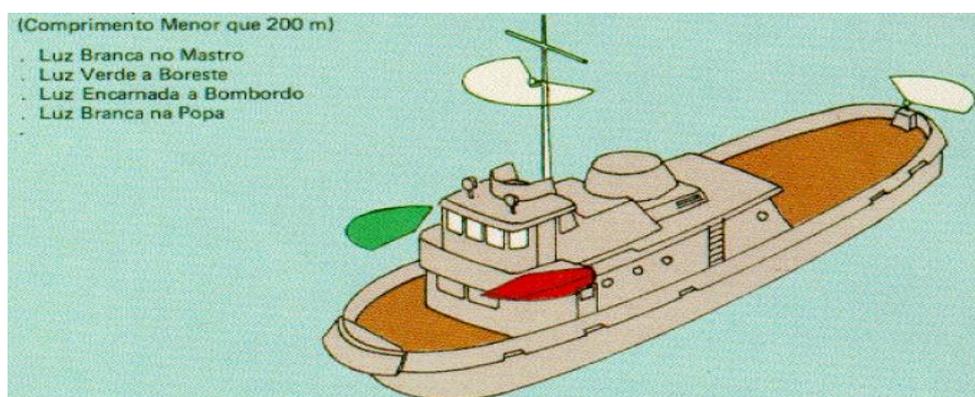
As placas de cores neutras podem ser colocadas em ambas as margens. A quilometragem orientada da foz para montante.



6.2.2 SINALIZAÇÃO NOTURNA



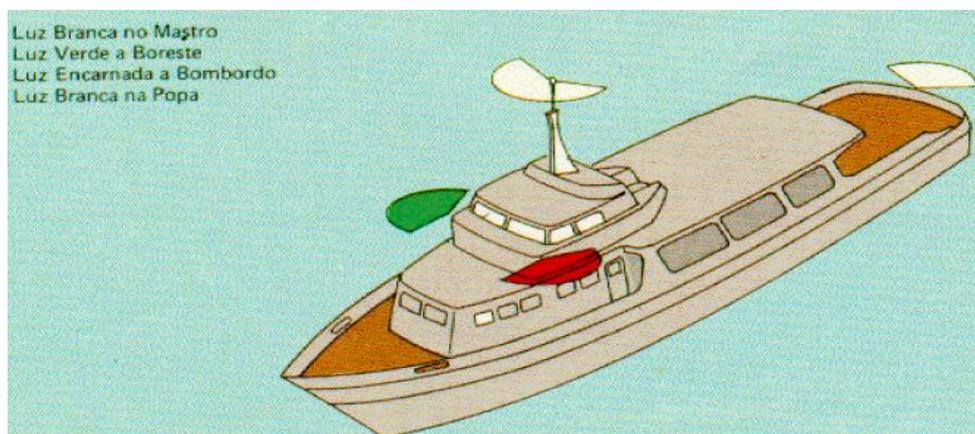
Embarcação automotora isolada



Comboio Impulsionado



Embarcação de Recreio



Vantagens e Desvantagens

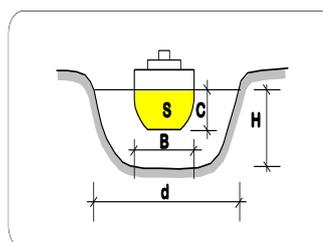
6.3 CARACTERÍSTICAS DA VIA NAVEGÁVEL

- Calado máximo das embarcações (> capacidade);
- Largura da rota de navegação;
- Raios das Curvas;
- Declividade / Velocidade da água;

Os rios podem ser Estáveis e Errantes. Os rios são tidos como estáveis quando a água não tem, praticamente, poder erosivo e quando sua declividade é muito baixa. Já os rios errantes ou divagantes são aqueles que alteram a posição do leito. A maioria dos rios brasileiros não são estáveis, apresentando maior dificuldade e risco a navegação.

Quando o canal de um rio muda constantemente de posição, através de um processo continuado de erosão e deposição em suas margens, eles são chamados de rios meândricos.

6.3.1 DIMENSÕES DESEJÁVEIS PARA OS CANAIS DE NAVEGAÇÃO



Largura mínima do canal:

Vias de mão simples: 2,2 x larg. do comboio

Vias de mão dupla: 4,4 x larg. do comboio

Trecho reto com sinalização e balizamento = 1,5 x largura do comboio

Pontes sem cruzamento de embarcações = 3,0 x largura do comboio

Largura de vãos de pontes: Folga de 5,0m em relação largura normal;

Altura Livre sob pontes:

Recomendável > 15m;

Adotada no Brasil > 7m;

Recomendada (BR) > 9 a 10m;

6.4 EMBARCAÇÕES FLUVIAIS: CARACTERÍSTICAS GERAIS DESEJÁVEIS

- Calado compatível com a hidrovia;
- Dimensões adequadas aos raios de curvatura da hidrovia;
- Proteção para os apêndices do casco (lemes, hélices)
- Boa manobrabilidade;

- Ampla visibilidade;
- Recursos para desencilhe;
- Capacidade de armazenamento de combustível;
- Tratamento da água do rio;
- Radar
- Holofote com foco direcional;
- Ecobatímetro (sondagem – profundidade da água)

As rodovias são projetadas para um determinado veículo rodoviário, isto é, para um veículo tipo. As pontes são projetadas considerando que esse veículo tipo tenha no máximo " x " toneladas; os vãos sob os viadutos e passarelas ou os túneis, que esse veículo tenha no máximo " y " metros de altura; e assim por diante. Nas hidrovias, o mesmo se sucede com as embarcações tipo. A embarcação tipo é uma abstração que reúne as características para as quais a hidrovia é projetada, ou seja, ela é projetada para um comprimento " x " de embarcação, para uma boca " y " e para um calado máximo " z ", sendo este para a situação de águas mínimas, que concomitantemente definem uma embarcação hipotética chamada TIPO.

6.5 MELHORAMENTOS DOS CURSOS D'ÁGUA PARA NAVEGAÇÃO

6.5.1 PROBLEMAS:

Os problemas que dificultam a utilização plena dos cursos d'água para navegação são:

- Obstáculos naturais ou acidentais;
- Desbarrancamentos;
- Instabilidade do canal (o talvegue pode se alterar após uma enchente);
- Pluralidade de canais ;
- Corredeiras e quedas.;

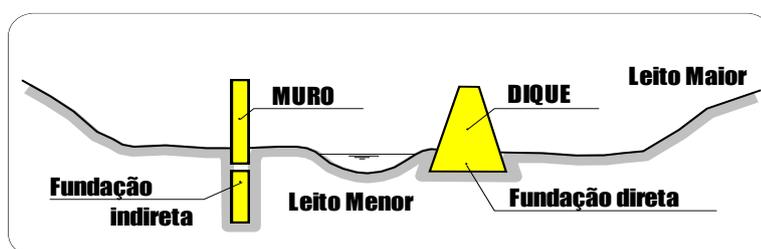
6.5.2 MELHORAMENTOS / SOLUÇÕES

As obras de melhoramentos em uma hidrovia são divididas de acordo, entre outras coisa, com seus recursos, tempo de serviço, e tipo de serviço. Abaixo serão brevemente descritos cada serviço.

- **MELHORAMENTOS GERAIS OU NORMALIZAÇÃO**

As obras de melhoramentos gerais ou normalização são obras simples, de baixo custo, mas que necessitam de muitas manutenções. Dentre as obras, podemos destacar:

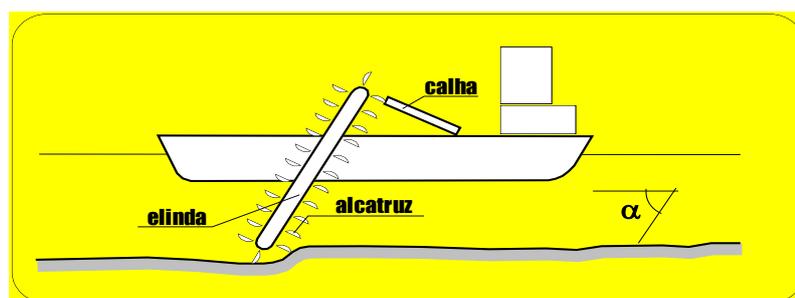
- Limitação do leito de inundação: limitam as águas nas cheias, prevenindo inundações, podem ser feitas com diques (barragens de terra ou enrocamento não necessitando de ferragens) ou muros (estruturas esbeltas, em geral, de concreto armado).



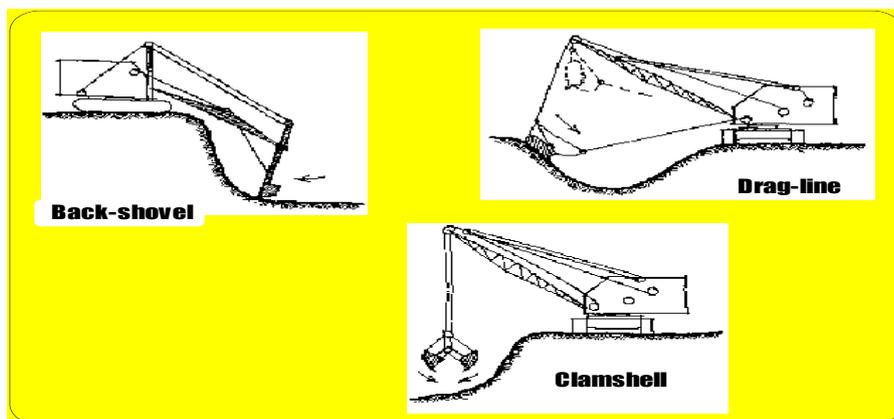
- Remoção de Obstáculos: são obras para retirada de material sólido do leito do rio, seja alguns obstáculos ocasionais (árvore, pedra, etc), rochas permanentes ou sedimentos trazidos pela corrente. Para este tipo de serviço tem-se as obras de dragagem (equipamento mecânico ou hidráulicos) ou obras de destocamento.

OBRAS DE DRAGAGEM COM EQUIPAMENTO MECÂNICO

Equipamentos contínuos (alcatruzes): removem continuamente os sedimentos do fundo dos rios, depende da sua capacidade; do comprimento da elinda.



Equipamentos descontínuos (colher, concha ou pá-de-arrasto). Apresentam baixo rendimento em relação ao seu custo e somente são empregados em casos especiais.



OBRAS DE DRAGAGEM COM EQUIPAMENTO HIDRÁULICO: DRAGAS DE SUCCÃO

Simple : o arrancamento das partículas é provocado pela força erosiva da corrente e pela sucção da boca do equipamento

Com desagregador giratório : é uma espécie de broca, aumentando assim a força de arrancamento

Com pá de sucção : provoca a suspensão das partículas do fundo através de jatos d'água lançados contra o leito (desagregando os materiais) . A sucção é feita por um grande bocal de aspiração (aspirador de pó)

- Proteção das Margens: O desgaste das margens pode ser provocado pelo arrancamento de materiais ou escorregamento da ribanceira, ambos provocados pelo fenômeno da

EROSÃO, além de outros fatores. As obras de proteção podem ser: DIRETAS E INDIRETAS

DIRETAS:

Diretas ou Contínuas: realizadas diretamente sobre as margens com revestimento simples, embora com material resistente (pedras, plantação de grama, revestimento asfáltico)

Indiretas ou Descontínuas: são para obras localizadas, a curta distância das margens. Elas desviam o curso d'água e para tanto, utilizam-se de espigões.



• **REGULARIZAÇÃO**

São obras de custo mais elevado do que as de Regularização, entretanto necessitam de pouca manutenção e apresentam resultados mais permanentes. Elas são de 3 tipos:

- Simples Contração (largura da seção é reduzida)
- Conservação de Soleiras;
- Correntes Helicoidais

- **CANALIZAÇÃO**

São obras de valores bem mais elevados mas de uma durabilidade muito maior. As obras de canalização transforma rios em uma série de patamares por meio de barragens, cujos desníveis são vencidos por obras de transposição, como as ECLUSAS.

Vantagens:

- Permite maiores calados;
- Aproveitamento hidrelétrico;
- Outros

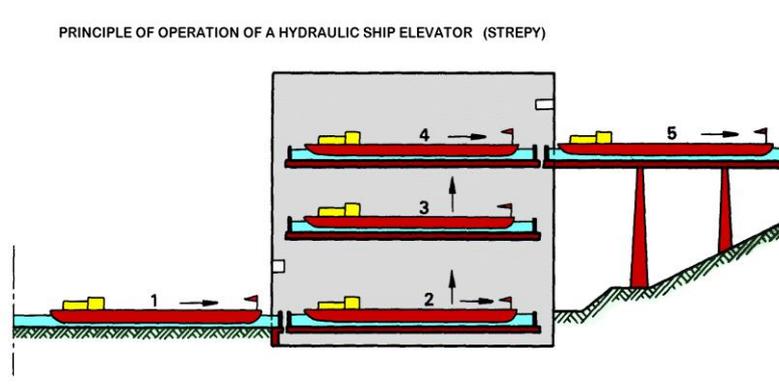
Desvantagens:

- Alto custo das obras
- Limitação de tráfego nas obras de transposição
- Problemas ecológicos

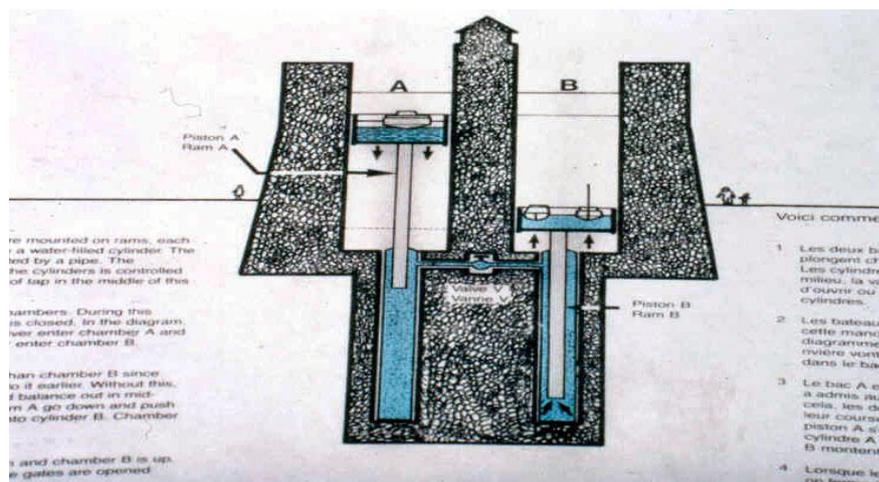
OBRAS DE TRANSPOSIÇÃO DE DESNÍVEIS: são obras que viabilizam o sistema de hidrovias, realizando a integração de bacias, visto que vencem barragens ou desníveis. São de dois tipos: **SISTEMAS MECÂNICOS** (Elevadores Verticais, Plano inclinado e Rampa Hidráulica) OU **HIDRÁULICOS** (Eclusas). Os dois serão descritos a seguir:

SISTEMAS MECÂNICOS

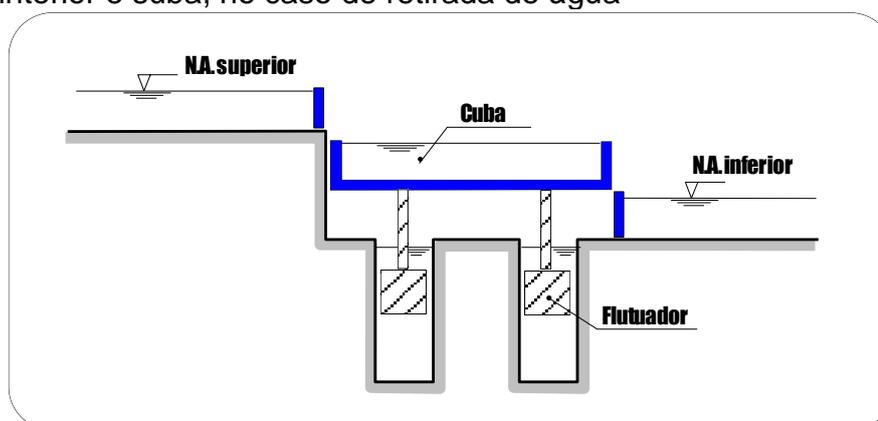
1. Elevadores Verticais: São elevadores de embarcações que utilizam enormes cubas cheias de água para transposição de nível. O tempo de transposição para altas quedas de água com elevadores é mais rápido do que com eclusas equivalentes. As cubas dos elevadores tem comprimento da ordem de 100m, adequados para a transposição de embarcações tipo automotor e barcaças com empurrador na configuração 1+1. Comboios maiores são desmembrados e reconectados após a transposição.



