

UNIDADE I – FUNDAMENTOS DA LOGÍSTICA E DISTRIBUIÇÃO

1) CONCEITOS

O dicionário Michaelis refere-se a **Logística** como uma ciência militar que trata do alojamento, equipamento e transporte de tropas, produção, distribuição, manutenção e transporte de material e de outras atividades não combatentes relacionadas.

No dicionário Aurélio, o termo **Logística** é citado como originário do termo em francês *Logistique*. Uma das suas definições aborda que é a parte da arte da guerra que trata do planejamento e da realização de projeto e desenvolvimento, obtenção, armazenamento, transporte, distribuição, reparação, manutenção e evacuação de material para fins operativos ou administrativos.



Entre as principais atividades **logísticas** estão o transporte, movimentação de materiais, armazenamento, processamento de pedidos e gerenciamento de informações.

Segundo a CNTⁱ, **Logística** é um conjunto de técnicas e tecnologias utilizadas para otimizar os custos totais de um produto ou serviço.

O Conselho de Administração Logística (*Council of Logistics Management*, 1991) define **Logística** como o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo eficiente e economicamente eficaz de matérias-primas, estoque em processo, produtos acabados e informações relativas desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o propósito de atender às exigências dos clientes.

De acordo com Bowersox *et al.* (2001) o **objetivo da Logística** é disponibilizar produtos e serviços no local onde são necessários, no momento em que são desejados. Ela envolve a integração de informações, estoques, armazenagem, manuseio de materiais e embalagens.

O mesmo Conselho complementou a definição anterior: Logística é a parte do processo da **Cadeia de Suprimento** que planeja, implementa e controla o

eficiente e efetivo fluxo e estocagem de bens, serviços e informações relacionadas, do ponto de origem ao ponto de consumo, visando atender aos requisitos dos consumidores.

A **Cadeia de Suprimentos** pode ser entendida pelo conjunto de estágios que compõem o atendimento de um pedido de um cliente. Pode ser resumida por quatro atividades: aquisição, movimentação, armazenagem e entrega de produtos. Ela inclui os fabricantes, fornecedores, transportadores, depósitos, varejistas e os clientes. Objetiva a maximização do valor global gerado (diferença entre o valor do produto final para o cliente e o esforço realizado para o atendimento ao seu pedido). (Chopra *et al.*, 2003)

Uma das atividades estratégicas mais importantes é o **Transporte**. Eles estão presentes ao longo de toda a **Cadeia Logística (tradicional ou reversa)** e absorvem cerca de dois terços dos seus custos (Figura 1).

**Distribuição dos Custos Logísticos
Produtos de Baixo Valor Agregado**

**Distribuição dos Custos Logísticos
Produtos de Alto Valor Agregado**



Figura 1 – Custos Logístico x Transporte

O **Transporte** significa o movimento de insumos, bens acabados e seres vivos, de um local para outro, objetivando o atendimento do cliente. É uma atividade meio, indispensável ao funcionamento de uma economia e que consome uma enorme quantidade de recursos naturais e reservas de energia.

Mas, ainda hoje, há alguns questionamentos que se fazem constantes quanto a importância da logística e de suas atividades. O principal aponta para saber quais as razões para a logística mostrar-se como uma escolha lógica e oportuna para fazer frente as exigências do mercado. As possíveis respostas a este questionamento podem ser:

a) Ao incorporar e utilizar no seu âmago as técnicas de marketing, qualidade, pesquisa operacional e planejamento, a logística tornou-se uma disciplina multidisciplinar e, assim, aumentou sua contribuição para a eficiência e a eficácia da gestão da produção. Por isso, a logística é capaz de direcionar a

atenção para as necessidades internas da empresa, ao mesmo tempo, focar nos desejos dos clientes externos;

b) Por ser capaz de otimizar as suas atividades, a logística passou a ser classificada como uma área estratégica, em detrimento do ponto de vista operacional;

c) Permite estreitar os elos entre os clientes internos, ou seja, dentro da corporação e, desses, com os fornecedores e clientes externos;

d) A orientação por processos e a visão holística da logística permite visualizar a corporação e toda cadeia produtiva como um todo possibilitando que todos os interesses relevantes sejam avaliados na tomada de decisão;

e) A preocupação com a gestão dos fluxos dentro da cadeia produtiva permite identificar os gargalos e as sobras, otimizando os recursos empregados.

2) ASPECTOS DA EVOLUÇÃO DA PRÁTICA LOGÍSTICA

2.1) Evolução do Conceito de Logística

São várias as menções sobre a evolução da logística na humanidade. De forma sintética, acredita-se que esta organização se iniciou com a colheita extrativista e a caça de forma rústica, onde não existia preocupação constante com a melhoria da forma da armazenagem e do transporte, principalmente. Com o desenvolvimento das atividades rurais e a necessidade de suprir as demandas urbanas, a sociedade necessitou aperfeiçoar as formas de cultivo e pecuária. Notou-se que nas épocas de escassez a importância de armazenar as sobras dos momentos de abundância era primordial. Na idade média, principalmente na época das cruzadas, a navegação para o transporte de militares e de materiais foi destaque. Com o advento da revolução industrial houve aumento da quantidade de produtos fabricados, com o aparecimento de novos mercados e mudança de orientação para a satisfação do cliente, vertente que até hoje prevalece.

Ainda nesta vertente evolutiva, entende-se que a primeira atenção para a questão logística foi voltada para a administração dos materiais envolvidos nos processos produtivos, principalmente no que tange a gestão de estoques. Em seguida, por consequência, as atividades de compras e movimentação dos materiais para produção passaram por relativa evolução.

Na fase seguinte, a evolução da logística tem destaque para o transporte, não somente como insumo dentro da indústria, mas agora como atividade-meio, ou seja, como elo interligador entre as etapas de produção. O uso das técnicas de Pesquisa Operacional tem destaque, pois aliada a análise das alternativas de

transportes, passou-se a atuar na otimização das rotas e dos custos associados.

Mas, ainda nesta fase, as atividades logísticas se encontravam dispersas e sob gerenciamento descentralizado (pré-logística), o que causava redundâncias de ações e, com isso, gastos desnecessários de recursos humanos e financeiros.

Devido à necessidade de se integrar lógica-operacionalmente os elos logísticos, necessitou-se utilizar Sistemas de Informação que permitiria ao gestor de cada atividade logística administrar os seus processos, além de proporcionar, em um nível superior, visualizar os processos da cadeia produtiva como um sistema. Surgiu, com isso, a Logística Empresarial. Passou-se a considerar os aspectos relativos a qualidade e ao nível de serviço. Destaque para o relacionamento entre custos e serviços logísticos na cadeia logística.

Atualmente, pode-se considerar a existência da Neologística, ou seja, há a preocupação com desempenho do sistema em relação ao seu meio, interna e externamente. Destaque para a Logística Reversa que envolve a sociedade, os impactos sociais e ambientais.

2.2) Movimento da Logística no Brasil

Pelo aspecto histórico da logística, pode-se avaliar que o “descobrimento” do Brasil também é fruto de ações logísticas, pois essa descoberta é o resultado marginal de um detalhado plano logístico onde se objetivava **circunavegar** o continente africano, destinando alcançar as Índias com objetivos comerciais.



Observação: Painel do Museu Histórico do Exército no Forte de Copacabana

Após o descobrimento, necessitou-se efetivar a posse e incrementar a exploração econômica da terra. A **navegação** é novamente utilizada para a ligação da colônia com a matriz, pela utilização dos rios, explorar o interior e, na sua forma bélica, impedir que outros tentassem invadir o território.



Posteriormente, para ampliar a ocupação do território e interligar melhor interior ao litoral, é estimulado o aporte de capitais ingleses na construção e exploração de **ferrovias**. Há um surto de desenvolvimento, com facilitação da exportação de produtos agrícolas e estabelecimento de alguma atividade industrial. Neste ponto, passou-se a observar os conceitos logísticos de forma mais intensa. Cidades surgem nos pontos de apoio criados para operação. Neste período há um significativo desenvolvimento da capacitação brasileira na área da **construção viária**, com destaque para ilustres nomes ligados à engenharia de transportes, tais como o Irineu Evangelista de Souza (Barão de Mauá), os irmãos Rebouças, dentre outros.

Com o final do Império, a história dos primeiros governos republicanos não registra grandes destaques no desenvolvimento da logística integrada. Não se percebe estímulos a avanços tecnológicos nos setores antes desenvolvidos, o que na verdade significou defasagem em relação ao restante do mundo que continuou avançando. Por inércia, o modo de transporte **rodoviário** começa a alcançar destaque, numa tendência que se expressa no lema do Presidente Washington Luis: “Governar é abrir estradas”.

Esta tendência se firma e se consolida nos governos posteriores, com a implantação da **indústria automobilística** e construção de Brasília, no governo Juscelino Kubistchek, e o surto de construção rodoviária nos governos militares. Paralelamente, os demais modos são desestimulados, em alguns casos levados mesmo à deterioração e erradicação.

Nessa época a indústria de **construção naval** ainda preserva algum destaque, com o funcionamento de alguns estaleiros no Rio de Janeiro, mas seu uso como modo de transporte, particularmente de passageiros, cai rapidamente. Mesmo a operação dos **portos**, essencial na conexão com o exterior, é levada à obsolescência, ficando extremamente onerosa.



O setor **ferroviário** também não é estimulado a evoluir. Os operadores ingleses se vêm gradativamente mais desinteressados em manterem o negócio. Em dado momento, argumentos nacionalistas levam à opção pela desapropriação e **encampação governamental das ferrovias** (RFFSA). Segue-se uma política de extinção dos “ramais deficitários” e sua substituição por rodovias.

Como resultado desta evolução, temos hoje um Brasil em que o modo **rodoviário** detém mais de **60%** do transporte, qualquer que seja o ângulo sob o qual se esteja efetuando a análise. Ele é predominante em todo o tipo de carga

e em qualquer distância de transporte, aumentando sobremaneira o custo logístico.

Por isso, vale se pensar:

- a) Segundo o Centro de Estudos em Logística da COPPEAD (2007), o custo com transporte e logística no Brasil equivale a 13% do PIB, contra 8% nos EUA. No Brasil, cerca de 60% da carga é transportada em caminhões, ante 26% nos EUA.
- b) Os novos investimentos em infraestrutura se tornaram imperativos devido à forte recuperação do comércio internacional nos últimos anos. Em 2006 o comércio global cresceu 9,2% e em 2005, havia aumentado 7,4%.
- c) Somente como exemplo, a Índia gasta cerca de 6% do PIB em investimento para infraestrutura. Na China, são 20%. No Brasil, pouco mais de 2%. Segundo cálculos do Banco Mundial, a América Latina deveria elevar para cerca de 6% do PIB os investimentos em infraestrutura para alcançar, em competitividade, emergentes como Coréia do Sul e China.

2.3) Características da Logística

Para Ballou (2004), as atividades-chave e de suporte da Logística Empresarial são:

⇒ Atividades-chave: acontece em toda cadeia logística

a) *Marketing*:

- Determinar as necessidades e desejos dos clientes;
- Determinar as reações dos clientes;
- Estabelecer níveis de serviço para os clientes.

b) Transporte: atividade de interligação que tem como característica da gestão a definição do modo de transporte, dos roteiros e à utilização máxima da capacidade dos veículos (economia de escala).

- Seleção do modo e do tipo de serviço;
- Consolidação de frete;
- Determinação de rotas;
- Programação de veículos;
- Auditoria de frete.

c) Manutenção de Estoque: agem como "amortecedores" entre a oferta e a demanda; enquanto o transporte adiciona valor de "lugar" ao produto, o estoque agrega valor de "tempo".

- Políticas de estocagem de matéria-prima e produtos acabados;
- Previsão de vendas em curto prazo;
- Identificação dos itens em estoque;
- Associação com a política de transporte;
- Associação com a política de produção.

d) Fluxo de informação e processamento de pedidos: é um elemento crítico em termos do tempo necessário para levar bens e serviços aos clientes, pois é aqui que se inicializa a movimentação de produtos e a entrega de serviços. Os custos de processamento de pedidos tendem a ser pequenos quando comparados aos custos de transportes ou de manutenção de estoques.

- Interface entre pedidos, compras e estoques;
- Transmissão dos dados do pedido;
- Determinação das regras sobre os pedidos.

⇒ Atividades de Suporte: podem acontecer algumas delas, dependendo da circunstância e da organização.

a) Armazenagem: é a administração do espaço necessário para manter os estoques. Envolve atividades tais como localização, dimensionamento de área, arranjo físico, recuperação do estoque, projeto de docas ou baias de atracação e configuração do armazém.

- Determinação do espaço;
- *Layout* do espaço;
- Configuração;
- Localização.

b) Manuseio de materiais: diz respeito à movimentação do produto no local de estocagem, por exemplo, a transferência de mercadorias do ponto de recebimento no depósito até o local de armazenagem e deste até o ponto de despacho.

- Seleção do equipamento;
- Procedimento para separação dos pedidos;
- Alocação e recuperação de materiais.

c) Compras: é a atividade que deixa o produto disponível para o sistema logístico. Trata da seleção das fontes de suprimento, das quantidades a serem adquiridas, da programação das compras e da forma pela qual o produto é comprado.

- Seleção dos fornecedores;
- Momento da compra de cada item;
- Quantidade a comprar de cada item.

d) Embalagem: projeto de embalagem do produto permite garantir a movimentação de materiais sem quebras. Além disso, as dimensões adequadas de empacotamento proporcionam manuseio e armazenagem eficientes.

- Manuseio;
- Estocagem;
- Proteção contra perda e danos.

e) Relação produção/operação: refere-se às quantidades agregadas que devem ser produzidas e quando e onde devem ser fabricadas. Não diz respeito à programação detalhada da produção, executada diariamente pelos programadores de produção (PCP).

- Determinação de quantidades;
- Sequência e prazo do volume da produção;
- Programação do suprimento para produção/operação.

f) Manutenção de informações: manter uma base de dados com informações importantes, como por exemplo, localização dos clientes, volumes de vendas, padrões de entregas e níveis dos estoques, apoia a administração eficiente e efetiva das atividades primárias e de apoio.

- Captura, armazenagem e manipulação de dados;
- Geração da informação;
- Procedimento para validação das políticas.

Para o gerenciamento logístico, objetivando a excelência do atendimento ao cliente, deve-se seguir um tripé formado pelas políticas de estoque e de transporte, além das estratégias de localização. Esse esquema está explicitado na figura 2.

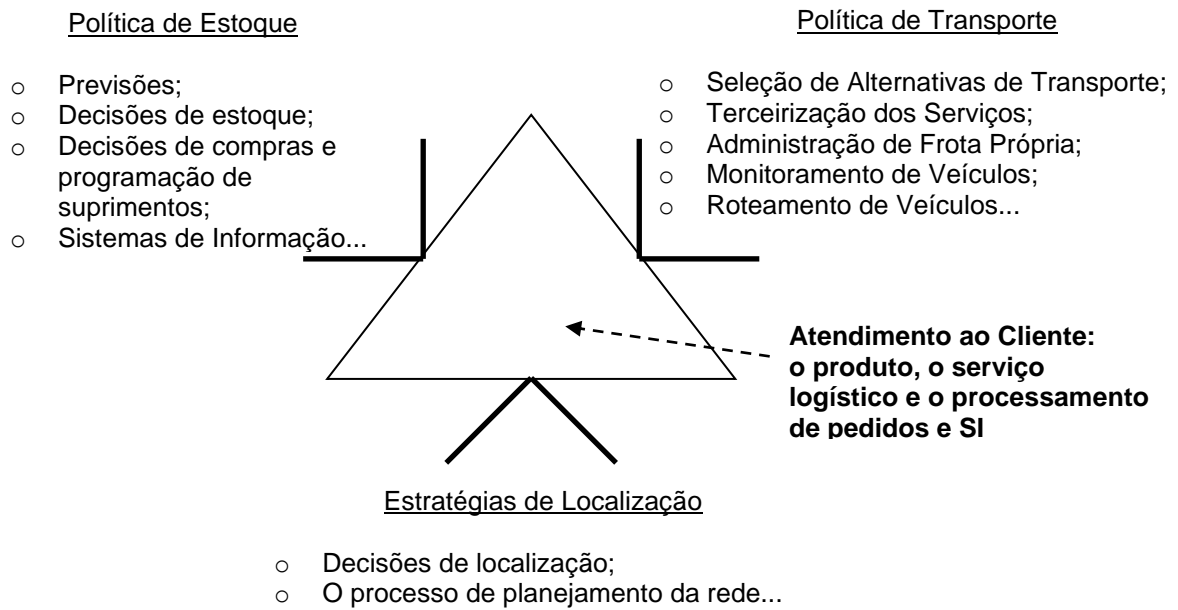


Figura 2 - Aspectos Relevantes para Atendimento ao Cliente - Fonte: Ballou (2001)

A relação entre o custo logístico e o nível de serviço também é outra abordagem empregada para análise do nível de atendimento do cliente. Esta análise, quanto aos itens importantes de custo e de nível de serviço, estão expostos na figura 3.

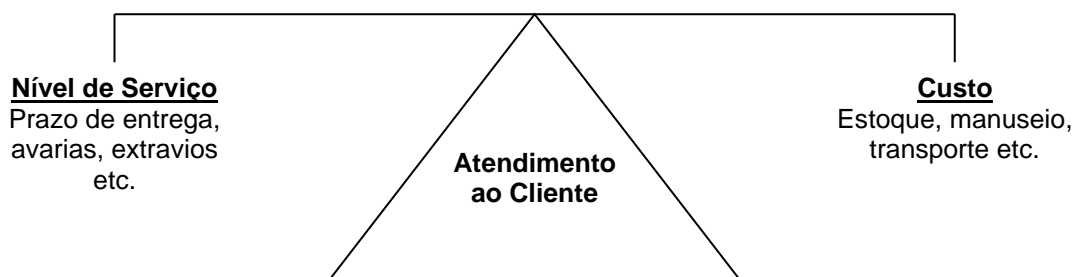


Figura 3 – Abordagem entre Nível de Serviço e Custo para Atendimento ao Cliente - Fonte: Ballou (2001)

A figura 4 a seguir mostra, por outro prisma, a relação entre custo e nível de serviço. Geralmente, um incremento no nível de serviço implica em aumento de custo do serviço prestado. Mas, o que se nota é que nem sempre estes aumentos implicam em aumento de receita pois, mesmo a partir do crescimento de ambos, existe um ponto em que a receita não cresce na mesma proporção. O ponto onde se obteve a maior distância entre receita e custo, denominado “maximização do lucro” é o momento fundamental para se

limitar o aumento do nível de serviço e, em consequência, dos custos associados.

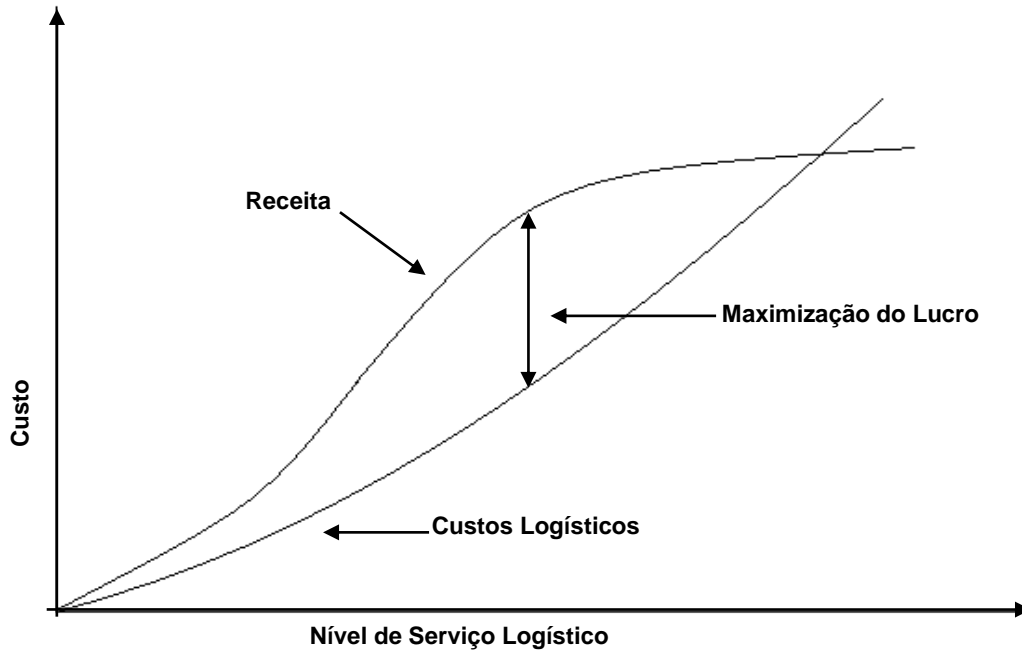


Figura 4 – Abordagem entre Nível de Serviço e Custo para Atendimento ao Cliente - Fonte: Ballou (2001)

Ainda há alguns entraves – que não são pequenos – para se estruturar o Brasil como capaz de ser competitivo em termos logísticos. A seguir estão expostos alguns deles:

- ✓ Ausência de política que sincronize as ações dos governos nas esferas federal, estadual e municipal e da iniciativa privada;
- ✓ Infraestrutura de armazéns inadequada ao aspecto sistêmico imposto pela logística;
- ✓ Não há equilíbrio na disponibilidade dos modos de transportes no território nacional;

Disponibilidade da Transporte (km)

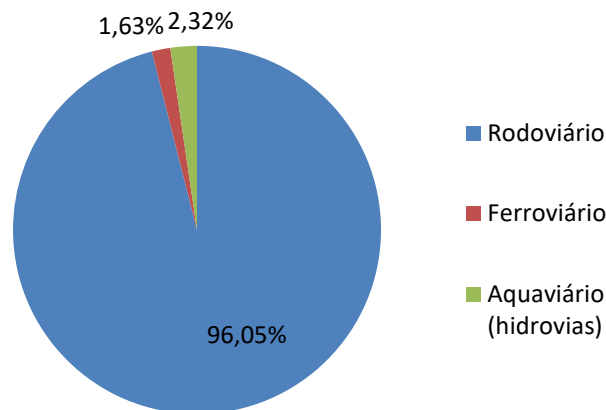


Figura 5 – Disponibilidade do Transporte de Carga (CNT, 2015a)

- ✓ A maior parte de nossa produção destinada à exportação é transportada até o porto por meio de caminhões;
- ✓ Praticamente 60% do total da carga transportada no Brasil (figura 6) é feita pelo modo rodoviário e apenas 20% pelo modo ferroviário e 13% pelo modo aquaviário, modos considerados troncais;

Matriz do Transporte de Cargas		
Modal	Milhões (TKU)	Participação (%)
Rodoviário	485.625	61,1
Ferroviário	164.809	20,7
Aquaviário	108.000	13,6
Dutoviário	33.300	4,2
Aéreo	3.169	0,4
Total	794.903	100,0

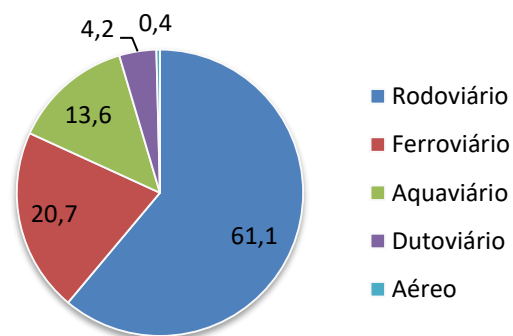


Figura 6 – Matriz de Transportes de Carga (CNT, 2015a)

- ✓ As estradas estão em péssimas condições de utilização (Fig.7);

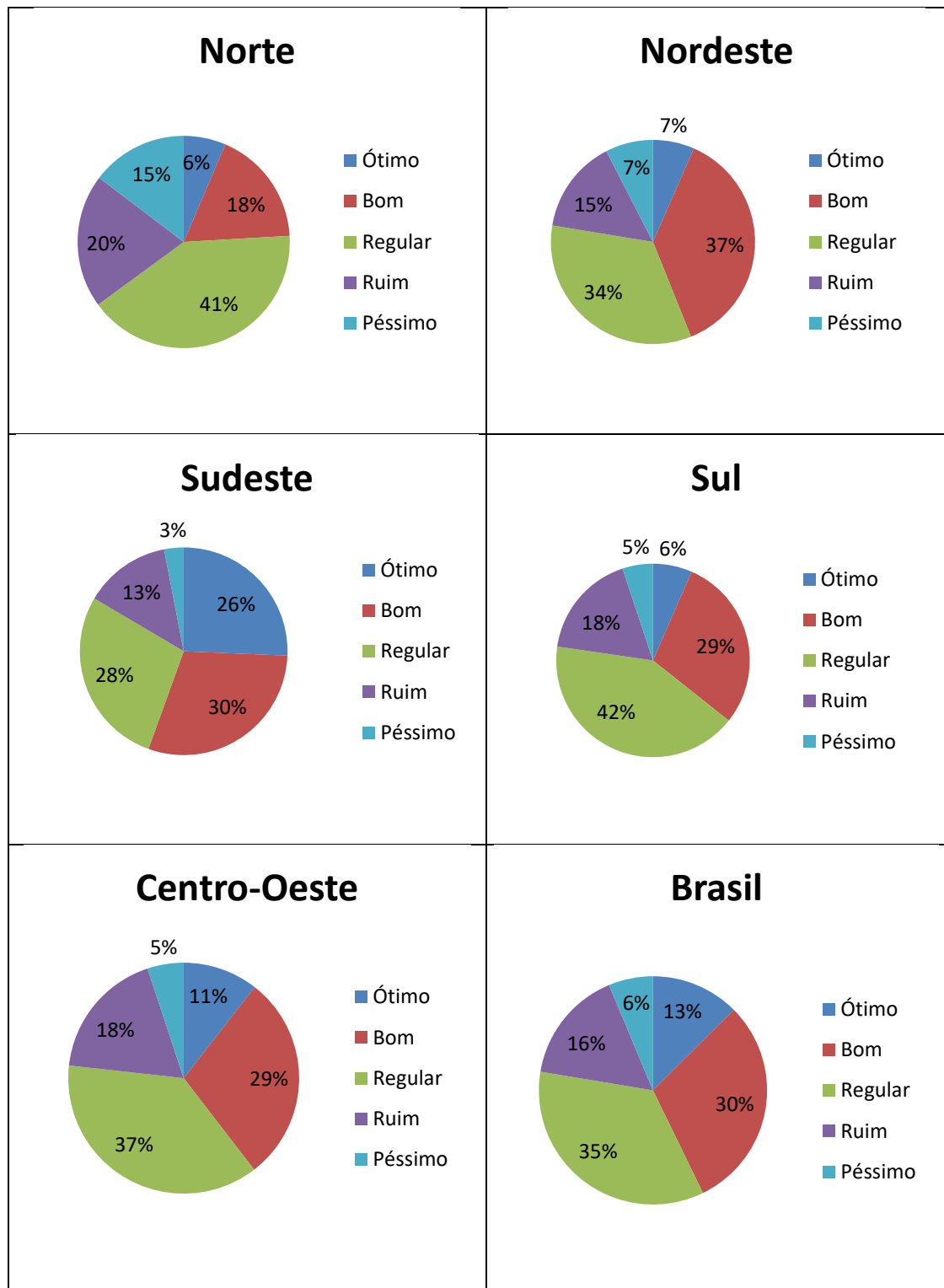


Figura 7 – Condições das Estradas (CNT, 2015b)

- ✓ Nos modos terrestres, há desequilíbrio entre os modos ferroviário e rodoviário (Fig. 8);

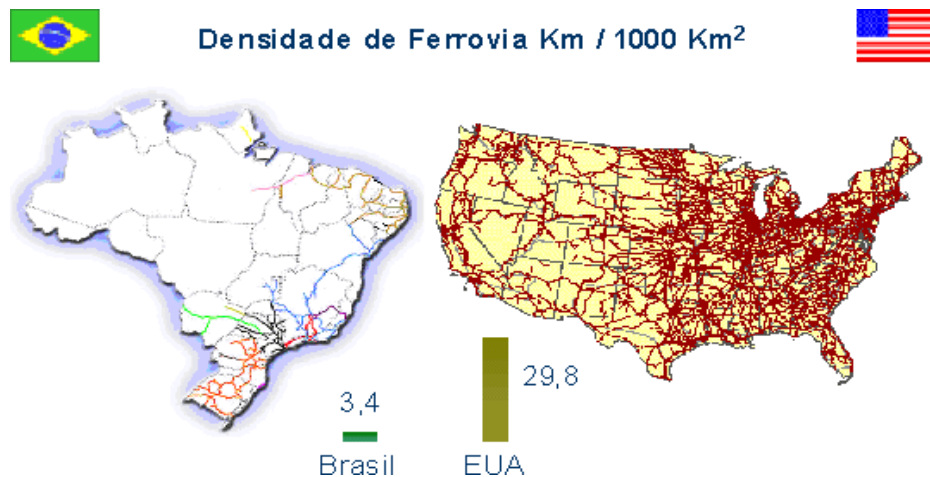
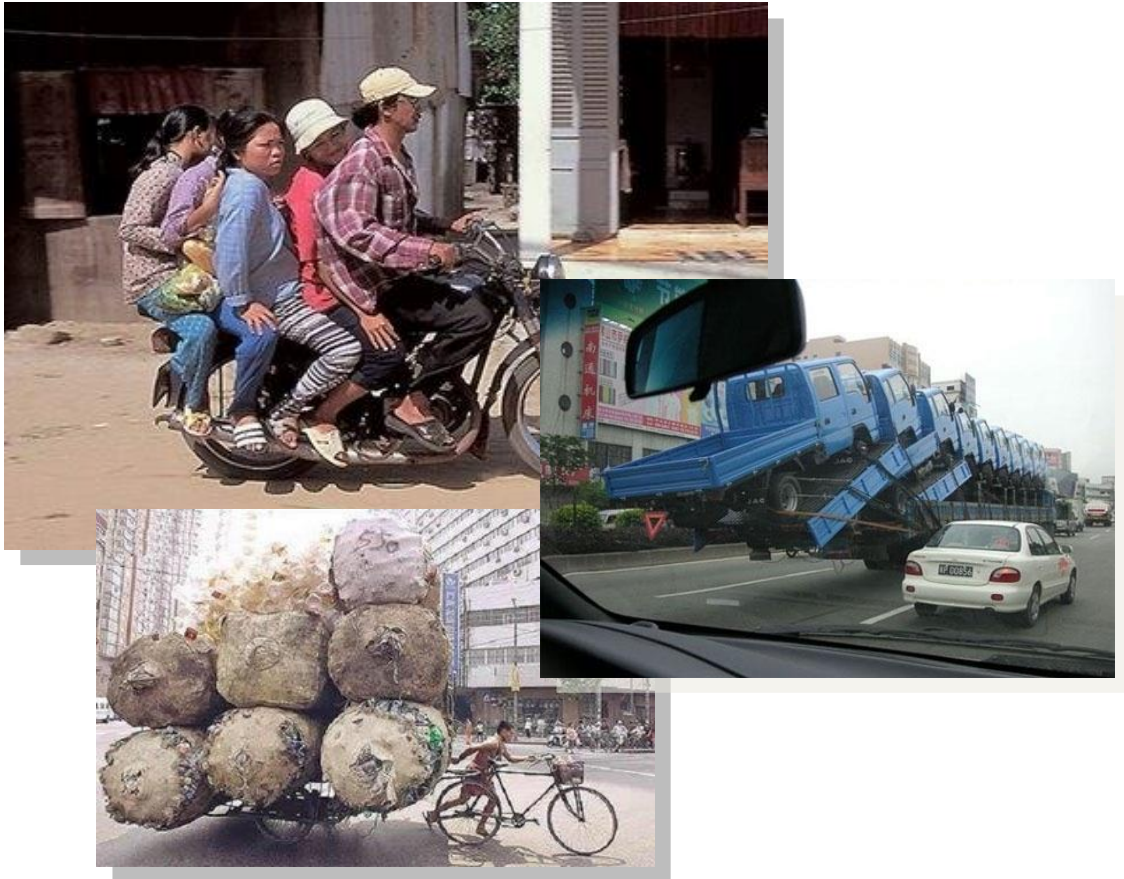


Figura 8 – Densidade de Ferrovia Brasil x EUA (COPPEAD/UFRJ, 2002)

- ✓ A idade média da frota brasileira de caminhões gira em torno de 12,3 anos¹. Frota muito antiga e inoperante, chegando a faltar caminhões na época da safra;
- ✓ Nas poucas ferrovias a velocidade é muito baixa (em torno de 25 km/hora), em razão da falta de investimentos em composições ferroviárias, trilhos e pelo tráfego em áreas urbanas;
- ✓ Baixa capacidade operacional dos portos: equipamentos inadequados, necessidade de dragagem para manutenção do calado etc.;
- ✓ Pouca utilização do transporte fluvial (41.635 km de rios navegáveis - somente 22.037 km são utilizados – CNT, 2015a) e cabotagem (7.500 Km de costa com 80% PIB), mesmo com a capacidade hidrográfica e característica da costa brasileira;
- ✓ Poucos profissionais com competência para fazer a gestão de logística nas empresas;
- ✓ Baixo investimento em tecnologia de informações para viabilizar sistemas dinâmicos de relacionamentos entre fornecedores, prestadores de serviços logísticos e clientes.