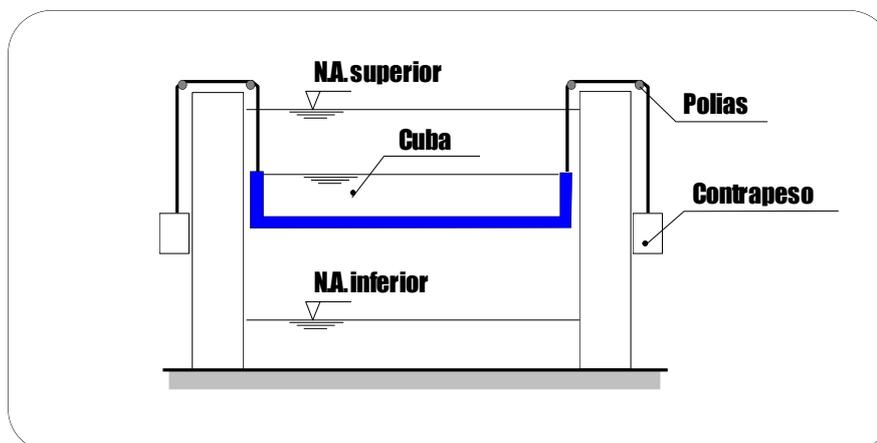
- Sistema Clark (hidráulico ou de pistão): seu funcionamento é semelhante a um elevador de carros. Mantendo uma cuba elevada e a outra na parte inferior, quando da introdução de água na câmara do cilindro faz com que uma cuba desça, erguendo a outra simultaneamente. (gangorra)



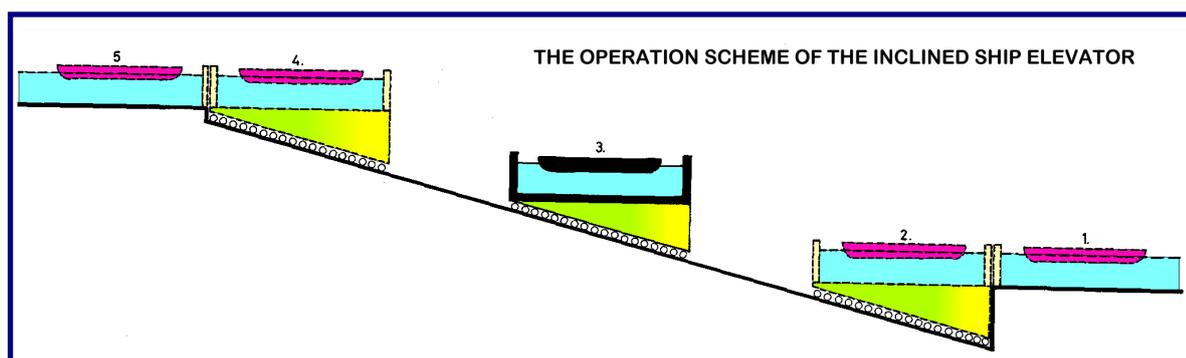
- Sistema flutuante: neste sistema a cuba é suportada por flutuadores que submergem em poços cheios d'água. Os flutuadores tem deslocamento igual ao peso da cuba, o que faz com que a cuba desça, no caso de admissão de água no seu interior e suba, no caso de retirada de água



- Sistema contrapeso: neste sistema a cuba é suportada por contrapesos, ligados à mesma por cabos de aço, de forma semelhante aos elevadores de edifícios. É o sistema que melhor se adapta a desníveis superiores a 30 metros.



2. Plano inclinado: É um outro tipo de elevador de embarcação que também utiliza uma cuba cheia de água para transpor a embarcação de um nível ao outro, porém o deslocamento é inclinado. Uma cuba ligada a um sistema de contrapesos movimenta-se sobre trilhos. Neste tipo de sistema existe um controle rigoroso da aceleração e desaceleração, da velocidade e da posição da cuba para evitar oscilações que possam comprometer a segurança das embarcações. Apresenta baixa velocidade de transferência, exige em alguns casos, um sistema duplo para não saturar o sistema.

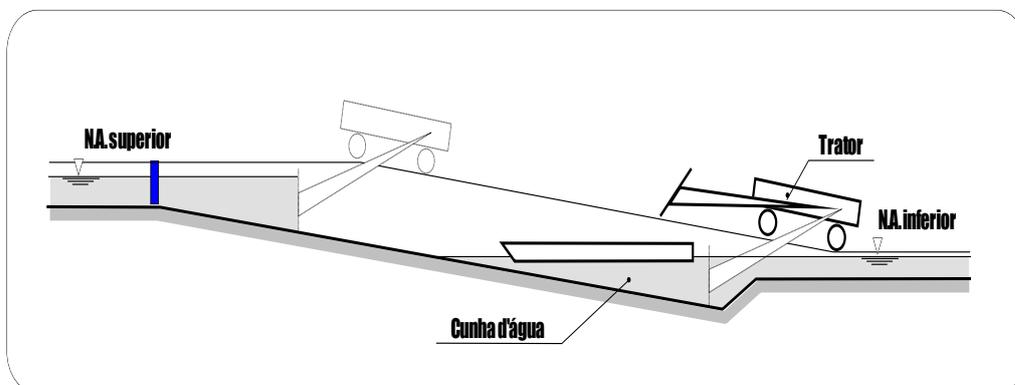


Tipos:

- Funicular: Neste sistema, a embarcação sobe um plano inclinado dentro de uma cuba. A cuba, com rodas é movimentada sobre trilhos, sendo ligada por cabos a um contrapeso

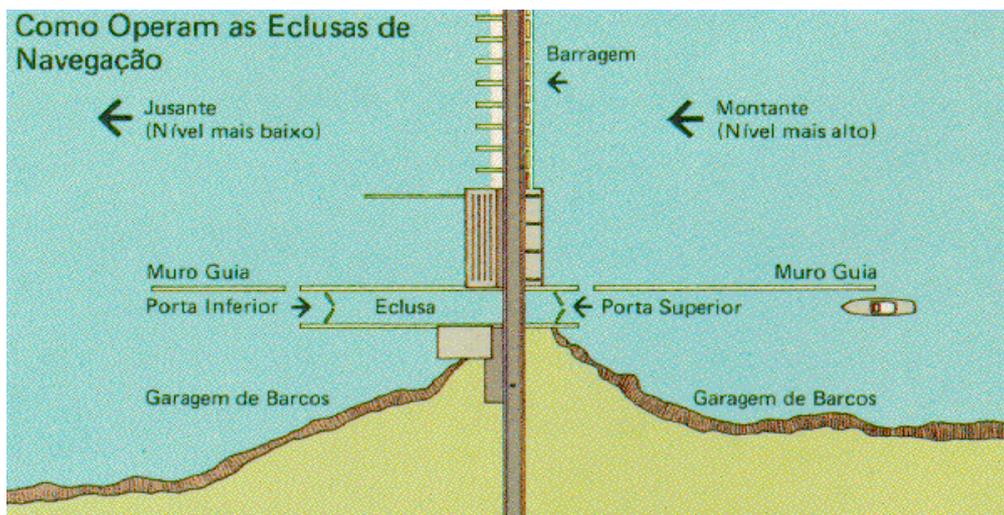
- Automotor: Já no automotor o deslocamento das cubas é possível através de motores. A cuba, graças a uma cunha giratória, penetra na água sempre através de uma rampa descendente, sendo o embarque e desembarque realizados através da mesma porta.

3. Rampas Hidráulicas: É um sistema de concepção recente, constituído por um canal inclinado. É empurrado por um trator, que desloca o barco dentro de uma cunha líquida. Não vence desníveis muito elevados. A cuba e os equipamentos de movimentação são substituídos por um canal de seção uniforme e declividade da ordem de 5%.



SISTEMAS HIDRÁULICOS: ECLUSAS

O sistema mais conhecido e utilizado para a transposição de desníveis é por meio de eclusa. O funcionamento desse tipo de sistema consiste no enchimento e esvaziamento de uma estrutura com comportas nas extremidades. Quando o nível da eclusa atinge a cota de montante ou de jusante, a respectiva comporta é aberta para permitir a entrada ou saída da embarcação. A operação de enchimento ou esvaziamento pode ser efetuada por bombeamento ou por gravidade.



As dimensões da eclusa são estabelecidas pela dimensão do comboio-padrão. A folga nas laterais é da ordem de 1 m e a folga no comprimento varia de 1 a 5 m.

As eclusas podem ser :

- Eclusas simples: uma única câmara
- De câmaras múltiplas: usado em desníveis muito grandes
- Escada de eclusas: é um canal com várias eclusas independentes, situadas muito próximas
- Eclusas geminadas: duas eclusas paralelas, construídas de tal forma que o esvaziamento de uma permite o enchimento da outra.

Principais Eclusas Brasileiras:

- Eclusa de Barra Bonita (SP): É a 1ª da América do Sul a ser explorada turisticamente. Permite a navegação fluvial de embarcações para transporte de carga e exploração do turismo na região
- Eclusa de Promissão (SP): A Eclusa de Promissão está localizada no Rio Tietê, no município de Promissão, a jusante da UEH de Ibitinga e nas proximidades da corredeira de Lajes. A eclusa para navegação foi concluída em 1986, com largura útil de 12,00 m, comprimento de 142,00 m e calado de 3,50 m
- Eclusa de Três Irmãos (SP): A Eclusa de Três Irmãos está localizada Rio Tietê no oeste paulista, entre os municípios de Andradina e Pereira Barreto, a 28 Km

da confluência com o Rio Paraná. A eclusa para navegação possui largura útil de 12,10 m, comprimento de 142,00 m.

- Eclusa de Ilha Solteira (SP) (obra paralisada)
- Eclusa de Sobradinho: A Eclusa de Sobradinho está localizada no Rio São Francisco, no município de Juazeiro na Bahia, a montante de Juazeiro/Petrolina. A eclusa para navegação possui largura útil de 17,00 m, comprimento de 120,00 m. O tempo máximo para enchimento é de 16 minutos com capacidade efetiva de tráfego de 8.000.000 t/ano.
- Eclusa de Tucuruí: O desenvolvimento de um sistema com duas eclusas foi necessário para vencer os 78 metros de altura da barragem de Tucuruí, sendo uma no corpo da barragem, seguida de um canal intermediário de 5.463 metros, e outra em seguida, cada uma vencendo um desnível de 37 metros. Os rios Tocantins e Araguaia atravessam regiões dotadas de extremas riquezas minerais, banhando em extensões superiores a 2000 quilômetros, terras com natural vocação para a agropecuária. Dentro deste enfoque, a construção das eclusas é imprescindível ao aproveitamento econômico, florestal e mineral, que depende da oferta de meios de transporte maciços, de baixo custo e consumo energético.

6.6 HIDROVIAS BRASILEIRAS

O Brasil conta com aproximadamente 43.000 km de rede hidroviária potencialmente navegável, porém vem sendo pouco exploradas suas potencialidades. Apesar da extensa rede hidroviária, a navegação interior responde por apenas 13% da carga transportada no país.

Cursos de água potencialmente navegáveis são aqueles que, embora não estejam relacionados no Sistema Hidroviário Nacional, podem adquirir a condição de navegabilidade mediante a implantação de barragens ou outras obras destinadas a propiciar quaisquer usos de recursos hídricos, construção de canais, eclusas e demais dispositivos de transposição de níveis.

Observa-se que dos 27.000 km navegáveis o Brasil utiliza, de fato, apenas cerca de 10.000 km de vias navegáveis para o transporte regular de carga. Incluindo os rios navegáveis apenas nas cheias e os potencialmente navegáveis, a rede hidroviária brasileira pode ultrapassar a extensão de 42.000 km.

6.6.1 PRINCIPAIS HIDROVIAS

As principais Hidrovias encontram-se nas bacias: Amazônica, Nordeste, Tocantins/Araguaia, São Francisco, Sudeste e Uruguai.

- Bacia Amazônica - compreende as Hidrovias do Madeira, Solimões, Tapajós e Teles Pires, tendo como principais características a movimentação de petróleo e derivados; passageiros; transporte de granéis sólidos (grãos e minérios); e carga geral.
- Bacia do Nordeste - abrange as Aquavias do Parnaíba, Itapecuru, Mearim e Pindaré. De pequeno porte, mas com potencial para movimentação de volume considerável de mercadorias destinadas à economia de subsistência.
- Bacia do Tocantins e Araguaia - a movimentação de cargas nas Aquavias do Tocantins e Araguaia é ainda incipiente uma vez que as condições de navegabilidade se estendem apenas por um período do ano, e as obras necessárias para viabilizar a implantação definitiva da Aquavia estão, hoje na dependência do licenciamento ambiental.
 - Bacia do São Francisco - através da Aquavia do São Francisco se transportam cargas de soja em grãos, milho, gipsita, farelo de soja, algodão, polpa de tomate e manganês destinados principalmente à região Nordeste.
 - Bacia do Paraná - as principais cargas transportadas na Aquavia Tietê - Paraná são: granel sólido (70%, soja e outros); carga geral (20%, cana e outros); e granel líquido (10%, principalmente álcool).
 - Bacia do Paraguai - cargas de soja granulada, reses, cimento, minério de ferro granulado, minério de manganês, fumo e farelo de soja, são cargas transportadas pela Hidrovia do Paraguai, que tem um programa de dragagens periódico para que ofereça navegabilidade e segurança



6.6.2 ADMINISTRAÇÕES HIDROVIÁRIAS

A administração e operação das Hidrovias interiores e dos portos fluviais e marítimos é exercida de duas maneiras:

- Poder federal, por meio de sociedade de economia mista, as companhias docas federais;
 - Na forma de convênios de delegação, no qual estados ou municípios são os responsáveis pelas sociedades de portos ou navegação, empresas de administração ou superintendências de portos.

Administrações Hidroviárias:

AHIPAR – Adm. Hidrovia do Paraguai

As que se encontram sob o controle estadual são a Hidrovia do Tietê, administrada pelo Departamento Hidroviário da Secretaria dos Transportes do Estado de São Paulo, e a Hidrovia do Sul, de responsabilidade da Superintendência de Portos e Hidrovias do Rio Grande do Sul.

As hidrovias no Brasil são geridas pelo DNIT - Departamento Nacional Infra-Estrutura de Transportes, através de sua Diretoria de Infraestrutura Aquaviária - DAQ, na Gerência de Hidrovias e Portos Interiores - GEHPAQ, que conta com as unidades hidroviárias;

6.6.3 REGIÕES HIDROGRÁFICAS

A descrição das hidrovias brasileiras é feita por região hidrográfica. A região hidrográfica é o espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares.