As próximas figuras permitem observar, de forma caricata, alguns problemas tentando ser resolvidos com uma logística “não-adequada”.

¹ ANTT - Agência Nacional dos Transportes Terrestres, Idade Média dos Veículos, Disponível em http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/20272/Idade_Media_dos_Veiculos.html, Captura em 23/12/2015.



Pela integração dos elos logísticos dentro da corporação permitiu-se vislumbrar que o processo produtivo ainda estava incompleto, pois se necessitava inserir nos sistemas de gestão logística os fornecedores, os canais de distribuição e o cliente final, formando uma só corrente (neológica). Surgiu, com isso, a necessidade de aperfeiçoar o gerenciamento de toda cadeia de suprimentos (*Supply Chain Management-SCM*). Nessa interação logística foram inseridas também as funções de marketing e produção.

Pode-se entender como SCM como uma forma integrada de planejar, controlar e otimizar o fluxo de bens e produtos, informações e recursos desde os fornecedores até o cliente final, administrando as relações logísticas nas cadeias de suprimento e de distribuição. O SCM tem ainda alguns princípios:

- ✓ É suportado pela logística;
- ✓ Necessita de postura organizacional;
- ✓ É focado na integração de processos;
- ✓ Baseado em dados e informações;
- ✓ Visão Sistêmica.

A diferenciação entre logística e SCM tem alguns pontos que devem ser observados:

- ✓ A Logística permite a coordenação do fluxo de produtos, informações e atividades em uma corporação.
- ✓ O SCM preocupa-se também com os movimentos de recursos financeiros no canal logístico.
- ✓ O SCM integra três dimensões: informação, coordenação e compartilhamento de recursos e o relacionamento entre organizações.

Novos negócios foram formados, ultrapassando as fronteiras da nação. As noções de Alianças Estratégicas, Subcontratação e Canais Alternativos de Distribuição, passam a ser destaque nas relações de negócio da logística.

A evolução da logística permitiu algumas quebras de paradigmas. A tabela 1 a seguir resume alguns dos mais importantes.

Tabela 1 – Quebras de Paradigmas Logísticos

Quebra de Paradigma	Conduz a ...	Habilidades Necessárias
De funções para Processos	Gerenciamento <u>holístico</u> do fluxo de materiais e mercadorias	Compreensão das oportunidades de trade-off entre as áreas funcionais
De Lucro para Lucratividade	Enfoque no gerenciamento de recursos e utilização de ativos (aumento do Giro)	Técnicas de Contabilidade e de controle financeiro
De Produtos para Clientes	Enfoque nos mercados e no serviço ao cliente	Habilidade de definir, medir e gerenciar as necessidades de serviço por segmento de mercado
De Transações para Relacionamentos	Parcerias de co-produção e co-transporte	Técnicas de gerenciamento de redes e de otimização. Ex. JIT
De Estoque para Informação	Sistemas de reabastecimento com base na demanda e de resposta rápida	Familiaridade com sistemas de informações e com a Tecnologia da Informação

3) FUNÇÕES E CONFIGURAÇÕES DA LOGÍSTICA

3.1) Logística Integrada

As atividades da Logística Empresarial (logística integrada) variam entre as organizações. Mas, de forma genérica e resumida, ela é composta por três partes distintas e bem definidas: fornecedores (fontes de abastecimento), fábricas/prestadores de serviço e clientes finais. Visualizando-se o diagrama da figura 9, observa-se que entre as duas primeiras partes (fornecedor e fábrica) está inserida a atividade “abastecimento físico” que funciona como elo interligador; e entre as duas últimas partes (fábrica e cliente final) a atividade “distribuição física” também deve unir as atividades produtivas com o cliente

final. Nas duas atividades anteriores o destaque é para a área de transporte que é considerada como atividade-meio, ou seja, de conexão entre etapas da logística integrada.

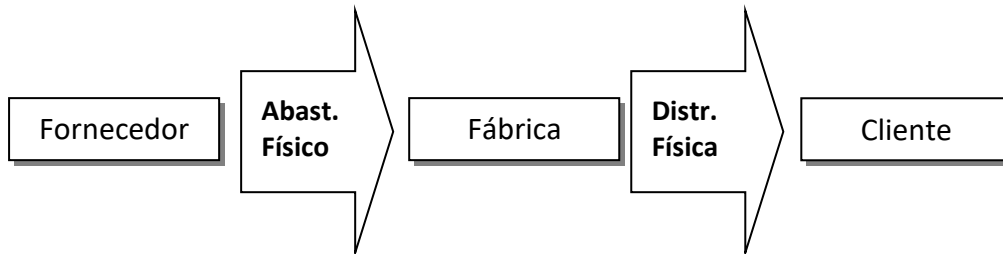


Figura 9 – Logística Integrada

A primeira etapa, Fornecedor, pode ser definida como: organismos de quem se adquirem materiais e componentes. Aqui se pode perceber a importância da atividade logística no desenvolvimento dos fornecedores, haja vista o exemplo das montadoras de veículos que vêm colocando os seus principais fornecedores dentro do seu parque fabril, formando um condomínio de empresas solidárias na cadeia logística.

Na segunda etapa, a Fábrica, é onde se produz o bem, onde se define o que, quanto e como se produzir. Nesta etapa existe uma ligação íntima com a gestão de materiais (MRP) e da manufatura (MRPII). A partir desses dados poder-se-á definir a política de estoques da empresa.

Na última etapa, a Cliente (consumidor) final, externos à empresa, é a razão de todo planejamento para o atendimento. É neste sentido que se preocupa em definir para que mercado e com que nível de serviço se deve atender aos clientes.

A atividade Abastecimento Físico é composto das seguintes peculiaridades:

- ✓ Transporte;
- ✓ Armazenagem e controle de estoques;
- ✓ Processamento de pedidos;
- ✓ Compras;
- ✓ Embalagens;
- ✓ Planejamento e controle do suprimento de materiais para produção.

A atividade Distribuição Física se considera os seguintes pontos:

- ✓ Transporte;
- ✓ Armazenagem e controle de estoques;
- ✓ Processamento de pedidos;
- ✓ Vendas;
- ✓ Embalagens;

✓ Planejamento e controle dos produtos/serviços.

Como forma de exemplificar estas etapas e a atividade Distribuição Física, a figura 10 expõe uma rede com os vários componentes logísticos.

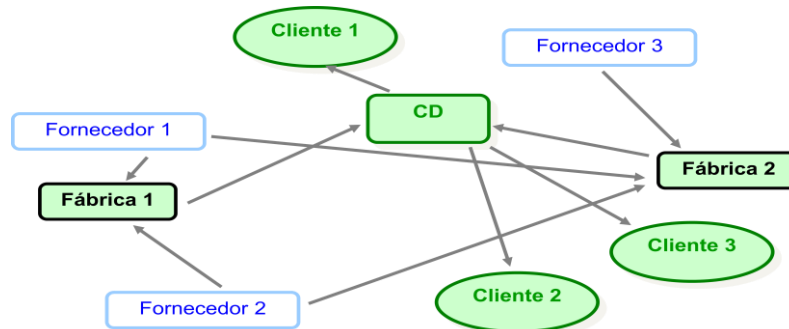


Figura 10 – Rede de Distribuição da Cadeia de Suprimentos

O CD exposto na figura anterior representa o Centro de Distribuição, que diferente de um Armazém Geral, é um polo gerador de carga e tem como finalidade principal gerenciar o fluxo de produtos e informações associadas, consolidando estoques e processando pedidos para a distribuição física. Ou seja, maximiza o nível de serviço para o consumidor. O CD serve também para a customização de produtos, incluindo embalagem, etiquetagem e precificação, entre outras importantes atividades. A figura 11 esquematiza o CD entre três origens e três destinos.

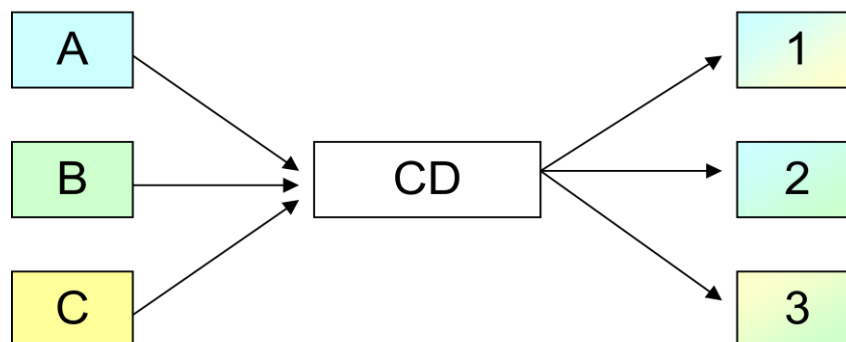


Figura 11 – Esquema Simplificado de Centro de Distribuição

O *Transit Point* (TP) se difere do CD por não apresentarem estoque e devido aos produtos que chegam já terem destino determinado. A figura 12 exemplifica o TP.

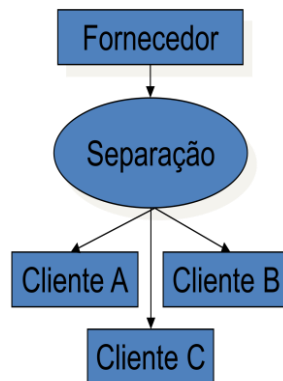


Figura 12 – Esquema Simplificado de *Transit Point*

Parecido com TP, o *Cross Docking* atende a vários clientes por vários fornecedores. Consiste em receber mercadorias consolidadas, separá-las e recarregar os veículos de maneira que cada um siga para um único destino. A figura 13 apresenta um esquema básico para melhor entendimento.

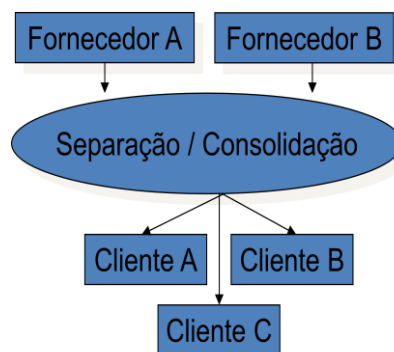


Figura 13 – Esquema Simplificado do *Cross Docking*

Como extensão do *Cross Docking*, associada à técnica *Just-in-Time*, *Merge in Transit* objetiva a montagem dos produtos ao longo da cadeia de distribuição. A figura 14 mostra um esquema simplificado.

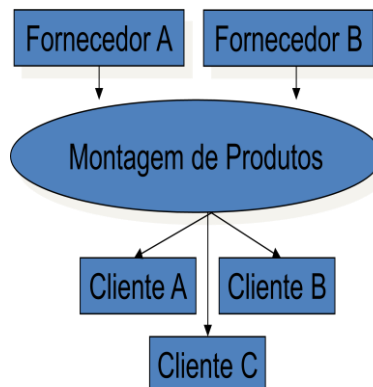


Figura 14 – Esquema Simplificado do *Merge in Transit*

A opção *Break Bulk* é utilizada para receber produtos de vários fabricantes que enviam suas cargas consolidadas, para atender a diversos clientes. O terminal de *Break Bulk* separa os pedidos individuais e providencia as entregas. A figura 15 expõe esta opção.

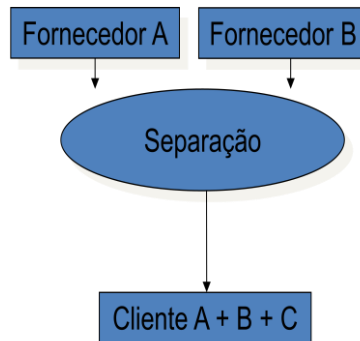


Figura 15 – Esquema Simplificado do *Break Bulk*

3.2) Cadeia de Suprimentos

A figura 16 apresenta mais detalhes da Logística Integrada como uma Cadeia de Suprimentos, onde os fluxos de recursos financeiros e de informações fluem do consumidor final para toda cadeia de suprimentos, sentido inverso da produção em si (agregação de valor ao produto).

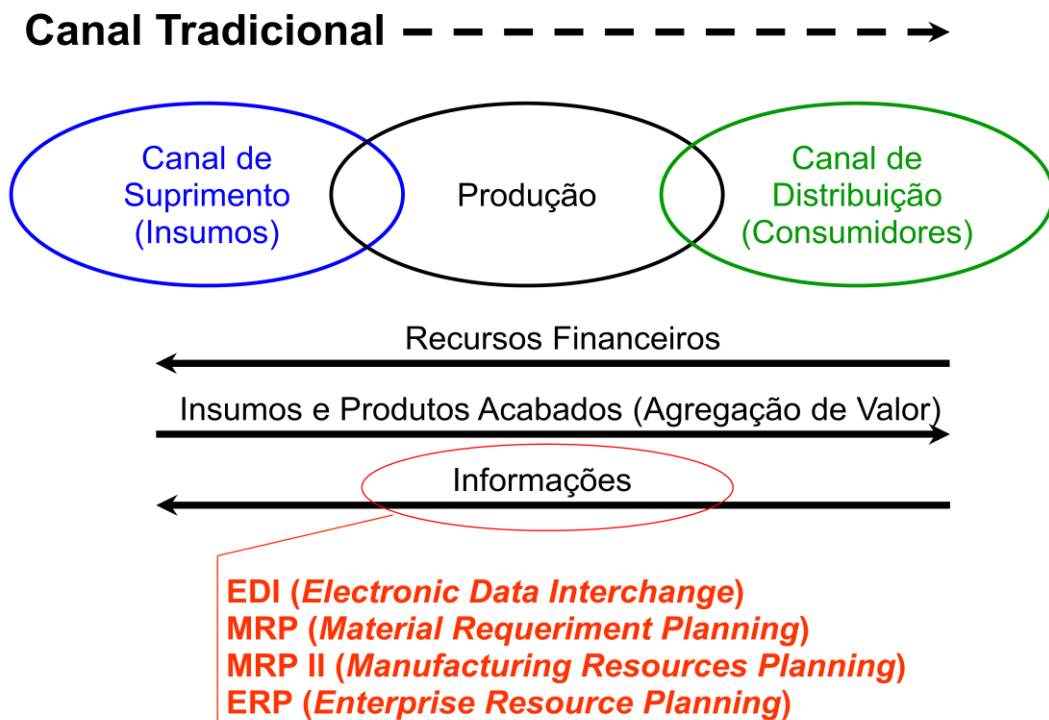


Figura 16 – Formato genérico e resumido da Cadeia de Suprimentos

A figura 17 detalha os componentes expostos na figura 16 com a inclusão das áreas de compras e de vendas que enviam e recebem, respectivamente, as informações de demanda.

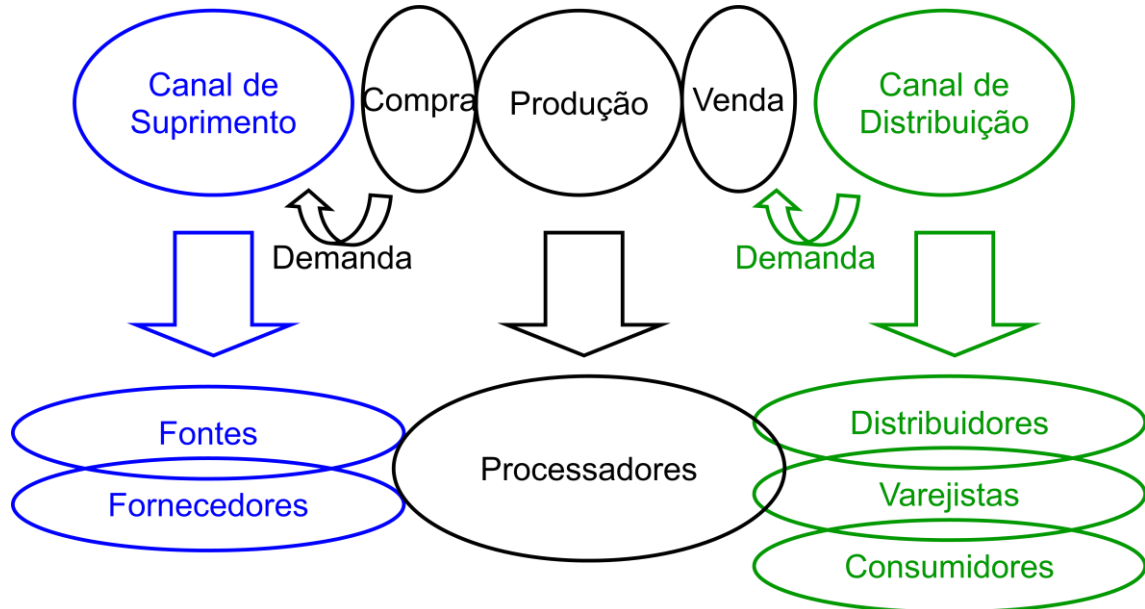


Figura 17 – Componentes da Cadeia de Suprimentos

As atividades do canal genérico exposto na figura 16 estão expostas na figura 18 adiante.

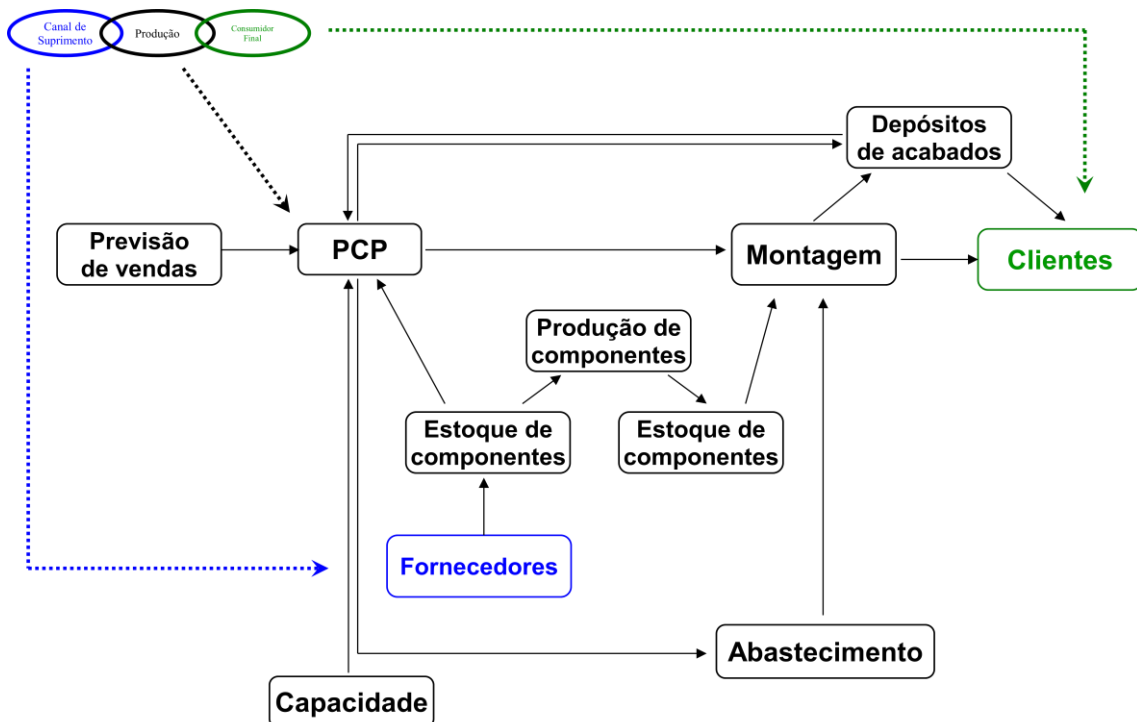


Figura 18 – Componentes Detalhados da Cadeia de Suprimentos

Pode-se visualizar a Cadeia de Suprimentos por um foco holístico, fundamental para o entendimento completo das suas nuances, pois se entende que depois do início da operação é difícil alterar o funcionamento, pois estão envolvidos vários atores e acordos comerciais que funcionam, de forma simbólica, como a “engrenagem” de um sistema.

Para tanto, sabe-se que a atividade principal que permite os elos logísticos funcionarem de forma sistêmica é a Gestão da Informação (GI). As principais tecnologias envolvidas são:

- ✓ Integração de Dados e Informações com Fornecedores, Clientes, Operadores Logísticos e Governo: EDI (*Electronic Data Interchange*);
- ✓ Gerenciamento dos fluxos de trabalho: Workflow;
- ✓ Reposição automática de produtos no ponto de venda: ECR (*Efficient Consumer Response*);
- ✓ Integração com outros processos empresariais: ERP (*Enterprise Resource Planning*);
- ✓ Associação com o PCP: MRP (*Material Requeriment Planning*) e MRP II (*Manufacturing Resources Planning*);
- ✓ Vínculo com a gestão de estoques: WMS (*Warehouse Management System*).

3.3) Canal de Distribuição

Tomando-se o Canal de Distribuição, exposto na figura 17, como ponto de análise, onde o foco está na comercialização de produtos e serviços, destaca-se a parte denominada Distribuição Física (na figura intitulada Distribuidores) onde o movimento físico é a tônica do processo logístico. Nesta parte encontram-se os depósitos (localização), os veículos (a movimentação em si), a política de estoques vinculada a de transporte (determina a característica do veículo) e os equipamentos auxiliares para movimentação da carga.

O último elo do Canal de Distribuição é o Varejista, pois é a partir dele que são repassados os produtos ao Consumidor Final. Além do varejista, ainda existem os seguintes atores:

- ✓ Atacadistas: reguladores da produção, que adquirem as mercadorias do fabricante para revendê-las a varejistas. Dependendo do seu contrato com o fabricante por ser exigido pedido de compra mínimo;
- ✓ Distribuidor: geralmente é agente do fabricante encarregado de ações de logística, armazenagem e distribuição, sem assumir a propriedade dos bens nem realizar negociações comerciais;

- ✓ Representante Comercial: agente comissionado, encarregado exclusivamente das transações comerciais em nome do fabricante;
- ✓ Vendedor: vendedor do fabricante, agindo na atuação de um atacadista realizando vendas para este, com o objetivo de impulsioná-las em sua área de atuação.

A figura 19 resume o relacionamento entre as partes em um canal de distribuição.

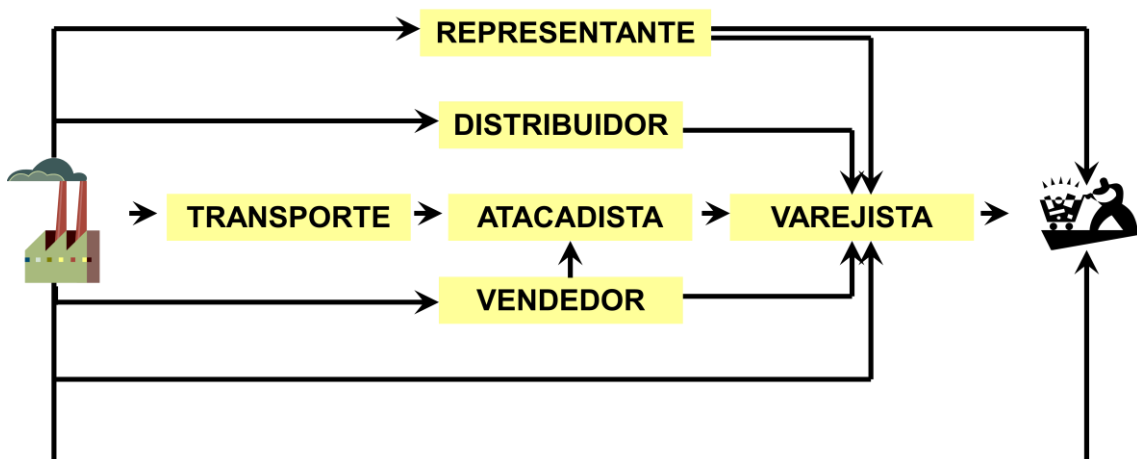


Figura 19 – Visão do Relacionamento em um Canal de Distribuição Típico

Os objetivos mais comuns de um Canal de Distribuição típico são:

- ✓ Garantir a rápida disponibilidade de produtos nos locais certos e no momento certo;
- ✓ Maximizar as vendas. p.e.: parcerias entre fabricantes e varejistas que permitam a exposição mais adequada dos produtos nas lojas;
- ✓ Intensificar a cooperação entre os participantes do canal. p.e.: definição de lote mínimo de pedido de produto, uso ou não de equipamentos de unitização (interfere no tempo de ciclo);
- ✓ Garantir o nível de serviço pré-estabelecido entre os parceiros;
- ✓ Garantir o fluxo de informações de forma rápida e precisa entre os parceiros;
- ✓ Buscar, de forma integrada entre os parceiros, a redução de custos.

Os Canais de Distribuição podem ser classificados da seguinte forma:

- a) Canais Verticais: a responsabilidade é transferida de um parceiro para outro, como em uma corrida de revezamento.

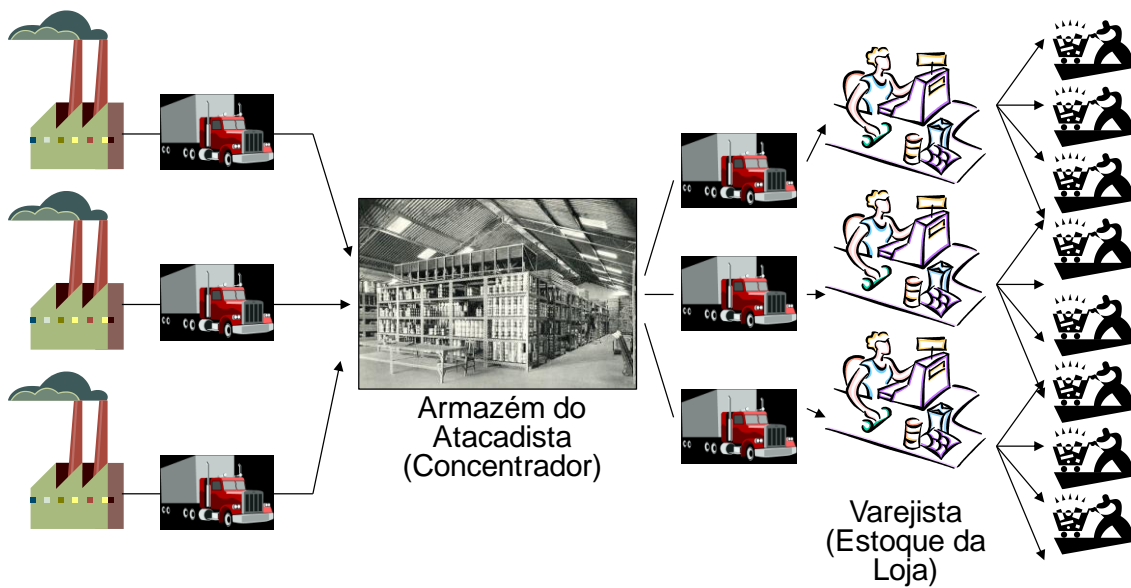


Figura 20 – Exemplo de um Canal Vertical

b) Canais Híbridos: são canais onde o fabricante mantém sob o seu controle o relacionamento com grandes clientes, por exemplo, mas deixa para os distribuidores as funções de atendimento e entrega.

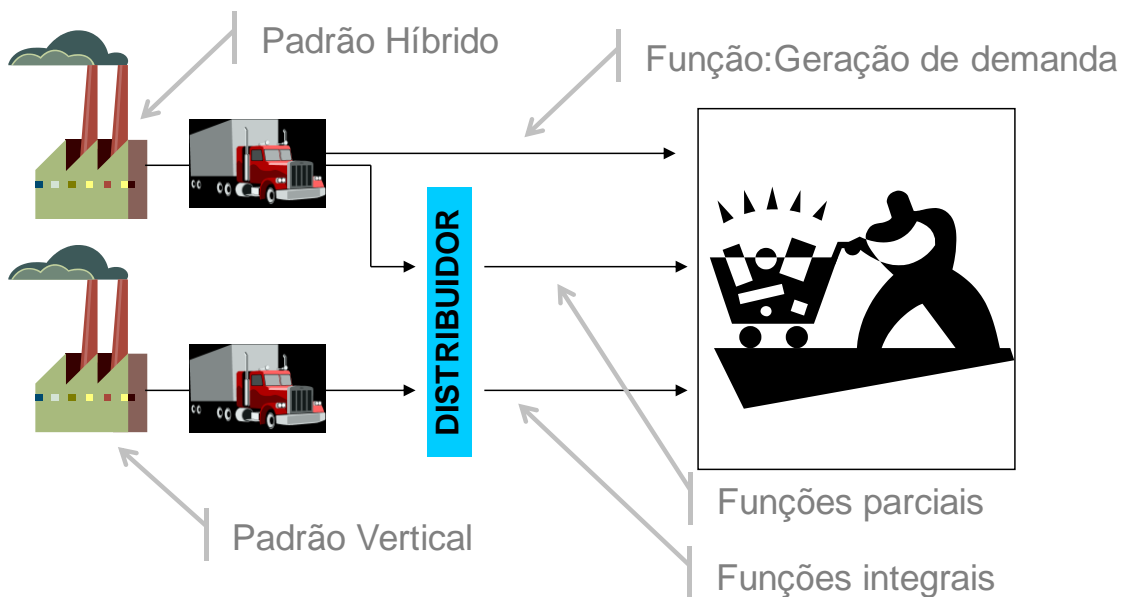


Figura 21 – Exemplo de um Canal Híbrido

c) Canais Múltiplos: são canais que oferecem mais de uma opção para o consumidor. P.e.: venda na loja, na internet e direto da fábrica.

Os Canais de Distribuição mais comuns quanto à sua extensão são:

a) Nível zero:

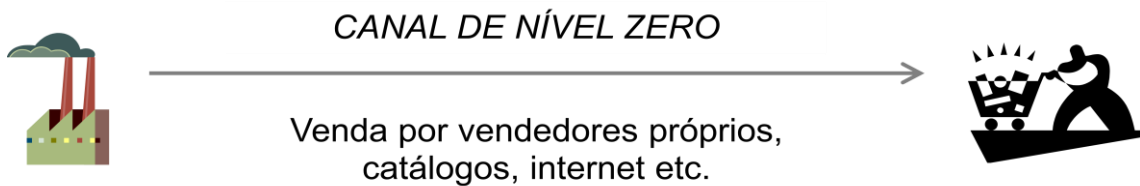


Figura 22 – Exemplo de um Canal de Nível Zero

b) Nível um:



Figura 23 – Exemplo de um Canal de Um Nível

c) Nível dois:



Figura 24 – Exemplo de um Canal de Dois Nível

No planejamento do Canal de Distribuição pretende-se responder as seguintes perguntas vinculadas aos impactos logísticos:

- ✓ Como os produtos e serviços deverão ser disponibilizados aos consumidores?
- ✓ Que tipos de serviços devem ser oferecidos aos consumidores finais para assegurar a sua satisfação?
- ✓ Que tipos de atividades deverão ser desempenhadas para atingir essa necessidade de serviço?
- ✓ Quem será o responsável por eles?
- ✓ Que tipos de empresas estão nas melhores posições para desempenhar essas atividades?

- ✓ Quais as ações que devemos ter em conjunto com as empresas da rede?
Quanto ao planejamento estratégico, deve-se tratar das seguintes respostas:
- ✓ Quantos depósitos devem ser utilizados?
- ✓ Quais as localizações deles?
- ✓ Qual é a área física que deve estar disponível nos depósitos?
- ✓ Qual o mercado que deve ser suprido por este depósito?
- ✓ Quais depósitos devem ser abastecidos por quais fábricas, e quais itens?

3.4) Distribuição Física

Partindo-se do entendimento dos canais de distribuição, cabe avaliar o processo logístico de distribuição na prática. Por isso, deve-se, primordialmente, entender que o objetivo primário da distribuição física é disponibilizar produtos certos, nos locais certos, pelo menor custo possível. Para isso, ela trata, primordialmente, da movimentação, estocagem e processamento de pedidos dos produtos finais, acabados ou semi-acabados.