1. REGIÃO HIDROGRÁFICA AMAZÔNICA

Principais características: a movimentação de petróleo e derivados, grãos e minérios, carga geral e de passageiros. É a maior do país (e do mundo) e dispõe de uma extensão de mais de 18.000km de rios navegáveis de um total de 19.000km de rios. Cerca de 50% da rede hidroviária brasileira.

A Região Amazônica compreende as seguintes bacias:

Hidrovia do Amazonas: liga as cidades de Manaus e Belém. Possui cerca de 1.650 km ; calado permitido de 13,50m.

Hidrovia do Solimões: é utilizada para a movimentação do petróleo e seus derivados, provenientes do Campo de Urucu, ligação até Iquitos (Peru). Tem cerca de 480 km no lado do Brasil dos 1630 km que compõe.

Hidrovia do Madeira: Possui cerca de 1.056 km; calado permitido de 2,00 m; UHEs de Jiráu e Sto Antonio. Com a construção das Eclusas nas Usinas Hidrelétricas de Jirau e de Santo Antônio, a navegação será estendida até a foz do rio Beni. Caso sejam superados os pontos críticos na região de Guajará-Mirim (RO), poderá ocorrer a interligação com os rios Mamoré e Guaporé e, assim, a Hidrovia Madeira-Mamoré-Guaporé teria uma extensão de mais de 3.000 km.

Hidrovia Tapajós-Teles Pires: É considerada a única rota de exportação que pode viabilizar a produção de grãos de todo o norte do Mato Grosso. Possui cerca de 345 km (1043 km). Prevê a construção de um canal para ultrapassar o trecho de corredeiras além de dragagens e derrocamentos.

Hidrovia do Marajó: Faz a ligação entre Belém e Macapá. Possui um canal de 32 km ligando o rio Atuaá ao rio Anajás, reduzindo em mais de 140 km a distância fluvial entre Belém e Macapá.

Hidrovia do Branco-Negro: Faz ligação com a Venezuela e provê o escoamento da produção do estado de Roraima.

2. REGIÃO HIDROGRÁFICA TOCANTINS-ARAGUAIA

A região do Tocantins-Araguaia compreende as seguintes bacias:

Hidrovia do Tocantins: Possui cerca de 1152 km. As eclusas de Tucuruí já foram construídas – PAC, com um custo aproximado de R\$ 1,4 bilhões. A embarcação tipo para a qual a Hidrovia vem sendo preparada é um comboio de empurra composto de quatro chatas e um empurrador. Esse comboio tem 108,00 m de comprimento, 16 m de boca (largura) e cala 1,5 m no máximo em águas mínimas.

Hidrovia do Araguaia: Possui cerca de 1.230 km. Essa hidrovia apresenta problemas sócio-ambientais devido a existência de inúmeros Parques Nacionais, Reservas Indígenas, Áreas de Proteção Ambiental e outras áreas de preservação na área de influência da hidrovia.

Hidrovia do Rio das Mortes : Possui cerca de 580 km. Apresenta condições similares às do Araguaia (áreas indígenas).

Hidrovia do Guamá / Capim: Possui cerca de 372 km. Transporta caulim e bauxita da região de Paragominas (PA). Nessa região há formação de pólos agropecuários.

3. REGIÃO HIDROGRÁFICA ATLÂNTICO OCIDENTAL/ORIENTAL

A Região compreende a seguinte bacia:

- **Hidrovia do Pindaré-Mearim** (Maranhão) – AHINOR. Possui aproximadamente 646 km. Na região existe uma movimentação de carga geral e mercadorias de subsistência. A navegabilidade desses rios é beneficiada pela excepcional amplitude da maré que se manifesta na região. A navegação é feita por embarcações regionais, que mantêm irregular comércio de produtos regionais para o mercado de São Luís (MA) e de cidades ribeirinhas.

4. REIGIÃO HIDROGRÁFICA PARNAÍBA

A região do Parnaíba é compreendida pela bacia do Parnaíba.

Hidrovia do Parnaíba: Possui cerca de 1.175 km. Essa hidrovia depende da implantação de sistema de sinalização e balizamento, bem como da conclusão do sistema de transposição de desnível da barragem de Boa Esperança (PI). Outras barragens previstas: Ribeiro Gonçalves, Uruçuí, Cachoeira, Estreito e Castelhana.

5. REGIÃO HIDROGRÁFICA SÃO FRANCISCO

A região do São Francisco é compreendida pela bacia do São Francisco.

Hidrovia do São Francisco. Possui cerca de 1.370 km. O rio São Francisco sofreu bastante pela ação antrópica, com intensa atividade agrícola e mineradora e o desmatamento da mata ciliar das margens e nascentes. Com isso, são muito presentes problemas como os processos de assoreamento e desbarrancamentos de margens. Realiza escoamento de soja e milho da região de Barreira. O comboio-tipo leva em consideração as dimensões da eclusa de Sobradinho;

6. REGIÃO HIDROGRÁFICA ATLÂNTICO LESTE

Algumas bacias do Atlântico Leste apresentam dificuldades no atendimento das demandas e estão em situação pelos menos preocupante, como os rios Vaza-Barris, Itapicuru e Paraguaçu.

7. REGIÃO HIDROGRÁFICA ATLÂNTICO SUDESTE

A região do Atlântico sudeste é compreendida pelas bacias do Rio Paraíba do Sul e Rio Doce.

Os rios Doce e Paraíba do Sul não apresentam condições adequadas para a navegação em escala comercial, pois o assoreamento e outras obstruções tornam muito difícil a implantação de uma hidrovia para o transporte de carga. E também, diversos desníveis prejudicam a navegação no Paraíba do Sul. Sendo assim, os rios só poderiam ser navegáveis comercialmente se houvessem eclusas, o que ora é economicamente inviável.

8. REGIÃO HIDROGRÁFICA PARANÁ

A região do Paraná é compreendida pela bacia do Tietê-Paraná

Hidrovia do Tietê-Paraná: Formada pelos rios Paraná (e seus formadores) e Tietê. Possui cerca de 1.168 km e possui 10 eclusas (Tietê e Paraná). Oito delas estão localizadas no rio Tietê, quais sejam: Barra Bonita, Bariri, Ibitinga, Promissão, Nova Avanhandava (dupla), Três Irmãos (dupla), e duas no rio Paraná, em Jupiá e em Porto Primavera. As principais cargas transportadas são grãos, farelo e óleos vegetais. Somente com a conclusão da Eclusa de Jupiá (MT/SP) tornou-se possível a conexão do rio Tietê com o tramo sul do rio Paraná, estendendo a navegação até a barragem de Itaipu. Itaipu não tem eclusas, o que obriga os comboios que descem o Rio Paraná a desembarcar suas cargas na margem paraguaia, a montante de Itaipu, transportá-la pela rodovia e reembarcar no rio Puerto Branco, a jusante da usina.

9. REGIÃO HIDROGRÁFICA PARAGUAI

A região do Paraguai é compreendida pela bacia do Paraguai.

Hidrovia do Paraguai (AHIPAR). Está integrada à do Paraná, na Argentina, e liga a cidade brasileira de Cáceres (MT) até a cidade Uruguia de Nueva Palmira, com cerca de 3.450 km de extensão. Os produtos transportados são a soja em grão e farelo de soja, o minério de ferro e o minério de manganês extraídos do Maciço de Urucum.

10. REGIÃO HIDROGRÁFICA URUGUAI

A região do Uruguai é compreendida pela bacia do Uruguai.

Só poderá ser navegado comercialmente para o transporte de carga com a execução de intervenções estruturais e/ou implantação de aproveitamentos hidrelétricos com usos múltiplos. Somente com a canalização do rio Ibicuí e construção de um canal de 200 km dotado de eclusas para interligação com a Hidrovia do Jacuí-Taquari.

11. REGIÃO HIDROGRÁFICA ATLÂNTICO SUL

A região do Atlântico Sul é compreendida pela bacia Jacuí-Taquari.

Hidrovia Jacuí-Taquari: Possui cerca de 980 km. Aí ocorrem a movimentação de material de construção, soja e carvão mineral.

REFERÊNCIAS:

Hay, William W.: "An Introduction to Transportation Engineering", John Wiley & Sons, 1a. Edição, NewYork, 1961.

Manheim, Marvin L.: "Fundamentals of Transportation Systems Analysis", The MIT Press, Cambridge, Mass., 2a. Edição; 1979.

Morlok, Edward K. : 'Introduction to Transportation Engineering and Planning", McGraw Hill Book Co., NewYork, 1a. Edição, 1978.<http://www.transportes.gov.br>

<http://www.dnit.gov.br>

<http://www.antaq.gov.br>

<http://www.mar.mil.br>

7. MODO AÉREO

7.1. INTRODUÇÃO

Apesar do valor do frete ser de 3 vezes maior do que o do rodoviário e 14 vezes do que o ferroviário, sua demanda é crescente. Envolve vários países com facilidade e rapidez. É considerado um modal ágil, recomendado para mercadorias de alto valor e pequenos volumes e encomendas urgentes.

O gerenciamento do Transporte Aéreo Brasileiro (TAB) é feito pelo Ministério da Defesa (Comando da Aeronáutica) com a finalidade de apoiar, controlar e desenvolver a aviação civil no Brasil.

O principal organismo brasileiro é a ANAC Agência Nacional da Aviação Civil que substituiu o DAC (Departamento da Aviação Civil). As Gerências Regionais da ANAC (GERs) substituíram os Serviços Regionais de Aviação Civil (SERAC) e atuam como elo entre a agência e a comunidade aeronáutica, exercendo as funções de fiscalização e orientação nas diversas áreas de atuação do sistema de aviação civil. As GERs funcionam como uma ANAC regional.



As bases aéreas, por sua vez, estão organizadas através de uma divisão regional do território brasileiro, onde cada região (num total de sete) fica subordinada a um Comando Aéreo Regional (COMAR). São eles:

COMAR - Comando Aéreo Regional.

I – Pará e Amapá,

II – Maranhão, Piauí, Rio Grande Do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia,

III - Rio de Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais

IV - São Paulo e Mato Grosso do Sul

V – Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul

VI - Mato Grosso, Tocantins e Goiás

VII – Amazonas, Acre, Rondônia e Roraima

COMARA - Comissão de Aeroportos da Região Amazônica com sede em Belém.

DECEA - *DEPARTAMENTO DO CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO* – é o órgão que tem a responsabilidade de gerenciar todo o sistema de proteção ao voo no Brasil.

7.2 PRINCIPAIS ORGANISMOS INTERNACIONAIS

Normas e regulamentações as quais o Brasil se orienta:

- OACI/ICAO – Organização de Aviação Civil Internacional / International Civil Aviation Organization,

Órgão da Organização das Nações Unidas (ONU) com sede em Montreal – Canadá. Congrega mais de 150 países, aonde se discutem e fixam direitos e deveres de seus membros com o objetivo de homogeneizar o transporte aéreo internacional. Foi criada a partir da Carta da Convenção de Aviação Civil Internacional (Convenção de Chicago) em 1944.

- CONVENÇÃO DE CHICAGO

A convenção determina regras acerca do espaço aéreo, registro de aeronaves e segurança de vôo, bem como detalha os direitos dos signatários com respeito ao transporte aéreo. O tratado foi firmado em 7 de dezembro de 1944, em Chicago, EUA, por 52 Estados, e entrou em vigor em 4 de abril de 1947.

LIBERDADES DO AR:

1. Uma aeronave tem o direito de sobrevoar um outro país, sem pousar, contanto que o país sobrevoado seja notificado antecipadamente e aprove o sobrevôo. (Passagem Inocente)
2. Uma aeronave civil de um país tem o direito de pousar em outro país por razões técnicas, tais como abastecimento ou manutenção, sem proceder a qualquer tipo de serviço comercial neste ponto de parada. (Parada Técnica)
3. Uma empresa aérea tem o direito de carrear o tráfego de um país para seu país de registro, e vice-versa.
4. Uma empresa aérea tem o direito de carrear tráfego entre dois países diferentes do seu país de registro, desde que o vôo origine ou termine no seu país de registro.
5. Uma empresa aérea tem o direito de carrear tráfego que não se origine ou termine no seu país de registro, desde que passe através, faça conexão ou permaneça, por um tempo limitado, em qualquer ponto de seu país de registro.

- IATA - ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DO TRANSPORTE AÉREO.

Congrega companhias aéreas de quase todo o mundo, e define tarifas e condições de serviço para os transportadores.

- ACI - CONSELHO INTERNACIONAL DOS AEROPORTOS

Reúne as principais companhias administradoras de aeroportos; a INFRAERO é a representante brasileira.

- FAA - ADMINISTRAÇÃO FEDERAL DA AVIAÇÃO

Órgão regulamentador norte-americano cujos padrões são reconhecidos internacionalmente. Regulamentos e circulares técnicas sobre aeronaves, tripulação, espaço e tráfego aéreo, etc.

7.3 NORMAS E REGULAMENTAÇÕES BRASILEIRAS

- Portaria nº 1.141/GM5 - DEZ 87- Dispõe sobre Zonas de Proteção e Aprova o Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromos, o Plano Básico de Zoneamento de Ruído, o Plano Básico de Zona de Proteção de Heliportos e o Plano de Zona de Proteção de Auxílios à Navegação Aérea e dá outras providências.
- Portaria nº 1.230/GM5 - OUT 79 - Altera dispositivos das Instruções para Operações de Helicópteros e para Construção e Utilização de Heliportos ou Heliportos, aprovados pela Portaria nº 18/GM-5, de 1974.

7.4 CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE AÉREO

O transporte aéreo possui uma maior rapidez, sendo ideal para transportar mercadorias de urgência. Além disso, é apropriado para cargas de pouco peso/volume e de alto valor.

No transporte aéreo é permitido transportar qualquer tipo de mercadoria, desde que não ofereça risco à aeronave, aos passageiros, aos operadores, às cargas, ou a quaisquer outros envolvidos.

No entanto, para certas mercadorias perigosas, magnéticas, perecíveis, animais vivos, entre outras, há em alguns casos a necessidade de autorização por parte da empresa aérea e terão de ser perfeitamente identificadas para que possa ser tomado todos os devidos cuidados.

Dentre as vantagens do modal aéreo destaca-se a velocidade, confiabilidade e a eficiência. O fato da movimentação altamente mecanizada, reduz o índice de avarias e possui fácil acesso a regiões inatingíveis por outros modais.

7.5 SISTEMA AÉREO

7.5.1 Aerovia

O transporte aeroviário tem suas vias calculadas, constituindo-se em “rotas”, localizadas através de satélites geo-estacionários. As regras de operação são discutidas e implementadas pela Organização da Aviação Civil Internacional – OACI, complementadas pelos regulamentos internos dos países, que organizam e disciplinam a utilização de seu espaço aéreo.

Nas rotas muito freqüentadas, regras mais restritas de navegação foram impostas, com determinação de horários, altura de vôo e faixas de largura bem delimitada, constituindo-se as chamadas “aerovias”, com igual procedimento na aproximação dos aeroportos, formando-se cilindros virtuais de aeronaves em espera de aterrisagem.

7.5.2 Aeronaves

Propriedade: empresas comerciais de aviação, organismos governamentais, pessoas físicas e jurídicas diversas. Constituem território do país em que estão registrados. Sua passagem e aterrisagem por outras nações, no caso de aeronaves comerciais, obedecem à Convenção de Chicago. – liberdades do ar.

Podem ser: militar, geral e comercial.

Militar:



Geral:



Comercial:



7.5.2.1 Tipos de Aeronaves

Há inúmeros modelos de aviões, os quais podem ser classificados em três tipos de acordo com a sua configuração e utilização:

- *Full Pax* — Avião de Passageiro

Aeronaves exclusivamente para transportar passageiros. Possuem o *deck* superior destinado para o transporte de passageiros e o *deck* inferior para as cargas como bagagens e pacotes.

- *Combi* — Avião Misto

Utilizadas para o transporte de passageiros e cargas. Semelhante ao *Full Pax* o andar inferior é destinado as cargas. Já no andar superior, ao fundo da aeronave, separadamente da ala de passageiros, a qual fica na frente, também há um local com o propósito de acondicionar as cargas.

- *All Cargo* ou *Full Cargo* — Avião de Carga

Aeronaves com a única finalidade de realizar o transporte de cargas, conseqüentemente, não transportando passageiros. Possuem uma forma robusta, possuindo uma grande capacidade.

7.5.2.2 Capacidade de Carga

Segundo MENDONÇA e KEEDI (1997) " A capacidade de carga de uma aeronave depende de seu tamanho, potência, distância a ser percorrida, configuração e tipo de utilização/finalidade a que está reservada." Com isso é perceptível que os aviões destinados somente ao transporte de cargas (*Full/All Cargo*) têm uma capacidade superior, seguidos pelas aeronaves tipo *Combi* e *Full Pax*. A TABELA 7.1 demonstra alguns modelos de aeronaves e suas respectivas capacidades.

TABELA 7.1 — EXEMPLOS DE CAPACIDADE DE CARGA DE AERONAVES EM TONELADAS

Tipo quanto à Utilização	Tonelada
<i>All Cargo</i> — Antonov 124/100	120
<i>All Cargo</i> — Boeing 747	100
<i>All Cargo</i> — DC 10	60
<i>All Cargo</i> — Yllushshin	45
<i>Combi</i> — Boenig 747	44
<i>Combi</i> — MD 11	25
<i>Full Pax</i> — MD 11	23
<i>Full Pax</i> — Boeing 747	20
<i>Full Pax</i> — DC 10	14
<i>Full Pax</i> — Airbus 300	12

FONTE: Adaptado de MENDONÇA e KEEDI, 1997

Pela análise da TABELA 7.1, percebe-se que o Boeing 747 pode ter qualquer configuração e como foi dito anteriormente, a medida que foi se tornando uma aeronave mais de passageiros, foi perdendo sua capacidade, 100, 44 e 20 toneladas, respectivamente para a aeronave *Full/All Cargo*, *Combi* e *Full Pax*.

7.5.2.3 Componentes do peso de uma aeronave

Peso Operacional Vazio (POV): É o peso próprio da aeronave, com todos os itens e equipamentos necessários ao vôo, excluídos a carga paga e o combustível. (inclui assentos, tripulação, etc.)

Peso Zero Combustível (PZC): É o peso da aeronave carregada sem o combustível. Matematicamente seria POV mais a carga paga.

Carga Paga (CP): É o peso composto pela soma dos pesos dos itens que produzem renda para o transportador, tais como: passageiros e bagagens, carga e correio. Comumente são considerados 100 kg por passageiro e bagagem.

Carga Paga Máxima Estrutural (CPM): É o máximo peso que a carga paga pode alcançar. Matematicamente é a diferença entre PZC (POV+carga) e POV (aeronave)

Peso Máximo de Rampa (PMR): É o peso máximo autorizado para a aeronave manobrar no solo, inclusive do táxi à cabeceira da pista. É pouco superior ao peso máximo estrutural de decolagem (PMED).

Peso Máximo Estrutural de Decolagem (PMED): É o peso máximo autorizado para decolagem por razões de integridade estrutural. É composto do POV mais CP mais peso do combustível . Dependendo da fonte é denominado como “peso máximo para liberação dos freios”.

Peso Máximo Estrutural de Aterrissagem (PMEA): É o peso máximo autorizado de modo a garantir a integridade do conjunto dos trens de pouso.

Normalmente aeronaves projetadas para longos percursos têm os trens de pouso projetados para PMEAs bem inferiores aos PMEDs. Já as aeronaves leves, destinados a curtos trechos de vôo, apresentam PMEAs próximos a PMEDs.

7.6 AEROPORTOS

O planejamento de aeroportos é um processo bastante complexo. Um aeroporto compreende um grande número de atividades, as quais apresentam necessidades diferentes e muitas vezes conflitantes. A atividade de planejamento não pode estar focada unicamente em um determinado aeroporto, mas avaliar também a sua relação com o sistema aéreo regional, nacional e internacional. Consiste no estabelecimento da configuração do aeroporto, com indicação:

- Dos seus elementos mais importantes;
- Proposição para uso da terra (zona de proteção do aeroporto);
- Planejamento da área de terminal
- Planejamento das vias do acesso
- Plano de viabilidade econômica e financeira

Algumas definições de aeroportos, segundo Art. 3º da Portaria nº 1.141/GM5

1 – Aeródromo – Toda área destinada a pouso, decolagem e movimentação de aeronaves.

2 – Aeródromo Civil – Aeródromo destinado, em princípio, ao uso de aeronaves civis.

3 – Aeródromo Militar – Aeródromo destinado, em princípio, ao uso de aeronaves militares.

4 – Aeródromo Privado – Aeródromo civil que só poderá ser utilizado com permissão de seu proprietário, sendo vedada sua exploração comercial.

5 – Aeródromo Público – Aeródromo civil destinado ao tráfego de aeronaves em geral.

6 – Aeroporto - Todo aeródromo público dotado de instalações + facilidades para apoio de operações de aeronaves, embarque e desembarque de pessoas e cargas.

7.6.1 Tipos de Operação

VISUAL - Visual Flight Rules (VFR): operação de aeronaves sujeita a regras de voo visual – regras de voo visuais

INSTRUMENTOS - Instrument Flight Rules (IFR): operação de aeronaves em aproximação sujeita às regras de voo por instrumento – regra de voo por instrumentos. Podem ser: IFR- PRECISÃO e IFR- NÃO PRECISÃO.

Aproximação de não precisão: É aquela baseada em auxílios de rádio que não possuem indicação eletrônica de trajetória de planeio. Utilizam para orientação auxílios à navegação de não-precisão, tais como: NDB(ADF) - nondirectional beacon (automatic direction finder), VOR - very high frequency omnirange station, VDF - demonstrated flight diving speed, ASR - airport surveillance radar.

Aproximação de precisão: ILS é o sistema de pouso automático do aeroporto. É usado para pousos em baixa visibilidade. O ILS guia o avião com segurança para o pouso, via piloto automático. São 3 categorias de ILS: ILS I, ILS II e ILS III. No Brasil, a maioria é ILS I, mais antiga e mais restrita. Com o ILS III, mais moderno, a quantidade de vezes que um aeroporto é fechado por má visibilidade diminuiria. Além de aumentar a segurança dos pousos.

ILS I : Visibilidade de 550m a uma altura de 200 pés

ILS II : Visibilidade de 365 m a uma altura de 100 pés

ILS III: Visibilidade de 0 m a uma altura de 0 pés.

Configurações Básicas

A capacidade horária de uma dada configuração de pista é definida de acordo com as condições de operação do tráfego aéreo no local, podendo ser:

- VISUAL: *Visual Flight Rule (VFR)*;
- POR INSTRUMENTOS: *Instrument Flight Rule (IFR)*.

7.6.2 Parâmetros Técnicos dos Aeroportos

Um aeroporto se caracteriza pelos seguintes parâmetros técnicos de sua (s) pista (s) e instalações:

- a. número, orientação e altitude das pistas;
- b. comprimento, largura, pavimento e capacidade de suporte das mesmas;
- c. pistas de taxiamento de aeronaves e pátios para seu estacionamento;
- d. iluminação de pistas e equipamentos fixos de aproximação;
- e. radares de localização e aproximação; equipamentos de radiocomunicação;
- f. edifícios de administração, embarque, desembarque e armazenagem;
- g. serviços alfandegários, de controle sanitário e de polícia de fronteira;
- h. tancagem, serviços de abastecimento, de bombeiros e de socorro pessoal de emergência;
- i. hangares para aeronaves, oficinas de reparação e manutenção, etc.

7.6.2.1 Espaço Aéreo de um Aeroporto

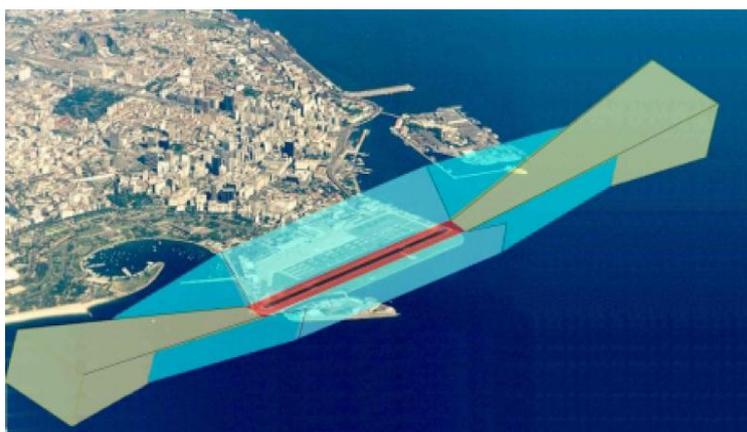
Portaria nº 1.141/GM5 - 08 DEZ 87- Dispõe sobre Zonas de Proteção e Aprova o Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromos, o Plano Básico de Zoneamento de Ruído, o Plano Básico de Zona de Proteção de Helipontos e o Plano de Zona de Proteção de Auxílios à Navegação Aérea

Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromos

Tem por finalidade regulamentar e organizar o uso do solo nas áreas circunvizinhas aos aeródromos, sendo um documento de aplicação genérica ou específica composto por um conjunto de superfícies imaginárias, bi ou tridimensionais, que estabelece as restrições impostas ao aproveitamento das propriedades localizadas dentro da Zona de Proteção de um aeródromo.

Dependendo das características locais, pode ser aplicável um Plano Básico de Zona de Proteção de Aeroportos (PBZPA) ou um Plano Específico de Zona de Proteção de Aeródromos (PEZPA).

O PBZPA define uma série de gabaritos que não podem ser ultrapassados, impondo limites quanto à presença de edificações e outros objetos, naturais ou artificiais, que venham a representar perigo ou risco às operações aéreas.



Pista de Pouso e Decolagem

A orientação do número de pistas, depende das condições de vento, do relevo, das aeronaves, da demanda e da geometria da área disponível, entre outros. Por

recomendação da OACI, a orientação das pistas é tal que o coeficiente de utilização do aeródromo não seja inferior a 95% para as aeronaves às quais o aeródromo é construído, em função do regime de ventos.

Caso não seja possível identificar uma direção em que contemple esse nível de operacionalidade, deverão ser implantadas pistas em diferentes direções e alinhadas com os ventos predominantes.

No processo de seleção de sítios para implantação de aeroportos um dos requisitos básicos é o conhecimento da área necessária. Para tal, o comprimento de pista, normalmente a maior dimensão do aeroporto, precisa ser definido e sua orientação estabelecida. A direção de pista depende, dentre outros, de fatores topográficos, de obstáculos na vizinhança e da direção dos ventos.

Orientação e Número de Pistas

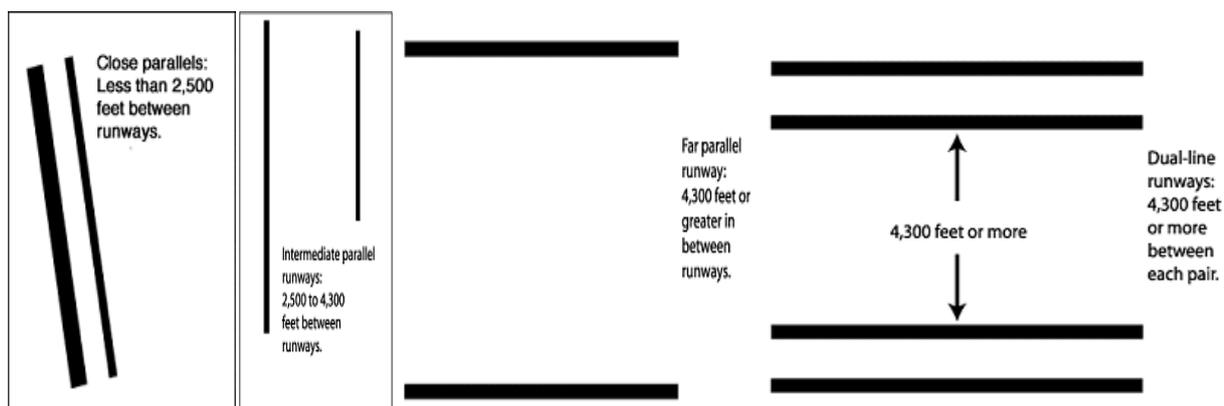
Não devem acontecer operações de pouso e decolagem, se o valor da componente transversal do vento for superior a:

- 20 nós (37 km/h): para aeronaves cujo comprimento de pista de referência seja superior ou igual a 1.500 m;
- 13 nós (24 km/h): para aeronaves cujo comprimento de pista de referência esteja entre 1.200 m e 1.500 m;
- 10 nós (19 km/h): para comprimentos inferiores a 1.200 m (aeronaves mais leves).

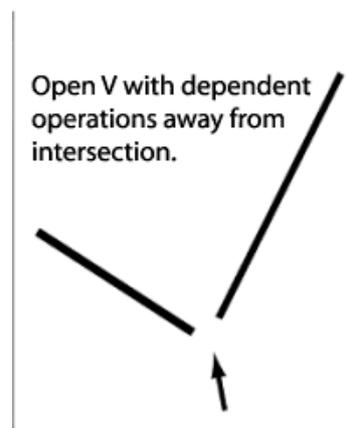
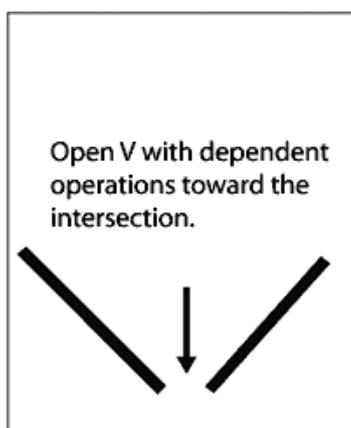
Pista única: É uma pista melhor posicionada para os ventos predominantes, o ruído, o uso do solo e para outros fatores determinantes. Durante as condições de VFR (visual flight rules), esta pista deve acomodar até 99 operações de aeronaves por hora. Sob condições IFR (instrument flight rules), acomodam entre 42 a 53 operações por hora, dependendo da combinação de tráfego e de auxílio à navegação disponíveis.



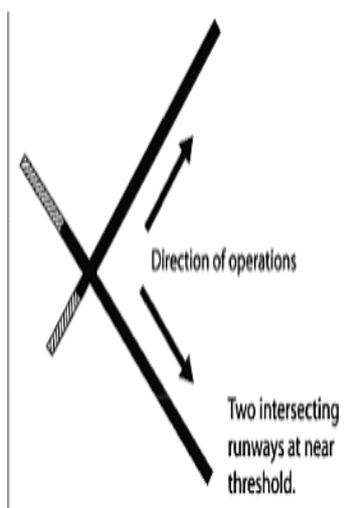
Pistas Paralelas: Há 4 tipos de pistas paralelas. São designadas de acordo com o espaçamento entre os seus eixos. O número de operações por hora irá variar de acordo com o número total de pistas e do mix de aeronaves. Em condições de IFR e tráfego predominantemente de aeronaves menores, o número de operações variam entre 64 a 128 por hora.