Na distribuição física cobrem-se todos os segmentos que vão desde a saída do produto da fábrica até a entrega ao cliente final. Os componentes da distribuição física são:

- ✓ Instalações Físicas (CD e armazéns): espaço destinado ao abrigo das mercadorias até que sejam transferidas ou entregues aos clientes finais. São providas de facilidades para descarga de produtos, transporte interno e carregamento dos veículos de distribuição.
- ✓ Estoque: usa, de forma intensiva, tecnologias de gestão para minimizar o seu quantitativo.
- ✓ Veículos: dependendo da parte avaliada do Canal de Distribuição, podem ser utilizados veículos menores (frequência maior das entregas com menor quantidade por viagem – p.e.: do atacadista ou varejista) ou maiores (frequência menor das entregas com maior quantidade por viagem – p.e.: da fábrica para outros).
- ✓ Dados, Informações, Software e Hardware (GI e TI): dão suporte à toda cadeia integrada.
- ✓ GIS – *Geographic Information System*, EDI (*Electronic Data Interchange*), Roteirizadores, Cadastros com Registros Operacionais (mini mundo), ERP, MRP, MRPII.

- ✓ Custos: dispor de uma estrutura de custos é fundamental para ser competitivo. São muitas as variáveis que podem implicar no aumento dos custos. O uso da técnica ABC (*Activity Based Costing*) pode facilitar a sua apropriação.
 - Para cargas unitárias: geralmente os custos são definidos pela distância percorrida.
 - Para cargas fracionadas: entregas para clientes diferentes em locais diferentes implicam em variantes maiores para os custos. Avaliam-se a distância percorrida, os tempos de transporte e de descarga.
- ✓ Pessoal (*peopleware*): capacitação, instrução e seguranças ambiental e empresarial.

Para promover a movimentação dos produtos da fábrica para o cliente final, faz-se necessária a avaliação de uma série de quesitos, tais como:

- ✓ Qual(is) o(s) serviço(s) de transportes deve(m) ser utilizado(s) para movimentar os produtos a partir da fábrica? E a partir de um armazém?
- ✓ Quais os procedimentos de controle que devem ser empregados para os itens transportados e armazenados?
- ✓ Onde devem se localizar os depósitos, quais as suas dimensões e quantos são necessários para o armazenamento de produtos acabados?
- ✓ Quais os arranjos para o controle do ciclo do pedido dos clientes?
- ✓ Qual nível de serviço deve ser providenciado para cada atividade da distribuição física (definição de indicadores de desempenho)?

Para melhor entendimento do ciclo do pedido do cliente, a figura 25 expõe, de forma simplificada, um ciclo genérico.

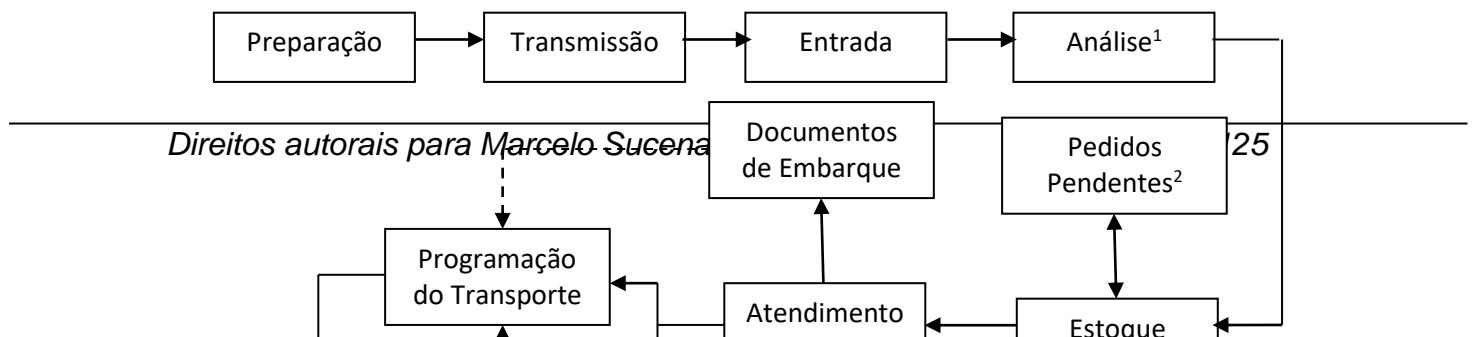


Figura 25 – Ciclo do Pedido Genérico – Fonte: Fleury (2003)

Observações da figura 25:

- 1 – Análise de crédito, estoque, separação etc..
- 2 – Análise dos pedidos pendentes e soluções.
- 3 - Análise na necessidade.

Quanto ao nível de planejamento, a distribuição física pode ser analisada da seguinte forma:

- ✓ Nível Estratégico: deve-se avaliar a configuração da distribuição pela localização dos armazéns, definição dos modos de transporte e pela plataforma de gestão para controle do processamento dos pedidos;
- ✓ Nível Tático: focado no nível de gestão intermediária onde a otimização dos recursos disponíveis é o ponto principal. Avalia-se nesse nível os sistemas de informação, incluindo os recursos de tecnologia da informação, o espaço dos armazéns e com a economia de escala no transporte;
- ✓ Nível Operacional: preocupa-se com a gestão de nível de operação diária que deve garantir a movimentação dos produtos até o cliente final. A análise é calcada na forma de carga/descarga (necessidade de equipamentos auxiliares e pessoal), forma de embalagem e unitização e meio para gerir os itens inventariados.

Os Sistemas de Distribuição Física podem ser classificados de duas formas:

- ✓ Sistema 1 para 1: é denominado “Transferência de Produto”. O veículo sai completo da fábrica ou do CD para destino único (cubagem ou massa completa). Os fatores que influenciam este sistema são:
 - Distância: condiciona a escolha do tipo de veículo, o dimensionamento da frota, o custo e o frete;
 - Velocidade média operacional: velocidade média da origem até o seu retorno, descontados os tempos de carga, descarga e espera;
 - Tempo de carga e descarga: tempo total somando-se a pesagem, conferência, emissão de documentos e nas operações em si;
 - Tempo porta a porta: avalia-se o tempo total de ciclo e a variabilidade;
 - Quantidade ou volume transportado: considerar a sazonalidade;
 - Carga de retorno: influencia na formação do frete;
 - Densidade: afeta a escolha do tipo de veículo e, por consequência, o custo do transporte. Geralmente cargas de baixo valor agregado lotam o veículo pelo volume e não pela massa;
 - Dimensão das embalagens: afetam ao transporte a carga e a descarga. Cargas com dimensões variadas tal como tubos e sofás, são de difícil acondicionamento;
 - Valor Unitário: pode implicar no uso de veículos especiais, com quesitos de segurança e monitoramento adequados e, geralmente, caros;
 - Forma de Acondicionamento e Grau de fragilidade: afetam ao transporte a carga e a descarga;
 - Grau de periculosidade: tem implicação na distribuição dos produtos, principalmente no que consta às questões ambientais;
 - Compatibilidade entre produtos: reação entre produtos diferentes;
 - Custo global: a tendência é que o custo por unidade de produto seja menor que no sistema 1 para ∞ .

- ✓ Sistema 1 para ∞ : o veículo sai do varejista para várias entregas. Os fatores que influenciam este sistema são:
 - Divisão da região a ser atendida em “zonas de entrega” sendo que cada uma é atendida por um veículo;
 - Distância entre o CD e a zona de entrega;

- Velocidade operacional média: considera-se a distinção entre a velocidade do CD até a zona e dentro da zona;
- Tempo de parada em cada destino;
- Tempo de ciclo (CD a CD);
- Periodicidade das visitas aos clientes;
- Quantidade de carga a transportar;
- Densidade da carga a transportar;
- Dimensão da carga;
- Valor unitário;
- Acondicionamento: carga solta, paletizada, granel etc.;
- Grau de fragilidade;
- Grau de periculosidade;
- Compatibilidade entre produtos diversos;
- Custo Global

UNIDADE II – GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

1) DECISÕES E NÍVEIS DE PLANEJAMENTO

O planejamento logístico tenta responder aos questionamentos de: O QUE? QUANDO? COMO? nos níveis estratégico, tático e operacional. A maior diferença entre eles é o horizonte de tempo para o planejamento.

- ✓ Planejamento Estratégico: longo alcance, horizonte > 1 ano
- ✓ Planejamento Tático: horizonte intermediário, < 1 ano
- ✓ Planejamento Operacional: decisão de curto prazo

No planejamento estratégico os dados podem ser estimados pela média, e os planos são, normalmente, considerados bons se estiverem razoavelmente próximos do ótimo.

O planejamento tático e operacional exige um profundo conhecimento do problema em questão, pois deve operar com dados acurados e seus métodos devem ser capazes de manipular um grande volume de dados e obter planos razoáveis. A tabela 2 apresenta algumas decisões que devem ser tomadas em cada nível de decisão.

Tabela 2 – Tipos x Nível de Decisão

Tipo de decisões	Nível de decisões		
	Estratégica	Tática	Operacional
Localização	Nº de locais, tamanho e localização	Posicionamento dos estoques	Roteirização e despacho
Transportes	Seleção de modais	Sazonalidade do <i>mix</i> de serviço	Quantidades e tempo de reabastecimento
Processamento de pedidos	Seleção de clientes e projeto do sistema de colocação de pedidos	Regras de prioridades para pedidos de clientes	Aceleração de resposta aos pedidos
Serviços ao cliente	Estabelecimento de padrões		
Armazenagem	Lay out, seleção de local	Escolha sazonal do espaço	Preenchimento de pedidos
Compras	Políticas	Contratação, seleção de fornecedor	Liberação de pedidos

Existem alguns tipos de decisão que são fundamentais para o resultado do planejamento. São eles:

a) **Estratégia de Localização das Instalações:** a localização geográfica dos pontos de estocagem e suas fontes de fornecimento criam um esboço para o plano logístico. A fixação dos locais, do tamanho das instalações e a determinação da demanda do mercado para essas, determinam os meios através dos quais os produtos chegam ao mercado.

Para problemas de localização das instalações, devem-se incluir todos os movimentos de produtos com os custos relacionados, passando pelo fornecedor e pontos de estocagem intermediários, até chegar ao destino (cliente).

A essência é encontrar a distribuição de mais baixo custo ou de máximo lucro.

b) **Decisões de Transporte:** podem envolver seleção de modos de transporte, tamanho de carregamento, roteirização e programação. Essas decisões são influenciadas pela distribuição das rotas do armazém até os clientes. Os níveis de estoque também reagem a decisões de transporte por intermédio do tamanho do carregamento.

c) **Abordagem por Redes:** uma rede é composta de ligações (arcos) e pontos (nós). Os primeiros representam o caminho por onde ocorre o movimento das mercadorias entre os vários locais de estocagem (nós) até os clientes finais (nós).

Pode haver ligação entre quaisquer pares de nós para representar formas alternativas de serviços de transporte, rotas diferentes e produtos diferentes.

d) **Demanda:** os níveis da demanda e a sua disposição geográfica, influenciam fortemente a configuração da rede logística. Uma elevação substancial dos padrões da demanda pode exigir que sejam localizados novos armazéns ou novas plantas em áreas de rápido crescimento, enquanto que instalações em mercado com crescimento lento ou em declínio precisam ser fechadas.

Crescimentos de apenas alguns pontos percentuais por ano são, frequentemente, suficientes para justificar o replanejamento da rede.

e) **Nível de Serviço ao Cliente:** de maneira geral, inclui disponibilidade de estoques, rapidez na entrega, rapidez e acurácia no preenchimento dos pedidos dos clientes. Geralmente, os custos associados aumentam quando aumenta o nível de serviço.

A reformulação da estratégia logística é necessária quando os níveis de serviço são alterados em função de forças competitivas, de revisões de políticas ou metas de serviço arbitrárias diferentes daquelas sob as quais a estratégia atual foi baseada.

Mudanças menores nos níveis de serviço, quando já estão baixos, provavelmente não acarretarão o replanejamento.

f) Características do Produto: os custos logísticos são sensíveis a características do produto, tais como: peso, volume, valor e risco de danos.

No canal logístico, essas características podem ser alteradas por intermédio do desenho da embalagem ou do estado acabado do produto durante o embarque e a estocagem.

Quando as características do produto são alteradas o replanejamento do sistema logístico pode ser benéfico.

g) Custos Logísticos: os custos de uma empresa para o suprimento e a distribuição física normalmente determinam com que frequência seu sistema logístico deveria ser replanejado.

Quando os custos logísticos são altos, a estratégia logística é uma preocupação-chave. Mesmo uma pequena melhoria, trazida por frequentes replanejamentos, pode resultar em reduções de custos substanciais.

2) ANÁLISE DAS PROJEÇÕES DE DEMANDA

As atividades logísticas exigem estimativas acuradas dos volumes de produtos e serviços a serem manipulados na cadeia de suprimento. Estas estimativas são feitas, tipicamente, na forma de previsões. No planejamento, os profissionais necessitam destas estimativas para gerar informações.

A necessidade de projeções de demanda ao longo do processo de planejamento se dá, de forma, a ajudar na resolução de problemas como o controle de estoque, compra econômica e o controle de custo, a previsão de tempo de respostas, os preços e os custos.

Prever níveis de demanda é vital à empresa, principalmente para atividades logísticas. Eles também fornecem dados básicos para o planejamento e controle de outras áreas funcionais, incluindo *marketing*, produção e finanças. Esses níveis também afetam as capacidades gerais, as necessidades financeiras e a estrutura geral dos negócios.

A previsão da demanda diz respeito à natureza temporal e espacial da demanda, à extensão de sua variabilidade e ao seu grau de aleatoriedade.

A relação entre a avaliação da demanda pelo aspecto espacial e temporal denota:

- ✓ Preocupação com variação da demanda ao longo do tempo;
- ✓ É resultado de crescimento ou declínio em taxas de vendas, sazonalidade na demanda-padrão e flutuações gerais causadas por diversos fatores;
- ✓ A maioria dos métodos de previsão de curto prazo lida com variação temporal;
- ✓ O profissional de logística deve conhecer onde e quando o volume de demanda ocorrerá;
- ✓ A localização espacial da demanda é necessária para planejar localizações do armazém, equilíbrio nos níveis de estoque através da rede logística e alocação geográfica nos recursos de transporte;
- ✓ Técnicas selecionadas devem refletir as diferenças geográficas que afetam os padrões de demanda.

Existem ainda outras relações importantes de demanda. São elas:

DEMANDA REGULAR X IRREGULAR

- Grupos de produtos administrados de maneira diferente ou com nível de serviço diferente formam vários padrões de demanda ao longo do tempo;
- Demanda regular pode ser decomposta em componentes nível, tendência e sazonalidade;
- Demanda intermitente, devido ao elevado grau de incerteza a respeito de quando e quanto o nível mudará, pode ser denominada "nebulosa" ou "irregular".

DEMANDA DERIVADA X INDEPENDENTE

- Independente: quando a demanda é gerada por muitos clientes, a maioria dos quais comprando individualmente apenas uma fração do volume total distribuído pela empresa. A maioria dos modelos de previsão em curto prazo é baseada em condições de independência e aleatoriedade na demanda.
- Dependente: quando a demanda é derivada das exigências especificadas em uma programação de produção. Padrões de demanda derivada são altamente inclinados e não-aleatórios.

A previsão da demanda pode subsidiar algumas tomadas de decisões que implica em responder as seguintes perguntas:

- ✓ Quanto se deve fabricar nos próximos dias?
- ✓ Quais os produtos e/ou serviços que nós devemos oferecer daqui a alguns anos?
- ✓ A minha tecnologia está adequada para a produção futura?
- ✓ Quais são os investimentos para os próximos anos?
- ✓ Devo ampliar e/ou construir novas instalações?
- ✓ Devo contratar pessoal ou investir em treinamento?
- ✓ Qual será a necessidade de matéria-prima futura?

São fatores importantes que interferem na qualidade da previsão de demanda:

- ✓ Disponibilidade de dados, tempo e recursos;
- ✓ Determinação do horizonte de previsão;
- ✓ Capacidade para interpretar os dados.

São fatores que podem influenciar a escolha do modelo adequado para previsão de demanda:

- ✓ A existência de histórico da demanda passada;
- ✓ Planejamento das campanhas publicitárias;
- ✓ Localização física das instalações;
- ✓ Conjuntura econômica;
- ✓ Planejamento de descontos e preços;
- ✓ Ações dos concorrentes.

UNIDADE III – SISTEMAS DE TRANSPORTES

3.1 - MODALIDADES E TECNOLOGIAS

Os estudos sobre transportes focam em cinco modalidades, a saber: rodoviário, ferroviário, aeroviário, aquaviário e dutoviário.

Para fiscalização e regulação dos transportes existem as seguintes agências reguladoras:

✓ ANTT (Agência Nacional de Transportes Terrestres)

Criação / Dispositivo Legal: Lei 10.233 de 05 de junho 2001.

Implantação: Janeiro 2002; Funcionamento efetivo: Fevereiro 2002

Área de Atuação

- Malha Rodoviária Federal Concedida;
- Malha Ferroviária Concedida;
- Transporte Rodoviário Nacional e Internacional de Cargas;
- Transporte Rodoviário Interestadual e Internacional de Passageiros;
- Transporte Ferroviário de Cargas;
- Transporte Ferroviário de Passageiros;
- Transporte Multimodo;
- Transporte Dutoviário (cadastramento de empresas);
- Transporte de Produtos Perigosos;

✓ ANTAQ (Agência Nacional de Transportes Aquaviários)

Criação / Dispositivo Legal: Lei nº 10.233 de 5 de junho de 2001.

Finalidades:

I - implementar, em sua esfera de atuação, as políticas formuladas pelo Ministério dos Transportes e pelo Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte - CONIT, segundo os princípios e diretrizes estabelecidos na Lei nº 10.233/ 2001 e

II - regular, supervisionar e fiscalizar as atividades de prestação de serviços de transporte aquaviário e de exploração da infraestrutura portuária e aquaviária, exercida por terceiros, com vistas a:

a) Garantir a movimentação de pessoas e bens, em cumprimento a padrões de eficiência, segurança, conforto, regularidade, pontualidade e

modicidade nos fretes e tarifas;
b) Harmonizar os interesses dos usuários com os das empresas concessionárias, permissionárias, autorizadas e arrendatários, e de entidades delegadas, preservando o interesse público; e
c) Arbitrar conflitos de interesse e impedir situações que configurem competição imperfeita ou infração contra a ordem econômica.

✓ ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil)

Em 27 de setembro de 2005 (Lei 11.182) foi criada a ANAC, que é **vinculada ao Ministério da Defesa**, e tem por finalidade regular e fiscalizar as atividades de aviação civil e a infraestrutura aeronáutica e aeroportuária. O novo órgão substituiu o Departamento de Aviação Civil (DAC).

O DAC foi criado em 22 de abril de 1931, por meio do Decreto 19.902, pelo Presidente Getúlio Vargas.

Cada modo de transporte tem as suas peculiaridades técnicas, que interferem no uso da infraestrutura pelos veículos (exceto dutoviário). Os próximos tópicos distinguirão as características operacionais de cada um, dando-se ênfase na formação da infraestrutura necessária para o seu funcionamento.

a) RODOVIÁRIO

As características operacionais principais são:

- Carga com pequeno volume.
- Mais utilizado para curta/média distância.
- Flexibilidade operacional.
- Entregas porta-a-porta.
- Falta de alternativas em situações de contingência.
- Utilização intensiva de combustíveis de fontes esgotáveis e de alto custo financeiro e ambiental.
- Grandes impactos ambientais durante a operação (poluição atmosférica, ruído, alto número de acidentes, congestionamentos etc.).
- Custos fixos pequenos (terminais simples, rodovias com manutenção pública ou privadas).
- Embora as taxas, impostos e os custos dos pedágios sejam altos, estão relacionadas aos quilômetros percorridos.
- Custo variável alto (combustível, reparos, pneus etc.).

No Brasil, de acordo com o Plano Nacional de Viação (PNV), a nomenclatura das rodovias brasileiras segue um padrão, sendo as rodovias federais identificadas pela sigla “BR” e as estaduais pela sigla de cada estado.

As rodovias radiais, identificadas com o dígito inicial zero (0), são aquelas que partem de Brasília e seguem em direção aos extremos do país (Ex: BR-010, BR-020).

As longitudinais identificadas pelo dígito inicial um (1), cortam o País na direção Norte-Sul (Ex: BR-101, BR-153).

As transversais cortam o País na direção Leste-Oeste e são identificadas pelo dígito inicial dois (2) (Ex: BR-262, BR-290).

As rodovias diagonais podem apresentar dois modos de orientação: Noroeste-Sudeste ou Nordeste-Sudoeste e são identificadas pelo dígito inicial três (3) (Ex: BR-367, BR-354).

As rodovias de ligação podem seguir qualquer direção, geralmente ligando rodovias federais ou pelo menos uma rodovia federal a cidades importantes ou às fronteiras internacionais, são identificadas pelo dígito inicial quatro (4) (Ex: BR-493, BR-486).

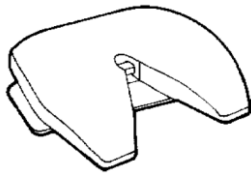
Os veículos rodoviários são classificados, segundo DNIT (2007), de acordo com sua distribuição de eixos. A rodagem é definida pela quantidade de pneumáticos por eixo. Assim sendo, rodagem simples indica que cada eixo possui apenas 1 (um) pneumático em cada extremidade e rodagem dupla, cada eixo possui 2 (dois) pneumáticos em cada extremidade.

As Combinações de Veículos de Carga (CVC) têm mais de duas unidades, incluída a unidade de tração, com peso bruto total acima de 57t ou com comprimento total acima de 19,80 m.

Antes, algumas definições segundo a ABNT NBR 9762 de 2005:

Caminhão-trator: Veículo automotor equipado com quinta-rodas destinado a tracionar um implemento rodoviário. Também chamado de cavalo mecânico.

Engate de semi-reboque: Mecanismo de acoplamento do tipo quinta-rodas. Ela é fixada em cima da plataforma traseira do cavalo mecânico e acoplada ao pino-rei que está vinculado à carreta.



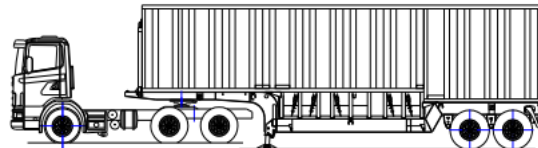
Quinta-rodinha



Pino-rei



Cavalo mecânico



As dimensões autorizadas para veículos, com ou sem carga, são as seguintes:

- I - Largura máxima: 2,60m;
- II - Altura máxima: 4,40m;
- III - Comprimento total:
 - a) Veículo simples: 14,00m;
 - b) Veículo Articulado: 18,15m;
 - c) Veículo com reboque: 19,80m.

Os veículos, cujas dimensões excedam os limites previstos na legislação, podem receber Autorizações Específicas Anuais, seguindo-se os seguintes parâmetros da via a trafegar:

- a) Volume de tráfego;
- b) Traçado da via;
- c) Projeto do conjunto veicular indicando dimensão de largura, comprimento e altura, número de eixos, distância entre eles e pesos.

Os limites máximos de peso bruto total e peso bruto transmitido por eixo de veículo, nas superfícies das vias públicas, são os seguintes:

- I) Peso bruto total por unidade ou combinações de veículo: 45ton.;
- II) Peso bruto transmitido por eixo:
 - a) eixo isolado com 2 pneus: 6 ton.
 - b) eixo isolado com 4 pneus: 10 ton.
 - c) conjunto de 2 eixos em tandem: 17 ton .
 - d) conjunto de 2 eixos em tandem, sendo um com apenas 2 pneus: 13,5 ton.

- e) conjuntos de dois eixos não em tandem: 15 ton.
- f) conjuntos de três eixos em tandem: 25,5 ton. (fig.32)

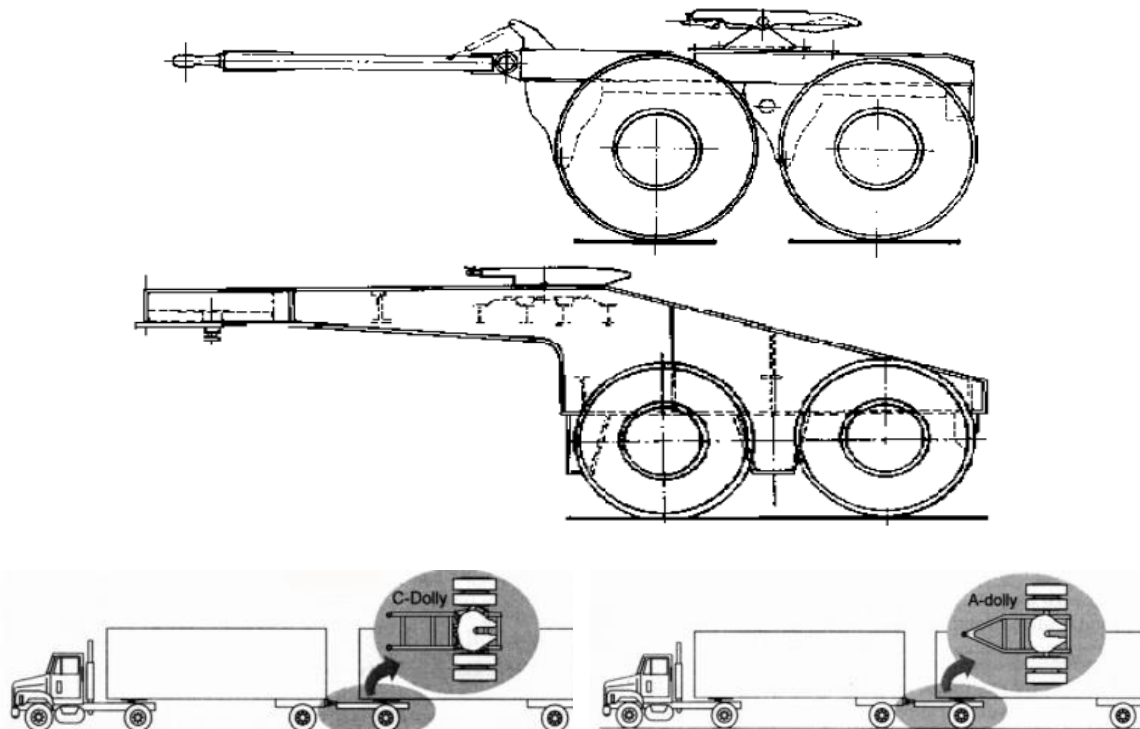
Obs.: Eixo tandem - dois ou mais eixos que constituam um conjunto integral de suspensão, podendo qualquer deles ser ou não motriz.



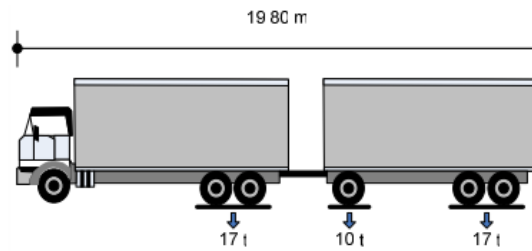
Figura 32 – Exemplo de três eixos em Tandem – Fonte: <http://www.newtruckrio.com.br/rodolinea/Basculante.gif>

Definições segundo a ABNT NBR 9762 de 2005:

Dolly: Veículo rebocado semicompleto intermediário entre dois implementos rodoviários, funcionando como distribuidor de peso.

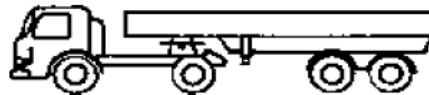


Reboque: Veículo destinado a ser engatado atrás de um veículo automotor com eixo dianteiro e traseiro (ex. até 50 ton).

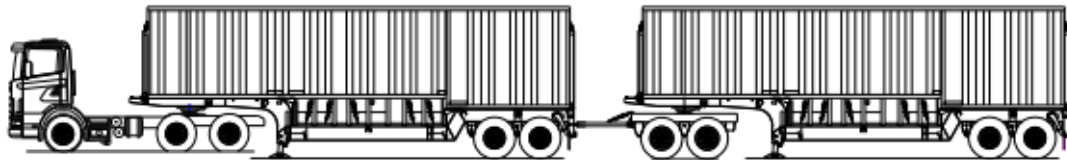


Fonte: DNIT (2009)

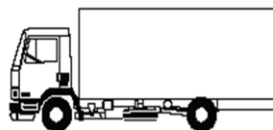
Semi-reboque: Veículo de um ou mais eixos traseiros e suportes verticais dianteiros que se apoia na sua unidade tratora ou é a ela ligado por meio de articulação.



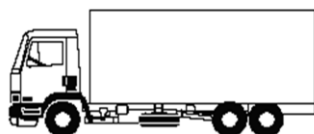
Reboque e semi-reboque: cavalo mecânico de 3 eixos tracionando um semi-reboque de 2 eixos ao qual está conectado um segundo reboque de 4 eixos.



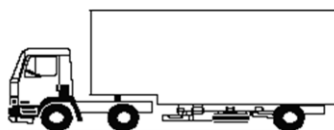
As configurações mais comuns são segundo DNIT (2007) são:



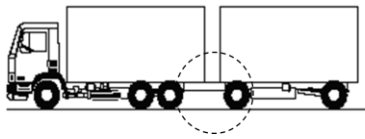
Caminhão: carga máxima 16 t.



Caminhão Trucado: 23 t.



Caminhão Trator + semi-reboque: acima de 26 t.



Caminhão Trucado + reboque: acima de 43 t.



Rodotrem (caminhão trator trucado + semi-reboques + reboque com dolly): acima de 74 t.

	<p>Bi-trem articulado, com 7 eixos, 19,80m de comprimento e até 57 ton: cavalo tracionando dois semi-reboques engatados entre si, por meio de uma segunda quinta roda.</p>
	<p>Tri-trem tri-articulado com 9 eixos, comprimento até 30 metros e peso bruto de até 74 ton: cavalo tracionando três semi-reboques engatados por meio de duas quintas-rodas.</p>
	<p>Treminhão de sete eixos, com até 30 metros de comprimento e 63 ton: caminhão tracionando dois ou mais reboques com dois eixos cada.</p>
	<p>Rodotrem de 9 eixos, com até 30 metros de comprimento e 74 ton: cavalo trucado 6 x 4 tracionando dois semi-reboques de dois eixos acoplados por meio de um "dolly" intermediário de dois eixos.</p>

Fonte: DNIT (2009)

O Pavimento Rodoviário é definido segundo a ABNT/NBR-7207/1982 (Marques, s/d). É uma estrutura construída após terraplenagem e destinada, econômica e simultaneamente, em seu conjunto, a:

- Resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos pelo tráfego;
- Melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança;
- Resistir aos esforços horizontais que nela atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento.

Quando o pavimento é solicitado por uma carga de veículo Q , que se desloca com uma velocidade V , recebe uma tensão vertical σ (*sigma*) de compressão e uma tensão horizontal τ (*tau*) de cisalhamento. A figura 33 esquematiza isso.

As variadas camadas componentes da estrutura do pavimento também terão a função de diluir a tensão vertical aplicada na superfície, de tal forma que o sub-leito receba uma parcela bem menor desta tensão superficial (p_1). As figuras 34 (a e b) expõem as camadas do pavimento rodoviário.