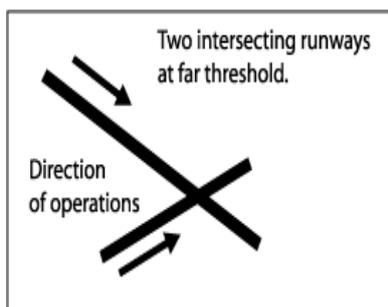
Pistas em V abertas: São duas pistas que divergem em diferentes direções, mas NÃO se interceptam formando uma configuração que parece com um “V aberto”. Esta configuração é útil quando há pouco ou nenhum vento, uma vez que permite a ambas as pistas serem usadas ao mesmo tempo. Quando os ventos fortes se formam em uma direção, só uma pista será utilizada. Quando as decolagens e desembarques são feitos longe dos dois extremos, o número de operações por hora aumenta significativamente. Quando as decolagens e desembarques são feitos próximos aos dois extremos, o número de operações por hora pode ser reduzida em 50%.



Pistas Cruzadas: Duas ou mais pistas que se interceptam. Este tipo de configuração é utilizada quando há ventos fortes predominantes em mais de uma direção ao longo do ano. Quando os ventos em uma direção são considerados fortes as operações serão limitadas a apenas uma pista. Com ventos moderados, ambas as pistas podem ser utilizadas simultaneamente.



A maior capacidade de operações é realizado quando a intersecção é perto do final. A capacidade e o número de operações varia muito com esta configuração de pista e depende da localização da intersecção e da maneira como as pistas são operados (IFR, VFR).



Comprimento das pistas

A pista de um aeroporto representou, no passado, ser principal, não apenas em termos de dimensão, mas também de custo. A pista era o elemento que mais demandava atenção, seja na determinação de seu comprimento e de sua espessura.

Na medida que o transporte aéreo deixou de ser elitista, tornando-se quase um transporte de massa para distâncias médias e grandes (o que ocorre, por exemplo, nos Estados Unidos), os aeroportos modificaram-se de forma a atender a uma demanda com características distintas da anterior.

De fato, ampliou-se a capacidade no espaço aéreo, permitindo um maior fluxo de aviões, o que implicou, por sua vez, em um maior aproveitamento das pistas medido em movimentos por hora. Assim foi necessário ampliar o terminal de passageiros, que passou a ter um papel mais importante entre os diversos subsistemas de um aeroporto.

Para a definição do comprimento de pista leva-se em consideração o mix de aeronaves (mais especificamente da aeronave crítica) e as condições físicas locais. Do mix se identifica a aeronave crítica, aquela que exige o maior comprimento de pista para operar, e a aeronave de projeto que é aquela que precisa da maior espessura de pavimento para uma referida previsão de freqüência de passadas.

O Comprimento básico de pista (distância mínima necessária para operação das aeronaves) é função :

- Altitude (ao nível do mar)
- Terreno (sem declividade- plano)
- Efeito de ventos (vento nulo)
- Condições atmosféricas (condições da Atmosfera Padrão, isto é, 15 graus Celsius ao nível do mar e pressão de 1013 mb)

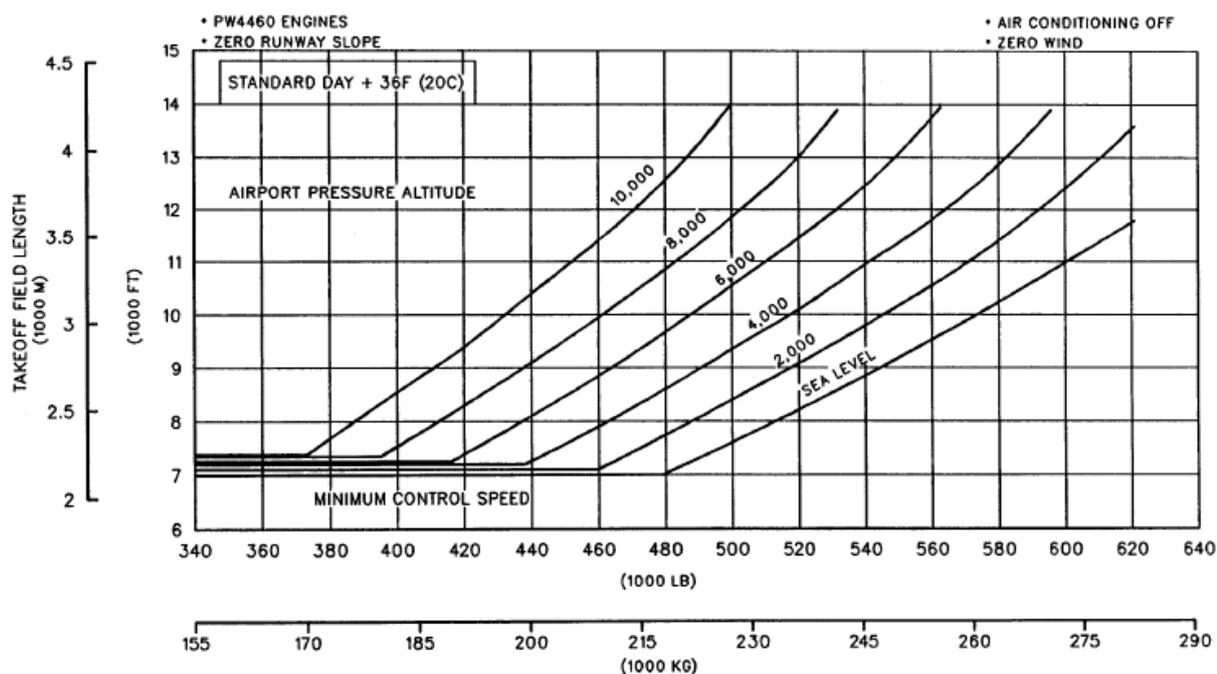
- peso operacional da aeronave crítica (que depende da carga paga (pay-load) e da etapa a ser cumprida (peso do combustível)).

Para a obtenção do comprimento de pista necessário, o comprimento básico deve sofrer as seguintes correções:

- 7% para cada 300 m acima do nível do mar;
- 1% para cada °C da temperatura de referência acima da temperatura padrão;
- 10% para cada 1% de declividade longitudinal efetiva da pista. (*declividade longitudinal efetiva é obtida pela razão entre a diferença da cota máxima e a cota mínima da pista pelo seu comprimento*).

A temperatura de referência é obtida através da média mensal das temperaturas máximas diárias do mês mais quente do ano. O mês mais quente do ano é definido como aquele que possui a maior temperatura média mensal. A correção total não deve ultrapassar a 35%.

A determinação do comprimento de pista necessário para a operação de decolagem de uma aeronave é efetuada através de ábacos de desempenhos específicos editados pelos fabricantes de aeronaves nos manuais "Airplane Characteristics for Airport Planning". Estes ábacos fornecem como resposta a Distância de Decolagem, TOD. Análises que exijam um maior detalhamento têm de ser efetuadas consultando manuais específicos, como, por exemplo, o "Airplane Flight Manual" das aeronaves. Lembrando-se que: O comprimento necessário de pista para decolagem é sempre maior que o da aterrissagem, dada a diferença das tonelagens de uma mesma aeronave.



Código de Referência de um Aeródromo

Número Código	Comprimento (m)	Letra Código	Envergadura (m)	Bitola (m)
1	até 799	A	até 14,9	até 4,4
2	de 800 a 1199	B	de 15,0 a 23,9	de 4,5 a 5,9
3	de 1200 a 1799	C	de 24,0 a 35,9	de 6,0 a 8,9
4	1800 em diante	D	de 36,0 a 51,9	de 9,0 a 13,9
		E	de 52,0 a 64,9	de 9,0 a 13,9
		F	de 65,0 a 79,9	de 14,0 a 15,9

Sistema de Taxiamento

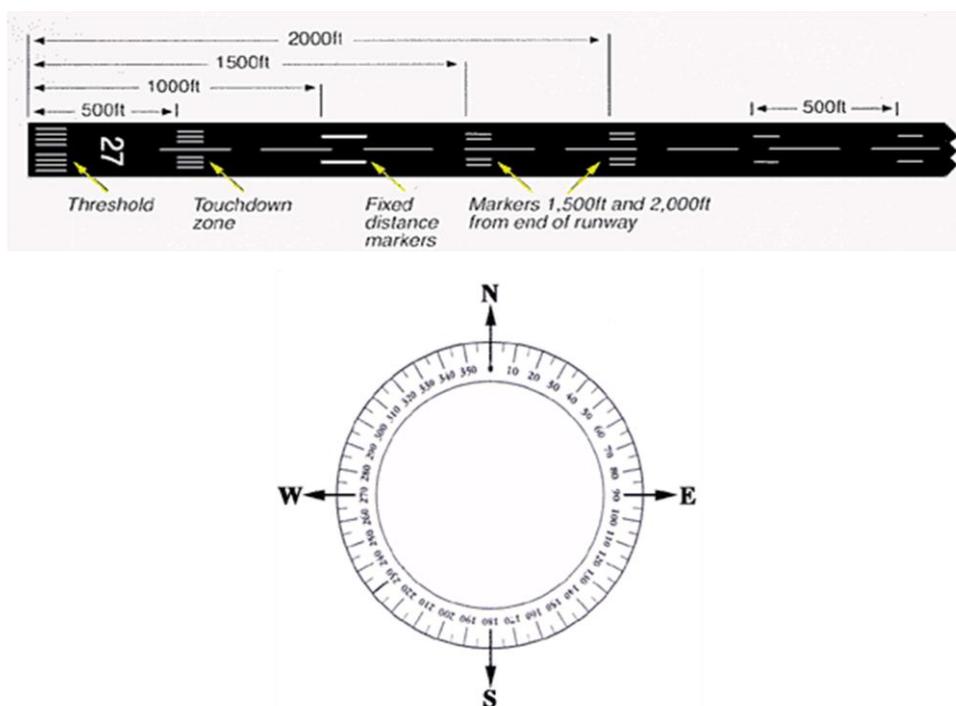
Pista de taxiamento (*taxiway*): por onde as aeronaves se deslocam desde a pista de pouso e decolagem até os terminais de passageiros, de cargas e hangares;

Pista de manobra (*apron taxiway*): dão acesso as áreas de manobra e espera das aeronaves junto à pista de pouso e decolagem;

Pista de estacionamento (*taxilane*): dão acesso aos locais de estacionamento das aeronaves junto aos terminais;



Sinalização de Pistas



"PISTA 9-27", em virtude da sua orientação leste - oeste

Visual Approach Slope Indicator (VASI)

O VASIS (*Visual Approach Slope Indicator System*) e suas derivações, como o PAPI (*Precision Approach Path Indicator System*), constituem-se em auxílios com uso de luzes para operação (diurna ou noturna), que permitem ao piloto se localizar em relação a uma trajetória indicada de descida (se acima, se abaixo ou sobre a trajetória de aproximação especificada pela equipamento).

PAPI - Indicador de Percurso de Aproximação de Precisão

É um sistema de luzes, colocados do lado esquerdo da pista ou ambos, que têm por objetivo informar aos pilotos sobre a altitude precisa, em que se encontra o avião, quando este faz a aproximação à pista, para aterrizar.

Sistema de quatro luzes:

4 vermelhas: o avião está bastante abaixo do percurso de aproximação (ângulo de descida baixo)

3 vermelhas, 1 branca: o avião está abaixo do percurso de aproximação (ângulo de descida baixo)

2 vermelhas, 2 brancas: o avião está no percurso de aproximação correto (ângulo de descida ideal)

1 vermelha, 3 brancas: o avião está acima do percurso de aproximação (ângulo de descida alto)

4 brancas: avião está bastante acima do percurso de aproximação (ângulo de descida alto)

7.7 SISTEMA AEROPORTUÁRIO BRASILEIRO

O Código Brasileiro de Aeronáutica (CBA), de 19 de dezembro de 1986, no Art. 26 (Capítulo II - Do Sistema Aeroportuário) define:

“O Sistema Aeroportuário é constituído pelo conjunto de aeródromos brasileiros, com todas as pistas de pouso, pistas de taxiamento, pátio de estacionamento de aeronaves, terminal de carga aérea, terminal de passageiros e as respectivas facilidades”.

O Brasil congrega um dos cinco maiores sistemas de aviação civil do Mundo (ICAO).

- 4º maior transportador doméstico (IATA).
- 742 aeroportos públicos (ANAC)
- 3.500 aeródromos;
- 150 milhões de pax transportados em 2010.
- 17º em crescimento (2009/2010)
- Frota de aeronaves de Linha Aérea Regular:
 - 300 aeronaves
 - 2ª maior frota de Aviação Geral (sem rota regular – particulares) = 16.524 aeronaves
 - 2ª maior frota de aeronaves executivas (jatos e turbo-hélices) = 1.650 aeronaves
 - 2ª maior frota de aeronaves agrícolas – 1.000 aeronaves;
 - 2ª maior frota de aeronaves de táxi aéreo – 1.200 aeronaves;
 - 2ª maior frota de helicópteros – 1.255 aeronaves;

- 3ª maior indústria aeronáutica (Embraer)
- 3º maior parque aeronáutico de aeronaves leves = 20 fábricas – 300 aeronaves/ano

Movimentação de Passageiros - Fonte: OACI

	País	Cidade	Aeroporto	2009	2010	Var. %
1	EUA	Atlanta	Hartsfield-Jackson	88.032.086	89.331.622	1,45
2	China	Pequim	Chaoyang Beijing	65.372.012	73.948.113	11,60
3	EUA	Chicago	O'Hare	64.158.343	66.774.738	3,92
4	Inglaterra	Londres	Heathrow	66.037.578	65.884.143	-0,23
5	Japão	Tóquio	Narita International	61.903.656	64.211.074	3,59
6	EUA	Los Angeles	International	56.520.843	59.070.127	4,32
7	França	Paris	Charles de Gaulle	57.906.866	58.167.062	0,45
8	EUA	Dallas	International	56.030.457	56.906.610	1,54
9	Alemanha	Frankfurt	Main	50.932.840	53.009.221	3,92
10	EUA	Denver	International	50.167.485	52.209.377	3,91

Movimentação de Passageiros – Brasil – Fonte Infraero 2011

	Cidade	Aeroporto	2009	2010	Var. %
1	São Paulo	Guarulhos	21.727.649	26.849.185	19,08
2	São Paulo	Congonhas	13.699.657	15.499.462	11,61
3	Brasília	Juscelino Kubitschek	12.213.825	14.347.061	14,87
4	Rio de Janeiro	Galeão	11.828.656	12.337.944	4,13
5	Rio de Janeiro	Santos Dumont	5.099.643	7.822.848	34,81
6	Salvador	Luís Eduardo Magalhães	7.052.720	7.696.307	8,36
7	Belo Horizonte	Tancredo Neves/ Confins	5.617.171	7.261.064	22,64
8	Porto Alegre	Salgado Filho	5.607.703	6.676.216	16,00
9	Recife	Guararapes	5.250.565	5.958.982	11,89
10	Curitiba	Afonso Pena	4.853.733	5.774.615	15,95
	BRASIL		122.977.517	149.184.006	17,57

Movimentação de Carga – Fonte OACI

	País	Cidade	Aeroporto	2009	2010	Var. %
1	Hong Kong	Hong Kong	International	3.385.313	4.165.852	18,74
2	EUA	Memphis	International	3.697.054	3.916.811	5,61
3	China	Xangai	Pudong	2.543.394	3.228.081	21,21
4	Coréia do Sul	Incheon	International	2.313.001	2.684.499	13,84
5	EUA	Anchorage	Ted Stevens	1.994.629	2.646.695	24,64
6	França	Paris	Charles de Gaulle	2.054.515	2.399.067	14,36
7	Alemanha	Frankfurt	Main	1.887.686	2.275.000	17,02
8	Dubai	Dubai	International	1.927.520	2.270.498	15,11
9	Japão	Tóquio	Narita International	1.851.972	2.167.853	14,57
10	EUA	Louisville	International	1.949.528	2.166.656	10,02
40	SP	São Paulo	Guarulhos	382.723	430.850	11,17

Se comparado com os EUAs, o Brasil possui 742 aeroportos públicos. Os EUA possui 5.314 aeroportos, é o país que possui a maior malha aérea do mundo. Durante décadas não houve investimentos na ampliação e modernização da malha aeroviária e dos aeroportos no país, o que refletiu o episódio de 2006 – caos aéreo.