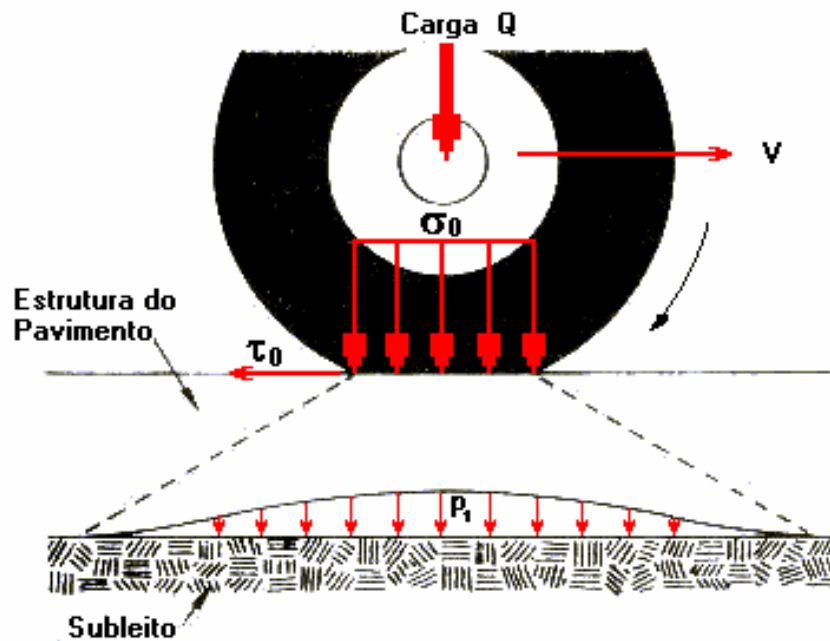


Figura 33 – Esquema de Esforços no Pavimento Rodoviário – Fonte: Geraldo Luciano de Oliveira Marques - Departamento de Transportes e Geotecnia - Universidade Federal de Juiz de Fora (s/d)

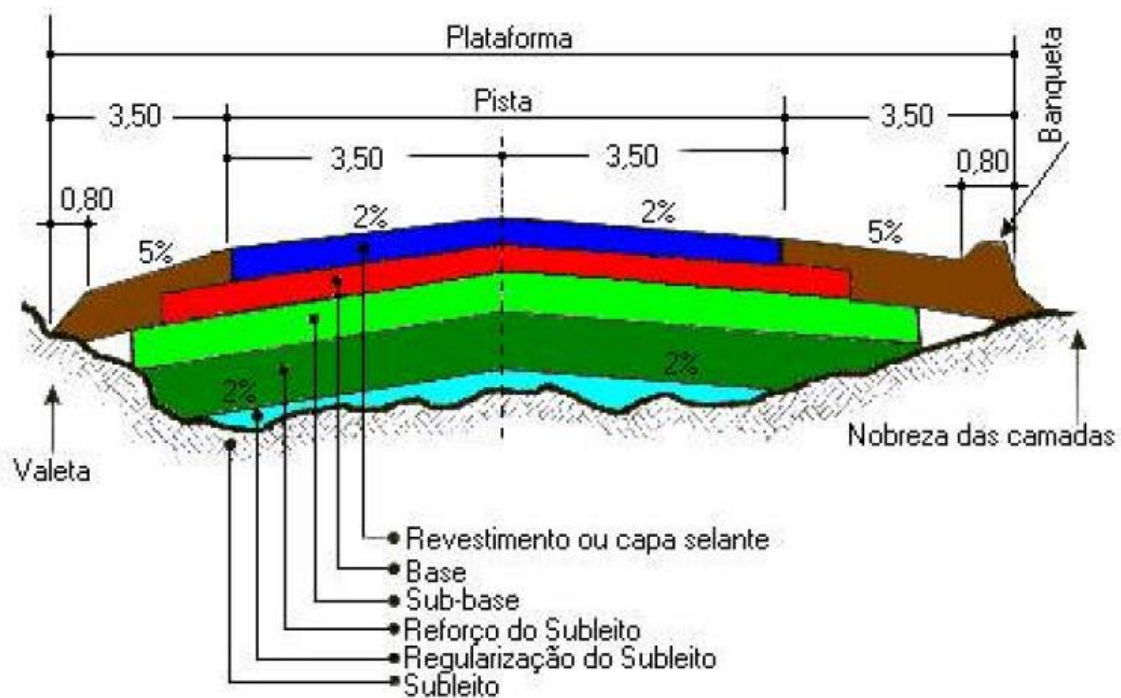


Figura 34a – Esquema de Esforços no Pavimento Rodoviário – Fonte: Geraldo Luciano de Oliveira Marques - Departamento de Transporte s e Geotecnia - Universidade Federal de Juiz de Fora (s/d)

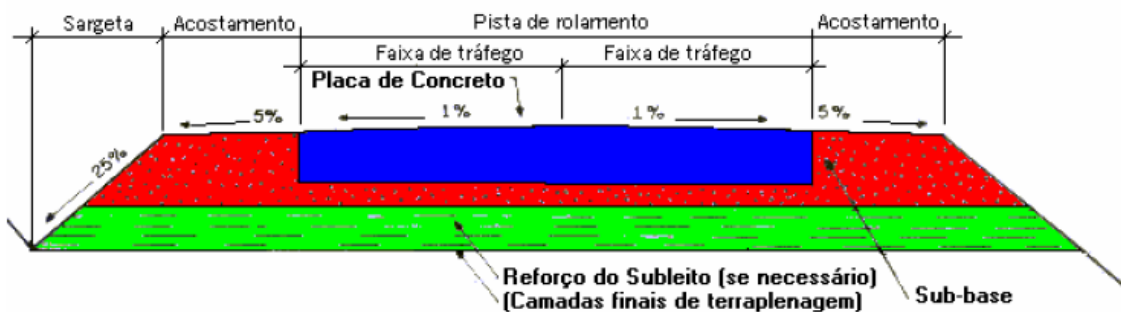


Figura 34b – Esquema de Esforços no Pavimento Rodoviário – Fonte: Geraldo Luciano de Oliveira Marques - Departamento de Transporte s e Geotecnia - Universidade Federal de Juiz de Fora (s/d)

b) FERROVIÁRIO

Segundo a CNT(2007b), os principais entraves logísticos para o modo ferroviário são:

- Invasões na Faixa de Domínio;
- Passagens de Nível Críticas;
- Diferenças de Bitola;
- Direito de Acesso;

- Malha Antiga (muitas curvas e rampas);
- Manobras de trens que paralisam o tráfego de veículos e pessoas;
- Circulação de trens de carga com compartilhamento dos de passageiros (CPTM);
- Acesso difícil aos portos de Santos, Rio de Janeiro, Paranaguá e de São Francisco do Sul.
- Necessidade de expansão e Integração da Malha Ferroviária Nacional;
 - Concretização da Ferronorte e da Norte-Sul;
 - Eixo ferroviário para escoamento de grãos do sul de Goiás e Mato Grosso para os portos de Santos, Sepetiba e Vitória;
 - Construção da Transnordestina: Ferrovia importante, não apenas para Pernambuco, mas, igualmente para os nove Estados do Nordeste, desde o Maranhão até a Bahia, interligando os polos de produção agrícola, mineral e industrial da região. Foi iniciada sua implantação em 1990 e em dezembro de 1992 foi paralisada por falta de recursos;
 - Ligação com o Pacífico: (Gazeta Mercantil – 12/03/2004) – Um dos projetos prevê a ligação do porto de Santos com o Antofagasta, na costa chilena, no oceano pacífico, passando pela Bolívia e pela Argentina. O trecho brasileiro (41,51%) inicia no porto de Santos (SP) até Corumbá (MS), com 1.772 Km; de Corumbá a Pocitos, divisa da Bolívia com Argentina, mais 1.170 Km; de Pocitos a Socompa, na fronteira da Argentina e o Chile, outros 987 Km; e de Socompa a Antofagasta, na costa do Pacífico, mais 340 Km. Redução das rotas entre a China e a Índia em 7.000 Km.

As características operacionais principais são:

- Menor consumo de combustíveis (comparado com o rodoviário).
- Menores impactos ambientais (comparado com o rodoviário).
- Capacidade de transporte de grande peso e quantidade à longa distância.
- Cargas com baixo valor agregado (granel, carvão, produtos químicos etc.).
- Alto custo fixo => Via segregada, equipamentos, pátios de manobras e terminais caros.
- Custos operacionais baixos => Óleo e energia elétrica.
- Frete mais barato em torno de 50% comparado com o modo rodoviário.
- Ligação com hidrovias (comércio internacional).
- Composição com rodovias (empresas ferroviárias conveniadas com rodoviárias).

- Utilização de trens unitários (custo operacional mais baixo do que as composições tradicionais, mais rápidos e não necessitam do uso de pátios para manobra).
- Uso de Containeres -> menos avarias aos produtos.
- Necessidade de bitolas padronizadas para integração regional e internacional. No Brasil existem três bitolas: larga (1,60 m – 17%), métrica (1,00 m – 81%) e mista (1,435 m - 2%).

Os princípios operacionais que fazem do modo ferroviário o principal transporte de massa, para carga e passageiros, são:

1) Contato roda - trilho (Metal - Metal):

- Menor Atrito;
- Proporciona a tração de grande massa com menos energia que o modo rodoviário;
- Desgaste considerável de ambos.
 - Escorregamento das rodas (desgaste) quando em curva;
 - Frenagem e demarragem.

2) Guiado por trilhos:

- Falta de mobilidade (ponto a ponto);
- Um grau de liberdade;
- Viabiliza o controle à distância.

3) Padrão de distanciamento entre os trilhos (bitola).

A figura 35a também apresenta, de forma esquemática, a infra e a superestrutura ferroviária, incluindo os trilhos (inserido na superestrutura) que formam a bitola. A figura 35b complementa os elementos anteriores, além de demonstrar a estrutura de energia elétrica que é utilizada em algumas ferrovias para tração.

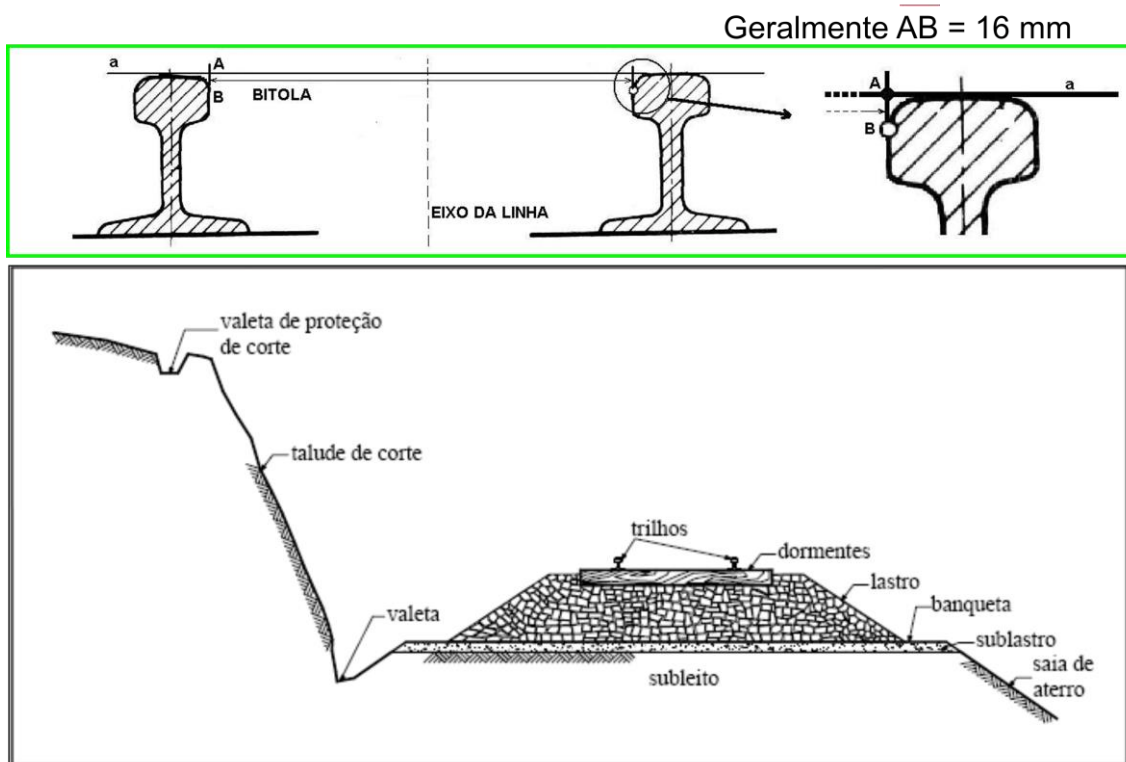


Figura 35a – Infra e Superestrutura Ferroviária

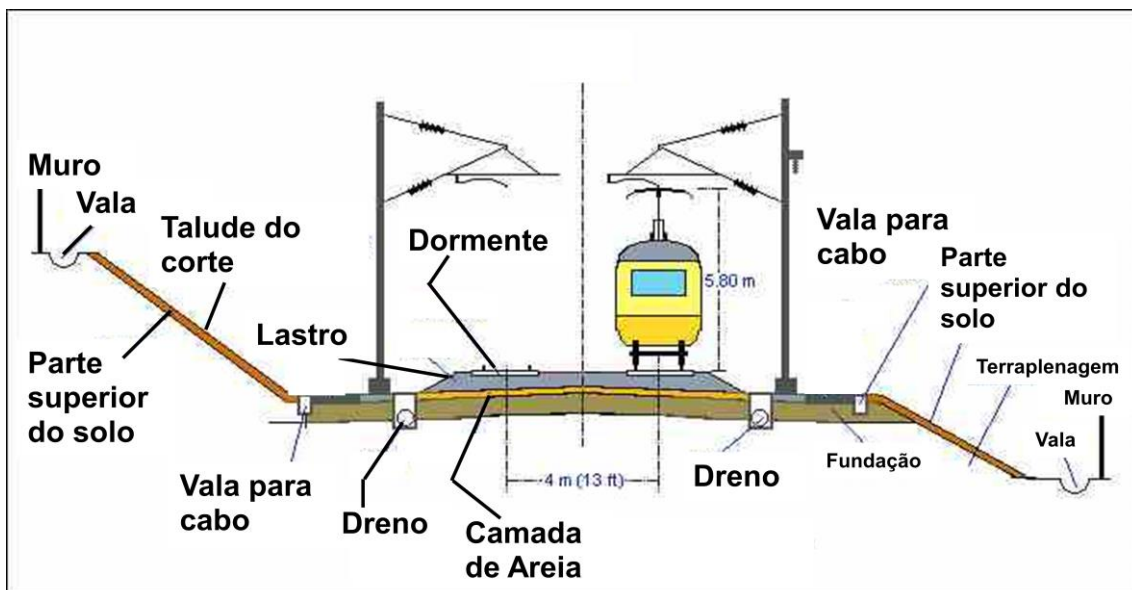


Figura 35b – Infra e Superestrutura Ferroviária Eletrificada

As ferrovias necessitam de controle, que geralmente é efetuado à distância, de forma que o tráfego seja seguro e com qualidade. Um dos principais elementos é o circuito de via que viabiliza o controle do tráfego posterior (fig.36a) de forma automática. Este esquema está indicado nas figuras 36b e 36c.

O circuito de via funciona no esquema de “falha segura”, ou seja, qualquer problema ocorrido naquele trecho, o trem fica impossibilitado de acessá-lo. Somente com o comando do maquinista, desobedecendo à sinalização, poderá ocorrer um acidente.