Prevê-se a duração da crise ainda por algum tempo, o que pode vir a causar problemas no funcionamento do ATC e dos aeroportos. Esta situação inviabiliza um sistema de transporte aéreo seguro, confiável e eficiente, o que irá afetar o transporte de passageiros e cargas, impactando o turismo e, em última instância, o nível de conectividade do Brasil com o resto do mundo, reduzindo dessa forma as oportunidades de desenvolvimento econômico

A visão da IATA sobre a crise do transporte aéreo no Brasil

Documento enviado ao Governo do Brasil em 15 de Agosto 2007

INSTÁVEL – INEFICIENTE – SEGURANÇA COMPROMETIDA. FALTA AUTONOMIA NOS LIMITES DE AUTORIZAÇÕES (parciais) -PROFICIÊNCIA NA LINGUA INGLESA

Segurança Operacional - Os últimos acidentes geraram preocupações na sociedade e no governo com relação a sérias deficiências de segurança no setor aéreo. Em 2006, a taxa de acidentes no Brasil foi 3,5 vezes maior do que a média mundial e 1,25 vezes maior que a média da América Latina,

O Sistema Brasileiro de Tráfego Aéreo tem apresentado dificuldades há anos, dentre as quais a diminuição do ritmo das operações pelos controladores de vôo (operação padrão). Com conseqüência, os atrasos e cancelamentos de vôos se tornaram rotineiros.

Existem preocupações dentro do próprio setor aéreo no sentido de que o treinamento dos funcionários de nível técnico no controle de tráfego (8 anos), nas empresas aéreas e nos aeroportos, podem não estar sendo apropriadamente fornecido.

A situação atual tem evidenciado as deficiências do Controle de Tráfego Aéreo (ATC), da infraestrutura e de pessoal .O número de incidentes reportados pelas Empresas Aéreas confirma a percepção de que a situação do ATC é instável, ineficiente e, de fato, compromete a segurança dos vôos.

Impactos Operacionais Previstos - A manutenção da fórmula atual de cálculo do preço do querosene tem impactado seriamente a sustentabilidade econômica do transporte aéreo com origem/destino no Brasil e, em última instância, restringido a conectividade do Brasil com o resto mundo e as oportunidades de desenvolvimento econômico.

O sistema de inspeção de bagagem despachada (Hold Baggage Screening – HBS) ainda não foi implementado em todos os aeroportos com operações internacionais.

Visão 2030 para o setor aéreo

"Brasil a pleno potencial"	
Governança	 <ul style="list-style-type: none"> Aviação civil com planejamento integrado com outros modais (i.e. vinculada ao Ministério dos Transportes) Efetiva coordenação e planejamento do setor como um todo Novo marco regulatório do setor, com legislação clara e organizada em um número mínimo de diplomas consolidadores Controle de tráfego aéreo civil regulado e fiscalizado pela ANAC Sistema de incentivos, com metas claras norteadas pelos objetivos de política pública
Infraestrutura	 <ul style="list-style-type: none"> Maior utilização do modal aéreo, triplicando o volume atual de passageiros, 310 milhões PAX; 0,7 viagem/hab/ano Principais aeroportos do País operando sem gargalos críticos RMSP, principal <i>hub</i> na América Latina, oferecendo nível de serviço B/C 2 novos <i>hubs</i> internacionais: RJ e Nordeste Guarulhos, Viracopos e Galeão com acesso ferroviário rápido Controle de tráfego aéreo civil de classe mundial
Administração aeroportuária	 <ul style="list-style-type: none"> Papel relevante da iniciativa privada na administração de aeroportos Eficiência operacional de classe mundial Receitas comerciais = 40-50% do total Sistema autossuficiente
Serviços aéreos	 <ul style="list-style-type: none"> Mercado competitivo, sem barreiras de entrada significativas, com novas rotas domésticas e internacionais Cias. aéreas operando com alto nível de eficiência, com repasse destes ganhos aos passageiros Redução de 50% na lacuna de <i>yield</i> 2 vezes mais aeroportos com rotas regulares Eliminação das barreiras estruturais e custos evitáveis

Potenciais externalidades positivas adicionais

- Brasil se aproximando à intensidade de uso do modal aéreo dos países desenvolvidos
- Geração de mais de 500 mil empregos diretos e indiretos no País
- Cerca de 450-600 novas encomendas de aeronaves, sendo cerca de 170-200 da Embraer
- RMSP como principal *hub* na América Latina
- Até 800 mil PAX/ano atendidos em regiões remotas
- Impacto geral positivo na economia
- Atendimento da demanda extra da Copa 2014 e Olimpíadas 2016

REFERÊNCIAS

KEEDI, S. Logística de Transportes Internacional. 03ª Ed, São Paulo: Aduaneiras, 2007.

KEEDI, S. Transportes, Unitização e Seguros Internacionais de Carga: Prática e Exercícios. 03ª Ed, São Paulo: Aduaneiras, 2007.

MENDONÇA, P. C. C. e KEEDI, S. Transportes e Seguros no Comércio Exterior. São Paulo: Aduaneiras, 1997.

MONTILHA, P. C. *O Transporte Aéreo de Cargas no Brasil: Conceitos, Processos, Infraestrutura do País, Logística Aplicada ao Modal e Panorama Atual*. São Paulo, 2007.

RODRIGUES, P. R. A. Introdução aos Sistemas de Transporte no Brasil e à Logística Internacional. 04ª Ed, São Paulo: Aduaneiras, 2007.

Horonjeff, R. e McKelvey, F. X (1993). **Planning and Design of Airports**. McGraw-Hill

ICAO (1995). **Aerodromes**. Annex XIV. Vol I - Aerodrome Design and Operations. Montreal

Müller, C., Alves, C. J. P., Fortes, C. N. B., (1990), Planejamento de Aeroportos, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos

www.boeing.com

www.airbus.com

www.embraer.com.br

www.variglog.com.br

www.iata.org

www.iata.org.br

www.anac.gov.br

www.infraero.gov.br

www.planejamento.gov.br

BNDES - Estudo do Setor de Transporte Aéreo do Brasil: Relatório Consolidado. Rio de Janeiro: McKinsey & Company, 2010.

8. MODO DUTOVIÁRIO

8.1. INTRODUÇÃO

Trata-se de modalidade de emprego bastante antigo na área de equipamentos urbanos, em especial na adução e distribuição de água à população e na captação e deposição de esgotos domiciliares, funções que o caracterizam até hoje como a modalidade de maior uso em tonelagem e volume, embora por suas características nestes campos tenha saído da órbita dos transportes para a do saneamento urbano.

Transporte dutoviário é aquele em que o produto se desloca, seja por gravidade ou por pressão ou ainda por arraste pelo elemento transportador, através de dutos, ou seja, efetuado no interior de uma linha.

Atualmente, de acordo com a Matriz de Transportes Brasileira (FIGURA 1.1) apresentada no CAPÍTULO 1, o transporte por dutos representa 3,6% do transporte de cargas no Brasil.

Segundo Owen em (Santana, 1974 *apput* UFMG):

“a plausibilidade de dutovias, para os países em desenvolvimento, encontra-se na sua capacidade de atravessar até os terrenos mais difíceis, ser praticamente inafetada pelo tempo e fornecer transporte de petróleo e seus derivados a baixos custos unitários. Onde os volumes são suficientemente grandes, a dutovia é mais econômica, para estes fins, do que outras formas de transporte. Os custos de terra são mantidos ao mínimo enterrando-se o cano a uns 90 centímetros ou mais de profundidade para se evitar interferência com outras utilizações da terra.”

Assim, neste capítulo serão abordados as principais características deste modal, destacando suas vantagens e desvantagens, o sistema dutoviário e sua classificação, além de apresentar as atualidades do transporte dutoviário brasileiro.

8.1.1. Breve Histórico do Transporte Dutoviário

O transporte dutoviário surgiu entre os povos antigos, inicialmente para o suprimento do abastecimento de água, em especial na adução e distribuição de água à população e na captação e deposição de esgotos domiciliares. Com o passar do tempo e a descoberta do petróleo, este modal passou a transportar também este mineral, de grande importância na economia mundial, na forma bruta entre os campos de extração e as estações processadoras.

Em 1865 foi construído o primeiro oleoduto para transporte de hidrocarbonetos, com 2" de diâmetro, de ferro fundido e ligando um campo de produção à uma estação de carregamento de vagões, com uma extensão de 8 km na Pensilvânia (EUA). Em 1930, teve início o transporte de produtos refinados entre a Refinaria de Bayway, próximo à Nova York e a cidade de Pittsburgh (EUA).

A participação de dutovias no Brasil iniciou-se na década de 50, evoluiu gradativamente nos anos 60, tendo apresentado importante incremento na década de 70 e início de 80. A década de 70 se caracteriza por importantes obras como a construção do Oleoduto São Sebastiana/Paulínia (226 km), Angra dos Reis/Caxias (125 km), entre outros. Estes e outros acontecimentos contribuíram e promoveram o crescimento e aperfeiçoamento deste modo de transporte muito utilizado hoje em dia.

8.1.2. Capacidade do Transporte Dutoviário

O cálculo da capacidade do transporte dutoviário está estritamente vinculado à mecânica dos fluidos. Visto que, conforme demonstra a EQUAÇÃO 8.1, a quantia transportada está diretamente relacionada às características do produto transportado e do duto, bem como a velocidade imprimida pelas bombas e o tempo para transporte do produto. Sendo a velocidade uma função da densidade, viscosidade e temperatura do líquido combinados com o diâmetro do tubo e a pressão exercida pelas bombas das estações.

$$C = \rho \times s \times v \times t$$

Sendo:

C = Capacidade

ρ = Peso específico do produto

s = Seção transversal do duto

v = Velocidade imprimida pelas bombas

t = Tempo para o transporte do produto

A velocidade, se comparada com a de outros modos de transporte, pode ser considerada baixa (em geral entre 2 e 10 km/h), mas como funciona continuamente 24 horas por dia o volume transportado se compara com o dos demais transportes.

8.2. CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE DUTOVIÁRIO

Devido a suas características técnicas e operacionais, pode-se dizer que o modal dutoviário é um meio seguro e econômico para o transporte de certos produtos, como petróleo e seus derivados, gás natural, água potável e servida, minério e resíduos sólidos. No entanto, para se obter eficiência neste modal, é preciso que o duto esteja preenchido totalmente com o produto. As operações realizadas com o modal dutoviário são de alta confiabilidade, pois não oferece o risco de paralisação por alternâncias climáticas ou atmosféricas, diurnas ou noturnas. Seu fluxo constante pelas tubulações que em geral são enterradas no solo entre oitenta e noventa centímetros de profundidade torna o transporte por dutos praticamente sem riscos.

Quanto ao manuseio do produto, o fato do produto se deslocar, seja por gravidade ou por pressão ou ainda por arraste pelo elemento transportador, reduz a necessidade de manuseio da carga.

Quanto aos impactos ambientais, sabe-se que a intervenção do dutoviário para o meio ambiente é muito pequena, pois não há durante o transporte emissão de poluentes e, além disso, exerce pouca interferência nos demais modais. Além disso, a dutovia consome muito pouca energia para que possa escoar o produto por suas tubulações em relação a volume transportado. A maioria dos equipamentos de propulsão é movida à energia elétrica.

A instalação de uma dutovia é vinculada apenas às possibilidades de instalações de seus equipamentos especializados em seu lançamento e as facilidades de acessos para futuras visitas de inspeções e manutenções. A instalação supera obstáculos de aclives de até noventa graus, tornando o trajeto entre os pontos de origem e destino o mais direto possível. Esta facilidade não é encontrada na instalação de outros modais como o rodoviário e o ferroviário, onde aclives muito acentuados são barreiras muito difíceis a transpor.

Neste modal é necessária a utilização reduzida de uma mão-de-obra, porém, de alta especialização, pois suas operações envolvem tecnologias avançadas para implantação e acompanhamento de todo processo, como *softwares* e sistemas de rastreamento GPS. Devido à reduzida mão-de-obra empregada, ao baixo consumo de energia e a grande capacidade de transporte, o modal dutoviário se torna um meio de baixo custo operacional.

Entretanto, apesar das vantagens mencionadas, este modal apresenta como desvantagem operacional sua reduzida flexibilidade, pois, além de os pontos de origem e destino serem fixos, os meios físicos, em sua quase totalidade, não podem ser transferidos para outras frentes de transporte, como acontece em outras modalidades e, também, há a restrição de produtos transportados.

8.3. SISTEMA DUTOVIÁRIO

O sistema dutoviário será dividido em: via, veículo, terminal e controle.

1. Via:

Formada por tubos, geralmente metálicos, que percorrem um traçado pré-definido em projeto. Com certa frequência, há a necessidade de interromper as vias a fim de realizar bombeamento em alguma estação propulsora ou armazenamento em silos.

2. Veículo:

O veículo é o próprio produto bombeado. Cada partícula impulsiona as que a antecedem, assim formando uma corrente contínua, direcionada pela tubulação, que é a via.

3. Terminal:

Os terminais são pontos estrategicamente construídos, segundo normalmente as condições de mercado, destinados à armazenagem do produto para que seja redistribuído por redes de dutovias menores ou por outros modais para o consumo ou exportação ou até mesmo para aguardar a demanda de mercado para ser transportado posteriormente.

4. Controle:

Os equipamentos de controle são fundamentais para restringir a velocidade imprimida pelos mecanismos de propulsão. Desta maneira evita-se que danos sejam causados por alta velocidade, que pode ocasionar erosão no tubo, ou por baixa velocidade, o que acarreta em sedimentação do produto.

8.4. CLASSIFICAÇÃO DOS DUTOS

8.4.1. Quanto ao Produto Transportado

Nos dias atuais, nem todos os produtos podem ser transportados por esse modal. Além disso, por causa de cada produto possuir suas particularidades, principalmente no que diz respeito ao sistema propulsor, diferentes produtos são transportados por diferentes dutos. Os principais produtos transportados pelas dutovias são petróleo e seus derivados, gases naturais e minérios.

Petróleo e seus Derivados

Os oleodutos utilizam-se do sistema de bombeamento e são destinados para o transporte de petróleo e seus derivados. Sendo utilizados desde o século XIV para esta finalidade e

com o decorrer do tempo usados para outros produtos, como por exemplo, os não derivados de petróleo, como o álcool, dióxido de carbono e trióxido de carbono.

Gases Naturais

Os gases naturais são transportados pelos chamados gasodutos. Atualmente, os oleodutos e gasodutos são os dois tipos de dutovias que representam maior importância neste segmento, sendo que ambos movimentam produtos que impulsionam a economia atual. No Brasil, destaca-se a recente construção do gasoduto Brasil-Bolívia com 3.150 km, sendo 2.593 km (82,3%) no Brasil.

Minérios

Outras dutovias mais recentes, que seguindo o exemplo dos oleodutos e gasodutos também fazem diferença em seus segmentos são os minerodutos. Esta dutovia possui um sistema propulsor muito especial, pois é capaz de transportar cargas sólidas ou em pó. Este produto sólido é transportado no duto por meio de um fluido portador, como por exemplo, a água ou o ar, dependendo da carga, pois apesar do nome ser minerodutos este mesmo modelo de duto transporta também cereais e cimento a curtas distâncias.

Outros produtos transportados nas dutovias são: água potável, água servida e carvão e resíduos sólidos.

Água Potável: As adutoras são as tubulações que coletam água nos mananciais ou fontes e conduzem até centros de tratamento, onde posteriormente é distribuída a população também através de tubulações para consumo final.

Água Servida: Os emissários são tubulações de esgoto, que coletam os dejetos residências e industriais, conduzindo a centros de tratamentos.

Carvão e Resíduos Sólidos: Para o transporte deste tipo de carga utiliza-se o duto encapsulado que faz uso de uma cápsula para transportar a carga por meio da tubulação,

impulsionada por um fluido portador, água ou ar. Os tipos de dutos encapsulados serão descritos no ITEM 8.4.1.1.

8.4.1.1. Tipos de Dutos Encapsulados

Pneumatic Capsule Pipeline — PCP

O duto pneumático encapsulado é ilustrado na FIGURA 8.1. São dutos cheios de ar que percorrem prédios, complexos industriais ou hospitalares, que transportam cápsulas de correspondências em suas tubulações, com isto evitando o extravio por entregadores e aumentando a rapidez na entrega.

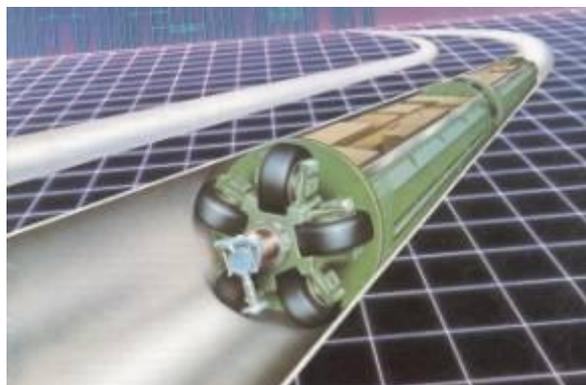


FIGURA 8.1 — DUTO ENCAPSULADO PNEUMÁTICO
FONTE: Capsule Pipeline Research Center (2001) *apput* UFMG

Hydraulic Capsule Pipeline — HCP

Tem-se também a chamada *HCP – Hydraulic Capsule Pipeline* ou duto hidráulico encapsulado tem como meio de fluidez em seus dutos a água, ou seja, usa cápsulas sem rodas, e isto é o que torna mais econômico em comparação ao PCP, pois não gasta tanta energia para sua propulsão. Este duto geralmente é utilizado para o transporte de lixo compactado, grãos e outros produtos agrícolas a curtas distâncias.



FIGURA 8.2 — DUTO ENCAPSULADO HIDRÁULICO
FONTE: Capsule Pipeline Research Center (2001) *apput* UFMG

Coal Log Pipeline — CLP

O duto para transporte de carvão é um modelo diferenciado de HCP, pois é destinado apenas ao transporte de carvão ou outros minérios que resistam à água e possam ser compactados em forma cilíndrica, não necessitando assim de cápsulas para seu transporte, assim como o lixo compactado no caso do duto encapsulado hidráulico. A FIGURA 8.3 ilustra os carvões compactados prontos para o transporte.



FIGURA 8.3 — DUTO PARA TRANSPORTE DE CARVÃO
FONTE: Capsule Pipeline Research Center (2001) *apput* UFMG

8.4.2. Quanto à Construção

Pode-se classificar os dutos também pelo tipo de construção, podendo ser denominados como terrestres (subterrâneos, aparentes), aéreos e submarinos.

- **Terrestres:**

- Subterrâneos:

Dentre os dutos terrestres o subterrâneo é o mais seguro de todos, pois é construído e enterrado no solo, onde não sofre quaisquer ações do tempo, danos por máquinas ou outros veículos ou vandalismos, e ainda se caso houver qualquer tipo de vazamento do produto, a terra que o envolve funciona como um casulo que amortecerá a pressão e diminuirá o impacto ao meio ambiente.

Geralmente este duto é enterrado de oitenta a noventa centímetros abaixo do solo, portanto não há muita remoção de terra e conseqüentemente não causando grande impacto no meio ambiente em que está sendo instalado.



FIGURA 8.4 — DUTO SUBTERRÂNEO
FONTE: ProDutos (2002) *apput* UFMG

- Aparentes:

Os dutos aparentes são aqueles que pode-se ver rente ao solo, que geralmente são encontrados nas saídas ou chegadas de centros de distribuições, estações de bombeios ou estações de manutenção. Pode-se encontrar o duto aparente em locais específicos no trajeto de uma dutovia onde possa haver terrenos rochosos, pois a escavação nesses locais é muito onerosa, portanto a solução é suspender o duto acima do solo, sustentá-lo e amarrá-lo em uma sapata de concreto, denominada berço.



FIGURA 8.5 — DUTO APARENTE
 FONTE: Samarco (2001) *apput* UFMG

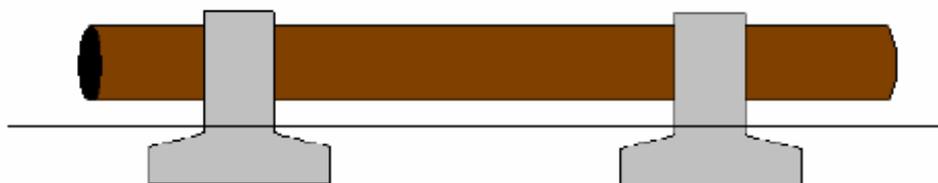


FIGURA 8.6 — ESTRUTURA DE FIXAÇÃO DE UM DUTO APARENTE
 FONTE: Samarco (2001) *apput* UFMG

- **Aéreos:**

Dutos aéreos são aqueles sobre o solo, utilizado para transpor rios, grandes vales, pântanos, terrenos muito acidentados. Sua sustentação é feita por torres metálicas nas extremidades, e se for necessário devido à distância, torres intermediárias. O duto é preso a essas torres por cabos de aço para poder manter sua suspensão.

Apesar do nome aéreo estar diretamente ligado ao ar, é importante frisar que estes dutos tem toda sua extensão, os terminais, junções e equipamentos de propulsão ficam todos em solo. Apenas o condutor é suspenso a muitos metros do solo, sendo denominado aéreo e não somente aparente que fica sobre o solo.

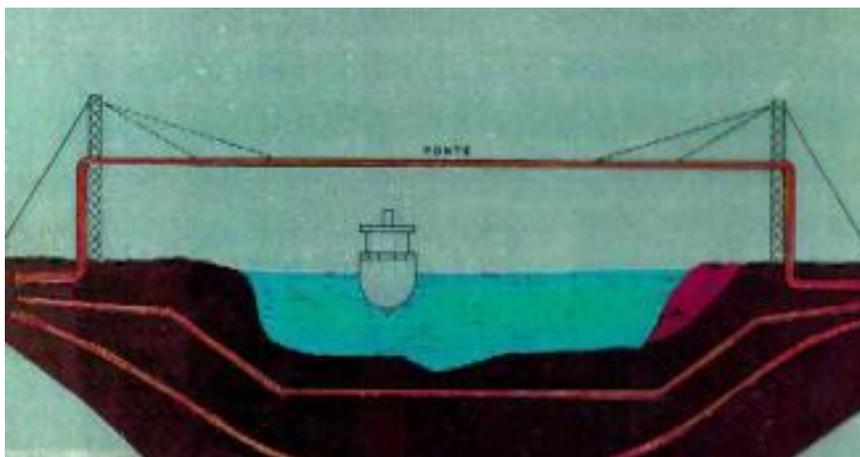


FIGURA 8.7 — DUTO ÁRERO PARA A TRAVESSIA DE UM RIO
 FONTE: Petrobrás (2001) *apput* UFMG



FIGURA 8.8 — DUTO ÁRERO PARA A TRAVESSIA DE UM VALE
 FONTE: Petrobrás (2001) *apput* UFMG

- **Submarinos:**

Os dutos submarinos são aqueles que em sua maior parte encontram-se dentro do mar, geralmente estes dutos são utilizados para a extração de petróleo, onde é transportado até suas refinarias. Também são utilizados para atravessar baías ou canais de acesso a portos. Ao contrário do que acontece no duto aéreo, o duto submarino transpõe um rio ou um trecho do mar por debaixo da água conforme esquema de duto submarino ilustrado na FIGURA 8.9

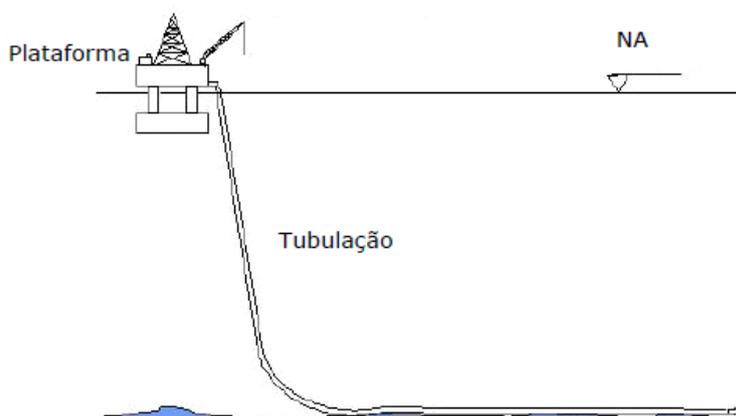


FIGURA 8.9 — DUTO SUBMARINO
FONTE: COPPE/UFRJ (2003) *apud* UFMG

8.5. ATUALIDADES DO TRANSPORTE DUTOVIÁRIO BRASILEIRO

Na maioria dos países, principalmente nos produtores de petróleo, o transporte dutoviário é apenas uma facilidade detida pela grande companhia petrolífera e petroquímica da nação, assim, as informações estatísticas sobre transporte dutoviário são escassas.

Outra dificuldade encontrada é levantar a extensão dos dutos no Brasil e o volume transportado ao ano. A extensão da malha de dutos varia conforme o critério utilizado, como a consideração de dutos de produção e os de transferência, inclusão de dutos novos, etc. As informações de volumes transportados também são raras, sabe-se que da exploração do petróleo à entrega final do derivado ocorrem várias etapas de transporte, no entanto, este levantamento, se existir, não é publicado.

Apesar da pequena quantia de informações referentes ao modal dutoviário, percebe-se pela FIGURA 8.10 e pela TABELA 8.1 que mesmo o Brasil sendo autosuficiente na extração do petróleo a malha dutoviária brasileira é reduzida se comparada a outros países.

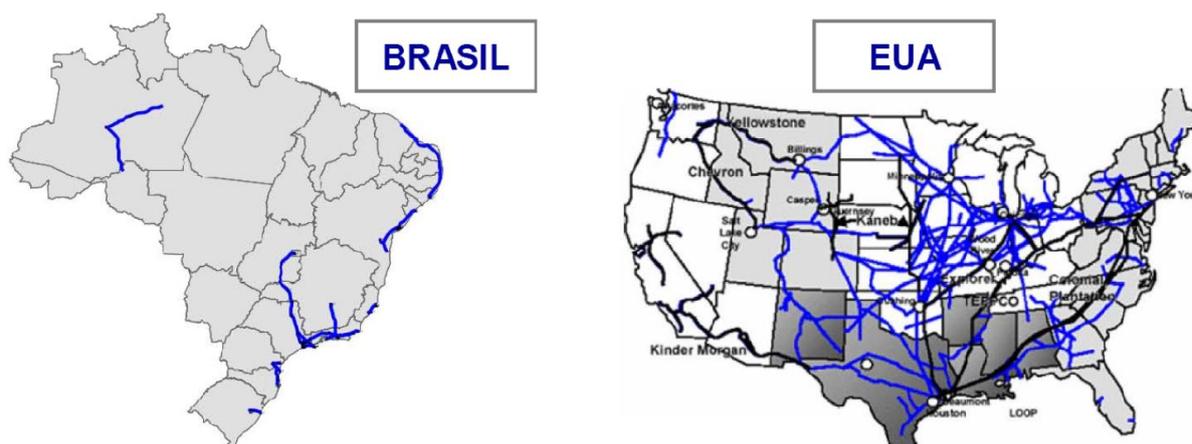


FIGURA 8.10 — MALHA DUTOVIÁRIA DO BRASIL E DOS ESTADOS UNIDOS

TABELA 8.1 — ANÁLISE CONSIDERANDO A EXTENSÃO TERRITORIAL

País	Dutos km	Densidade km/10³km²
Estados Unidos	146.426	15,2
França	5.746	10,4
Áustria	777	9,3
Dinamarca	330	7,7
Espanha	3.779	7,5
Alemanha	2.370	6,6
Suíça	108	2,6
Brasil	5.281	0,6

REFERÊNCIAS

AGENCIA NACIONAL DO PETRÓLEO — ANP. *Malha Dutoviária*. Disponível em <<http://www.anp.gov.br/brasil-rounds/round2/Pdocs/Pinfra/Pduto.htm>>. Acesso em: 08 de agosto de 2011.

BRASIL, Programa de Aceleração do Crescimento — PAC. *11º Balanço PAC 1*, 2010. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/pac/relatorios/nacionais/11o-balanco-4-anos>>. Acesso em: 27 de julho de 2011.

BRASIL, Programa de Aceleração do Crescimento — PAC. *1º Balanço PAC 2*, 2010. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/pac/relatorios/2011-nacionais/eixo-transporte>>. Acesso em: 27 de julho de 2011.

GASPARINI, A. *Transporte Dutoviário e Meio Ambiente. O Controle da Rede de Dutos Terrestres da Petrobrás Operadas pela Transpetro*, 2006. Disponível em <<http://transportes.ime.eb.br/MATERIAL%20DE%20PESQUISA/TRABALHOS/TRAB004.pdf>>. Acesso em: 02 de julho de 2011.

MURTA, A. L. S. *Subsídios para o Desenvolvimento de Estudos de Impactos Ambientais para Projetos de Transporte Dutoviário*, 2003. Disponível em <<http://transportes.ime.eb.br/MATERIAL%20DE%20PESQUISA/DISSERTA%C3%87%C3%95ES.htm>>. Acesso em: 02 de julho de 2011.

PUC/RIO. Disponível em <http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0311068_05_cap_03.pdf>. Acesso em: 08 de agosto de 2011.

RODRIGUES, P. R. A. *Introdução aos Sistemas de Transporte no Brasil e à Logística Internacional*. 04ª Edição, São Paulo Aduaneiras, 2007.

TRANSPETRO. *Mapa de Dutos*. Disponível em <<http://www.transpetro.com.br/portugues/empresa/dutosTerminais/mapas/mpbrasil.htm>>. Acesso em: 02 de julho de 2011.

UFMG. Disponível em <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAZtMAB/transporte-dutoviario>> Acesso em: 08 de agosto de 2011.

VILELA, T. V. *Viabilidade de transporte de grãos através de dutos no Brasil*. São Paulo, 2009. Disponível em <<http://www.fateczl.edu.br/TCC/2009-2/tcc-281.pdf>>. Acesso em: 08 de agosto de 2011.

9. TRANSPORTE MULTIMODAL

9.1. INTRODUÇÃO

O cenário brasileiro na área de infraestrutura de transporte de carga é um dos grandes entraves ao crescimento econômico do Brasil. São necessários: recursos financeiros, ajustes na regulamentação e planejamento para a cadeia logística de infra-estrutura do transporte de carga.

Conceitualmente o transporte pode ser visto como um sistema tecnológico e organizacional que tem como objetivo transferir pessoas e mercadorias de um lugar para outro com a finalidade de equalizar o diferencial espacial e econômico entre oferta e demanda. Deste modo, o princípio básico de um sistema de transporte de carga consistirá em suprir uma demanda por certo produto.

Importância da atividade de transporte na logística:

- O transporte representa o elo de ligação entre os vários elementos que formam os canais de distribuição;
- Agrega valor ao produto por disponibilizá-lo no local, tempo e quantidades requeridas pelo consumidor - Teoria da Utilidade do Consumidor;
- Possibilita o alcance de mercados distantes - Globalização;
- Os custos com transporte podem representar de 30% a 60% dos custos logísticos totais.

Componentes que formam os sistemas de transporte

- Veículos;
- Vias;
- Instalações de apoio;
- Terminais;
- Sistemas de Informação e Controle.

A cadeia logística brasileira está baseada em uma matriz de transporte (ferroviário, rodoviário e hidroviário) totalmente distorcida na utilização dos modais que a integram, visto que a participação da hidrovía é praticamente inexistente, que o modal rodoviário está saturado e que a malha ferroviária logo chegará ao limite de sua capacidade de transporte.

9.2 Diferença entre Intermodalidade e Multimodalidade

- Transporte Intermodal

O transporte intermodal ou segmentado diferencia-se do multimodal pela característica do documento de transporte, ou seja, o intermodal depende de documentos diferentes para cada transporte envolvido. Isto deve-se ao uso de mais de um tipo de modal, pois a responsabilidade não pertence apenas a um transportador, e sim, a cada um que se responsabiliza por seu próprio transporte e tem seu próprio frete relativo ao trajeto que está sendo utilizado.

- Transporte Multimodal

Transporte Multimodal é aquele em que uma mercadoria utiliza mais de um modal de transporte para chegar ao seu destino, em virtude da impossibilidade de atingir determinado local apenas por um dos modais existentes;

Pode ser realizado internamente no país, ou entre países diferentes no comércio internacional, como no caso de uma mercadoria que sai de um país e necessita ser entregue no interior de outro país.

A multimodalidade caracteriza-se quando a mercadoria é transportada por mais de um modal de transporte sob a responsabilidade de um único transportador ou operador de transporte multimodal, que tem a obrigação da entrega da mercadoria em determinado local e cujos trajetos são cobertos por um documento de transporte único, por um contrato único. Esta modalidade apresenta a vantagem de permitir que um único responsável tenha a obrigação do transporte da carga desde a origem até a entrega no destino final.

9.2.1 Operador de Transporte Multimodal — OTM

É uma empresa que pode assumir, desde o momento em a responsabilidade do transporte multimodal que recebe a carga até a sua entrega ao destinatário, envolvendo estes serviços: a coleta, a unitização, a armazenagem, a manipulação, o transporte e a desunitização, ou seja, todas as etapas necessárias ao cumprimento desta finalidade desde a coleta até a entrega da carga.

9.3 MODAIS DE TRANSPORTE

9.3.1 Rodoviário:

O transporte de carga no Brasil está quase todo sustentado no modal rodoviário, que é o que tem maior participação (61%) na matriz de transporte. Apesar da necessidade de readequação desta matriz de transporte, com aumento da participação dos outros modais, o modal rodoviário necessita de medidas urgentes de reestruturação e melhorias.

Os pontos relevantes em que se deve atuar no modal rodoviário:

Existe um gargalo de caráter cultural, no sentido de haver uma maior integração das empresas do setor (logística corporativa), que poderia diminuir o frete e eliminar o retorno de caminhões vazios. Porém isto não acontece pelos riscos de acidentes, roubos de carga e receio de perda de carga para empresas concorrentes. As indústrias dão preferência pelo transporte rodoviário por este fazer o “door to door”, o que não acontece com os outros modais, a não ser em algumas raras exceções. Além disso, as empresas estão trabalhando cada vez mais com estoques reduzidos (sistema just in time), com um giro mais rápido nos armazéns, portanto, necessitam de maior agilidade no transporte (modais com menor transit time). O custo do pedágio é apresentado como um dos grandes gargalos pelas transportadoras e as indústrias, sendo que governo e concessionárias apontam que os pedágios trouxeram melhorias na infra-estrutura e reduziram os custos operacionais.

VANTAGENS:

- Maior frequência e disponibilidade de vias de acesso;

- Maior agilidade e flexibilidade na manipulação das cargas;
- Facilidade na substituição de veículos, no caso de acidente ou quebra;
- Ideal para viagens de curta e média distâncias.

DESVANTAGENS

- Não competitivo para longas distâncias;
- Maior custo operacional e menor capacidade de carga;
- Desgaste permanente da infra-estrutura.

9.3.2 Ferroviário:

A malha ferroviária brasileira possui aproximadamente 29.000 km. O processo de privatização do sistema iniciou-se em 1996, e as empresas que adquiriram as concessões de operação desta malha assumiram com grandes problemas estruturais. A transferência da operação das ferrovias para o setor privado foi fundamental para que esse setor voltasse a operar, entretanto, não foi suficiente, pois esse modal deve ser inserido na cadeia logística buscando-se sua maior eficiência.

Ações necessárias para melhoria do sistema:

- Regulamentar (pela ANTT) o Tráfego Mútuo de Passagem entre vias permanentes de cada operadora.
- Eliminar gargalos que existem hoje na infra-estrutura (Exemplo: transposição das cidades, retificação de traçados, extensão da malha, ocupação habitacional nas faixas de domínio, passagens de nível, etc.)
- Promover medidas para maior inserção do modal ferroviária na cadeia logística;
- Promover incentivos à indústria na recuperação do setor para a produção de locomotivas, vagões e trilhos
- Estudar a viabilidade de utilização dos Pátios ferroviários desativados existentes transformando-os em Centros Logísticos.

VANTAGENS:

- Adequado para longas distâncias e grandes quantidades;

- Menor custo de seguro;
- Baixo consumo energético
- Menor custo de frete.

DESVANTAGENS:

- Diferença na largura de bitolas;
- Menor flexibilidade no trajeto;
- Necessidade maior de transbordo;
- Menor velocidade que o rodoviário;
- Depende da disponibilidade de material rodante;

9.3.3 Hidroviário:

O Brasil possui uma grande malha hidroviária – cerca de 28 mil quilômetros navegáveis que está sendo subutilizada. Um dos fatores preponderantes disto é a falta de regulamentação, que impossibilita a realização dos investimentos de maneira ordenada e a longo prazo. A utilização das vias hidroviárias aumentaria expressivamente a competitividade dos produtos transportados, pois o custo desse transporte é significativamente menor do que o de qualquer outro modal.

Para que se tenha uma melhor inserção na matriz de transporte, faz-se necessário: Aperfeiçoar a regulamentação que prevê o uso múltiplo das águas em ação conjunta das agências ANA, ANTAQ e ANEEL, Desenvolver as conexões entre as redes modais; Atendimento ferroviário aos terminais da Hidrovia; Investimentos em segurança operacional; ampliação e proteção de vãos de pontes, etc.

Ações necessárias para melhoria do sistema:

- Implementar Planos de Desenvolvimento dos Eixos Hidroviários;
- Promover projetos de Desenvolvimento Regional;
- Incentivar instalação de processadoras agrícolas;
- Promover investimentos em portos, terminais, embarcações, marinas e etc.

- Remover as barreiras que impedem o desenvolvimento do transporte fluvial com definições claras nas questões ambientais.

VANTAGENS

- Elevada capacidade de transporte, através de rebocadores e empurradores;
- Fretes mais baratos que os rodoviários e ferroviários;
- Custos variáveis bem mais baixos;
- Disponibilidade ilimitada;
- Faculta o uso da multimodalidade

DESVANTAGENS

- Baixa velocidade;
- Capacidade de transporte variável em função do nível das águas;
- Rotas fixas;
- Necessidade de altos investimentos na regularização de leitos de alguns trechos de rios;

9.3.4 Cabotagem:

A Cabotagem esta voltando a ser uma nova realidade como meio de transporte no país, em razão principalmente dos menores custos comparados aos modais rodoviário e ferroviário em transportes de grande distâncias. A movimentação na cabotagem vem crescendo nos últimos anos, mas ainda é um volume incipiente dentro da matriz de transportes.

Ações necessárias para melhoria do sistema:

- a revisão da Lei de Transporte Multimodal em todos os seus aspectos é fundamental.
- avançar na proposição de soluções institucionais que viabilizem os ganhos de escala necessários a uma redução dos custos de movimentação e na burocracia portuária.

- desenvolver políticas que conduzam ao aumento da participação e da competitividade da frota mercante nacional, propiciando uma maior regularidade de linhas.

9.3.5 Marítimo: O transporte marítimo é o modal mais utilizado no comércio internacional ou longo curso. Inclui tanto os navios que realizam tráfego regular, pertencentes a Conferências de Frete, Acordos Bilaterais e os outsiders, como aqueles de rota irregular, os “tramps”.

VANTAGENS

- Maior capacidade de carga;
- Alta eficiência energética;
- Transporta qualquer tipo de carga;
- Menor custo de transporte.

DESVANTAGENS

- Necessidade de transbordo nos portos;
- Distância dos centros de produção;
- Maior exigência de embalagens;
- Menor flexibilidade nos serviços aliado a freqüentes congestionamentos nos portos.

9.3.6 Aéreo:

É o transporte adequado para mercadorias de alto valor agregado, pequenos volumes ou com urgência na entrega. O transporte aéreo possui algumas vantagens sobre os demais modais, pois é mais rápido e seguro e são menores os custos com seguro, estocagem e embalagem, além de ser mais viável para remessa de amostras, brindes, bagagem desacompanhada, partes e peças de reposição, mercadoria perecível, animais, etc.

VANTAGENS:

- Velocidade, eficiência e confiabilidade;
- A frequência dos vôos permite altos giros de estoques;
- Manuseios altamente mecanizados;
- Atingem regiões inacessíveis a outros modais

DESVANTAGENS:

- Menor capacidade em peso e em volume de cargas;
- Não atende aos granéis;
- Custo de capital e fretes elevados;
- Fortes restrições às cargas perigosas.

9.3.7 Dutoviário

Modal adequado para o transporte em distâncias variáveis de granéis líquidos e gases e alguns sólidos em suspensão. Possui média capacidade de transporte, baixa velocidade, baixa disponibilidade e frequência elevada e é adequado para transferência direta entre indústrias. Apresenta elevados investimentos em dutos e sistemas de bombeamento, entretanto com bom nível de segurança.

Aspectos considerados na escolha modal

- Tempo em trânsito;
- Necessidade de estoque de segurança;
- Cumprimento dos prazos estabelecidos;
- Custo do transporte;
- Infra-estrutura existente;
- Legislação;
- Restrições operacionais;
- Valor agregado do produto transportado;
- Possibilidade de operação porta-a-porta;

- Necessidade de transporte complementar;
- Segurança contra roubos, avarias;
- Rastreabilidade.

9.4 COMPARATIVO ENTRE OS MODAIS

CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DE INFRAESTRUTURA			
	EXTENSÃO (KM)	INVESTIMENTOS (milhoes US\$)	RELAÇÃO (US\$/KM)
HIDROVIA	2.202,00	115,70	53 MIL
FERROVIA	2.010,00	1.827,00	909 MIL
RODOVIA	2.500,00	625,00	250 IL

Emissão de Poluentes – libras poluentes produzidos no transporte de 1 ton de carga na distância de 1000 milhas)			
MODO	HIDROCARBONETOS	MONÓXIDO DE CARBONO	OXIDO NITROSO
Empurrador	0.09	0.20	0.53
Trem	0.46	0.64	1.83
Caminhão	0.63	1.90	10.17

Desmatamento para implantação			
	EXTENSÃO (KM)	ÁREA DESMATADA (M2)	RELAÇÃO (M2/KM)
Hidrovia	2.202,00	0	0
Ferrovia	2.010,00	77.100.000	38.358,20
Rodovia	2.500,00	100.000.000	40.000,00

AVALIAÇÃO GERAL:

- Necessidade de estabelecer uma estratégia e uma cultura de longo prazo para as obras de infraestrutura necessárias;
- Necessidade de integração entre os órgãos de transporte e os outros órgãos de administração pública (Fazenda Nacional e Fazendas Estaduais);
- Necessidade de desenvolvimento de uma cultura multimodal, evitando a concorrência entre os diversos modais de transporte;
- Necessidade de disseminação de conhecimento técnico, científico, ambiental, operacional e econômico das modalidades de transporte (vantagens e desvantagens).

9.5 CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE

Com a finalidade de reunir as informações sobre a infraestrutura brasileira de transportes, a Confederação Nacional do Transporte (CNT) elaborou um mapa multimodal reunindo informações sobre os principais sistemas e malhas de transportes do País. Nele, estão representados os sistemas aquaviário e aeroviário e as malhas rodoviária e ferroviária.

O mapa multimodal apresenta uma visão de integração física e regional dos sistemas de transportes do País, possibilita a análise e o planejamento de utilização dos sistemas em conjunto ou individualmente e permite que se conheça de forma mais clara as áreas de maior densidade de infraestrutura de transporte.

São detalhadas as infraestruturas principais existentes. No sistema aeroviário as aerovias estão identificadas conforme nomenclatura oficial. As aerovias superiores, que fazem parte do espaço aéreo superior, possuem como a primeira letra de sua identificação a letra “U”, que em inglês significa “UPPER” o mesmo que “superior”. Exemplos: UW33, UW63, UL309, UB750 e etc. Já as aerovias inferiores, que fazem parte do espaço aéreo inferior, ao contrário das aerovias superiores, não possuem uma letra fixa de designação, por exemplo: W10, G449, W52 e etc.

No sistema aquaviário, as barragens com e sem eclusas estão agrupadas em uma única categoria, a de obstáculos à navegação.

A malha ferroviária está inserida no mapa multimodal, representada da mesma forma que no mapa do modal correspondente.

A malha rodoviária está identificada segundo a definição da nomenclatura oficial e jurisdição de cada rodovia, além da seguinte tipologia: pavimentadas e duplicadas; pavimentadas em duplicação; pavimentadas; em pavimentação; implantadas; em implantação; leito natural e trechos partilhados. No caso de trechos partilhados, temos representadas as sobreposições de rodovias federais.



FIGURA 9.1 — MAPA MULTIMODAL DO PARANÁ
 FONTE: Ministério dos Transportes (2011).



FIGURA 9.2 — MAPA MULTIMODAL DO RIO DE JANEIRO
 FONTE: Ministério dos Transportes (2011).



FIGURA 9.3 — MAPA MULTIMODAL DE SANTA CATARINA
 FONTE: Ministério dos Transportes (2011).



FIGURA 9.4 — MAPA MULTIMODAL DE SÃO PAULO
 FONTE: Ministério dos Transportes (2011).

REFERÊNCIAS

BRASIL, Ministério dos Transportes. *CD-ROM "Banco de Informações dos Transportes"*. Brasília, 2011.

KEEDI, S. *Transportes, Unitização e Seguros Internacionais de Carga: Prática e Exercícios*. 03ª Ed, São Paulo: Aduaneiras, 2007.

MENDONÇA, P. C. C. e KEEDI, S. *Transportes e Seguros no Comércio Exterior*. São Paulo: Aduaneiras, 1997.

RODRIGUES, P. R. A. *Introdução aos Sistemas de Transporte no Brasil e à Logística Internacional*. 04ª Ed, São Paulo: Aduaneiras, 2007.