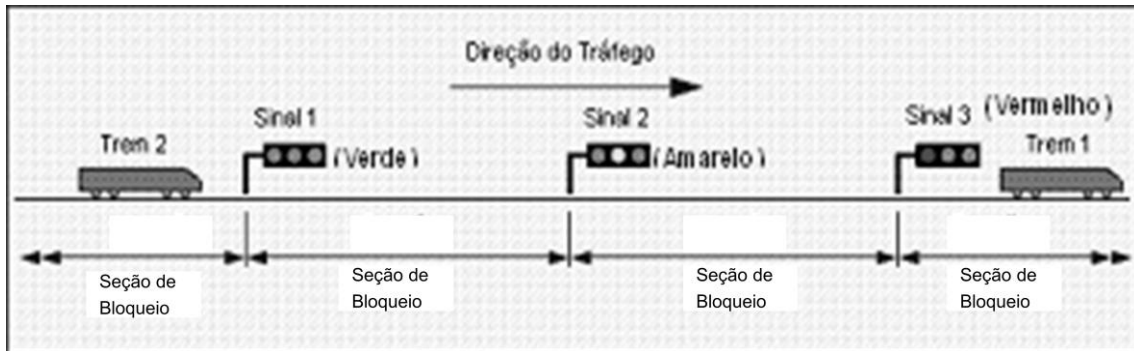


Figura 36a – Esquema do Controle do Tráfego Posterior

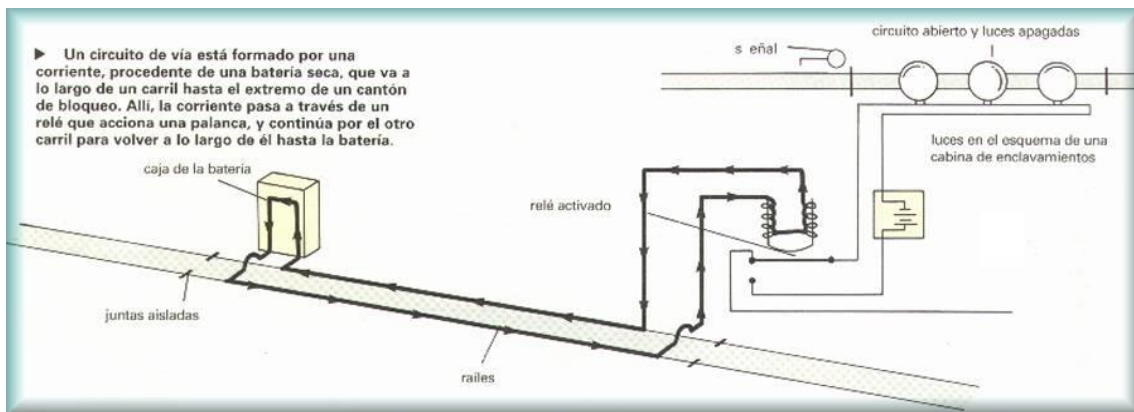


Figura 36b – Esquema do Circuito de Via sem Trem no Trecho

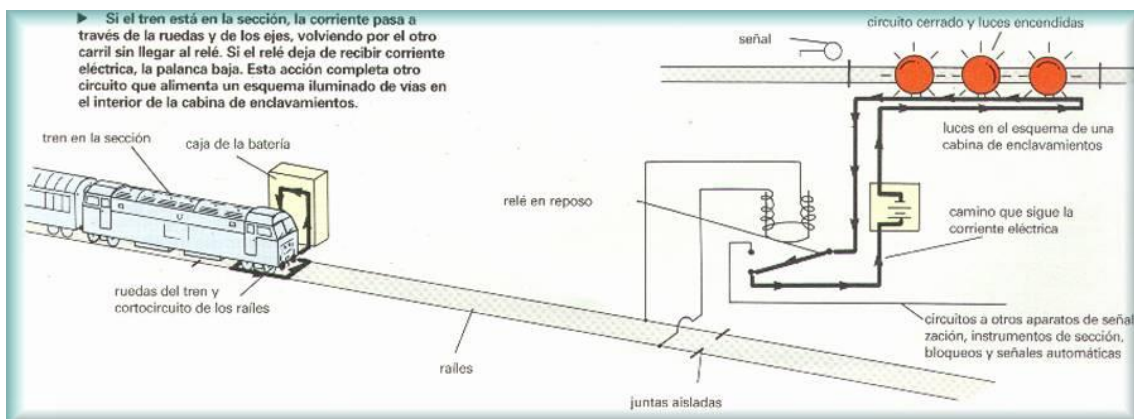


Figura 36c – Esquema do Circuito de Via sem Trem no Trecho

Os Aparelhos de Mudança de Via (AMV) permitem a mudança de linha, com a livre passagem do friso das rodas. É composto basicamente de agulhas, caixa

de manobra (ou máquina de chave), jacaré, contratrilhos, calços e placas especiais, trilhos de ligação. A figura 37 mostra como funciona, de forma básica, o AMV.

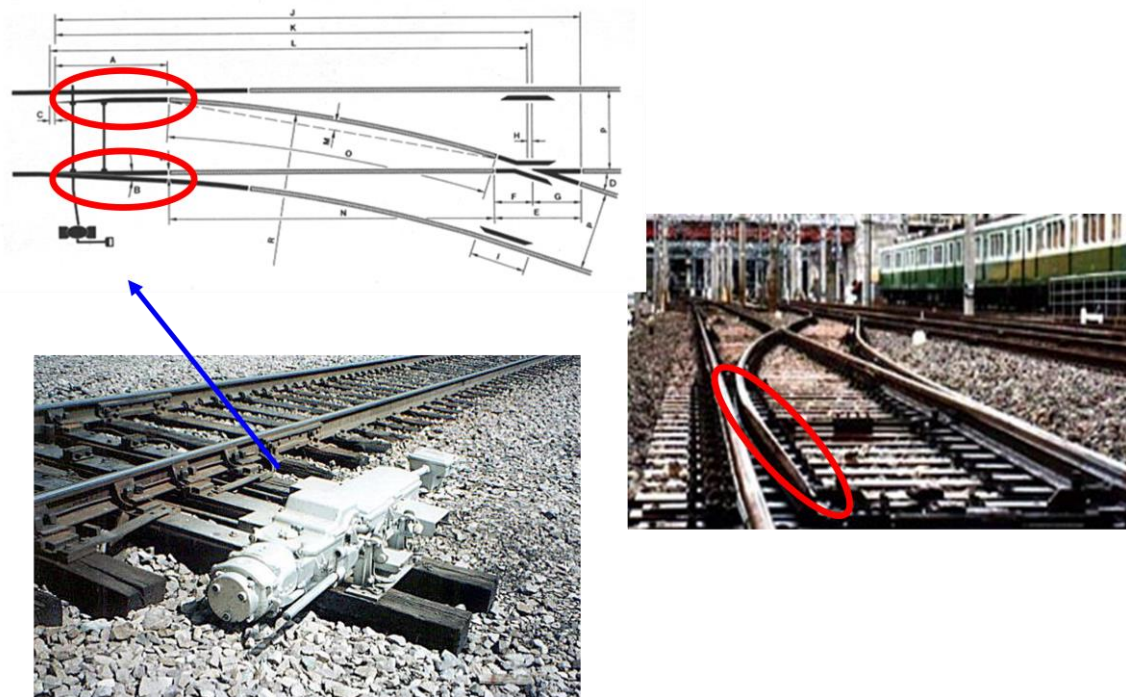


Figura 37 – Esquema do Aparelho de Mudança de Via

O veículo ferroviário, também denominado como Material Rodante, é toda composição formada por carros-motores ou locomotivas (automotrizes) e carros-reboque ou vagões, que serve para o transporte de passageiros e/ou de cargas.

Para o transporte de passageiros, geralmente, a conjugação de dois carros-reboque e uma automotriz denomina-se trem-unidade, podendo-se ter modificações nesta configuração de acordo com o tipo de material rodante ou com as necessidades de transporte.

No transporte de carga, os veículos ferroviários rebocados (vagões) são classificados de acordo com a tabela 4. As imagens desses vagões estão exemplificadas na figura 38.

Tabela 4 – Veículos Ferroviários Rebocados de Carga

Tipo de Vagão	Produto
Boxcar	Diversos produtos que necessitem de proteção ao tempo ou ao roubo
Flatcar	Onde a proteção da carga não é o principal fator.
Gondola car	Mesmo que <i>Flatcar</i> , mas com proteção lateral da carga.
Hopper car	Produtos que escoam e necessitam de proteção.
Tank car	Carga líquida
Refrigerator car	Carga que necessita de refrigeração

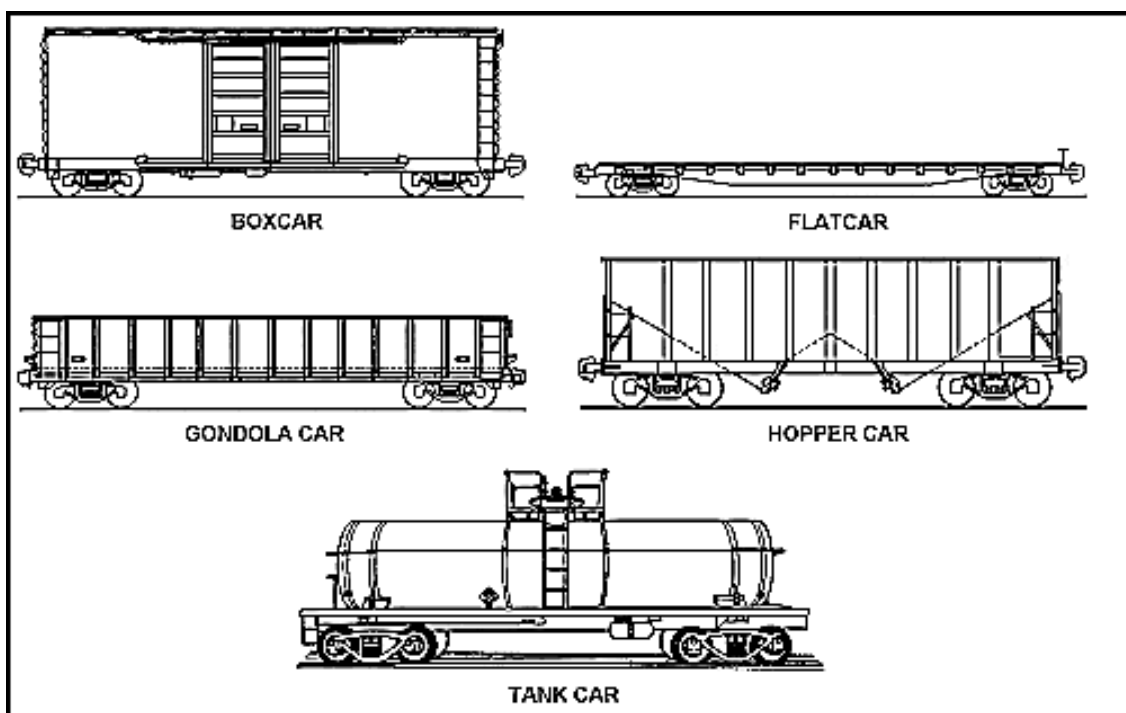


Figura 38 – Tipos de Vagão de Carga

c) AQUAVIÁRIO

De acordo com a ANTAQ, os tipos de navegação são:

- ✓ Navegação de cabotagem: é aquela realizada entre os portos ou pontos do território brasileiro, utilizando a via marítima ou estas e as vias navegáveis interiores;
- ✓ Navegação de longo curso: é a navegação realizada entre os portos brasileiros e os estrangeiros;

- ✓ Navegação de interior: é aquela realizada em hidrovias interiores, em percurso nacional ou internacional;
- ✓ Navegação de apoio marítimo: é a realizada para o apoio logístico a embarcações e instalações em águas territoriais nacionais e na Zona Econômica, que atuem nas atividades de pesquisa e lavra de minerais e hidrocarbonetos;
- ✓ Navegação de apoio portuário: realizada exclusivamente nos portos e terminais aquaviários, para atendimento a embarcações e instalações portuárias.

De acordo com a Lei 8.617 de 04/01/1993, a área de cobertura náutica é dividida como:

a) Mar Territorial Brasileiro: no Art. 1º está registrado que compreende a uma faixa de doze milhas marítima (1 milha marítima = 1852 metros) de largura, medidas a partir da linha de baixa-mar do litoral continental e insular, tal como indicada nas cartas náuticas de grande escala, reconhecidas oficialmente no Brasil.

b) Zona Contígua: O Capítulo II, Art. 4º e Art. 5º expressa que compreende a uma faixa que se estende das doze às vinte e quatro milhas marítimas, contadas a partir das linhas de base que servem para medir a largura do mar territorial.

Na zona contígua, o Brasil poderá tomar as medidas de fiscalização necessárias para:

- I - evitar as infrações às leis e aos regulamentos aduaneiros, fiscais, de imigração ou sanitários, no seu território, ou no seu mar territorial;
- II - reprimir as infrações às leis e aos regulamentos, no seu território ou no seu mar territorial.

c) Zona Econômica Exclusiva: O Capítulo II, Art. 6º ao Art.10º, determina que compreende a uma faixa que se estende das doze às duzentas milhas marítimas, contadas a partir das linhas de base que servem para medir a largura do mar territorial.

Na zona econômica exclusiva, o Brasil tem direitos de soberania para fins de exploração e aproveitamento, conservação e gestão dos recursos naturais, vivos ou não-vivos, das águas sobrejacentes ao leito do mar, do leito do mar e seu subsolo, e no que se refere a outras atividades com vistas à exploração e ao aproveitamento da zona para fins econômicos.

Na zona econômica exclusiva, o Brasil, no exercício de sua jurisdição, tem o direito exclusivo de regulamentar a investigação científica marinha, a proteção e preservação do meio marítimo, bem como a construção, operação e uso de todos os tipos de ilhas artificiais, instalações e estruturas.

A investigação científica marinha na zona econômica exclusiva só poderá ser conduzida por outros Estados com o consentimento prévio do Governo brasileiro, nos termos da legislação em vigor que regula a matéria.

A realização por outros Estados, na zona econômica exclusiva, de exercícios ou manobras militares, em particular as que impliquem o uso de armas ou explosivos, somente poderá ocorrer com o consentimento do Governo brasileiro.

É reconhecido a todos os Estados o gozo na zona econômica exclusiva, das liberdades de navegação e sobrevoo.

As principais características operacionais do modo aquaviário são:

- Capacidade para transportar cargas com grande volume.
- Elevado custo portuário.
- Menor custo de transporte para grandes distâncias.
- Rodoviário < Custo Fixo Aquaviário < Ferroviário.
- Desvantagens -> Baixa velocidade (maior prazo de entrega), alcance da operação limitado (normalmente necessita de outro modo para complementação do transporte).
- Normalmente os terminais são mantidos pela transportadora, mas com acesso controlado pelo governo.
- Devido à baixa velocidade considera-se a possibilidade do estoque em trânsito.

Os principais tipos de veículos (embarcações) do modo aquaviário são:

a) Cargueiros - são navios construídos para o transporte de carga geral, ou seja, carga acondicionada. Normalmente, seus porões são divididos horizontalmente por prateleiras (conveses), onde diversos tipos de cargas podem ser estivados ou acomodados para o transporte. A fim de diferenciá-los dos navios destinados ao transporte de mercadorias específicas, são também chamados de navios convencionais.

São utilizados em alguns tráfegos regulares, como *liners*, isto é, oferecem um serviço regular, conferenciado ou não, e por isso com velocidade adequada às suas operações.

Embora os cargueiros convencionais também permitam o transporte de contêineres no convés, por não serem adaptados para esse fim, eles acabam onerando o transporte e provocando tempo adicional de estadia nos portos. Essas razões implicaram na utilização de Porta-contêiner, *Roll-on/Roll-off* ou *Multi-Purpose* para o transporte econômico dos contêineres.

Obs.: Convés: designação comum aos pavimentos a bordo de uma embarcação.

b) Porta-Contêiner: são navios especializados, utilizados exclusivamente para transportar contêineres, dispostos de espaços celulares. Os contêineres são movimentados com equipamento de bordo ou de terra. As unidades são transportadas tanto nas células como no convés.

Geralmente essas embarcações possuem velocidade de cruzeiro elevada, em torno de 18 a 23 nós².

As Conferências que atendem o Brasil têm navios com capacidade até 2500 TEU embora no exterior a capacidade alcance perto de 5000 TEU.

Os equipamentos de manuseio do próprio navio podem ser guindastes ou pórticos, mas os equipamentos específicos do cais para esse tipo de manuseio são pórticos marítimos, denominados “porteineres” com elevada velocidade para carga e descarga.

O sistema de manuseio de contêineres por içamento é conhecido como *Lift-on/Lift-off* (Lo-Lo), em comparação com o *Roll-on/Roll-off*.

As embarcações que movimentam contêineres podem ser classificadas como segue a tabela 5.

Tabela 5 – Classificação dos Navios Porta-Contêineres

Tipo de Navio	Capacidade (TEU)	Comprimento x boca x calado (m)	Ano de Origem
1ª Geração	750	180x25x9	1966
2ª Geração	1500	210x30,5x10,5	1966
3ª Geração	3000	285x32,2x11,5	1971
4ª Geração	4250	290x32,2x11,6	1984
5ª Geração	6320	299,9x42,8x19,5	1996

² De nós para m/s: x 0,5144; de nós para milhas/h: x 1,1515; de nós para Km/h: x 1,8539.

Na noite de 22/06/2011, o navio Maersk Enfield (empresa dinamarquesa), com capacidade para 13.000 TEU, ancorou em Antuérpia, Bélgica, em sua viagem inaugural (fig.39).

Em 06/07/2011 foi inaugurado no porto de Sepetiba o porta-contêineres Santa Rita que tem capacidade de transportar 7100 TEU (fig.40). Ele é o maior navio que atracou em um porto da América do Sul até o momento.



Figura 39 - Porta-contêineres Maersk Enfield



Figura 40 - Porta-contêineres Santa Rita

c) Roll-on/Roll-off (Ro-Ro): são navios especiais para o transporte de veículos, carretas ou trailers.

Dispõem de rampas na proa, na popa e/ou na lateral, por onde a carga sobre rodas se desloca para entrar ou sair da embarcação. Internamente possuem rampas e elevadores que interligam os diversos conveses.

As extremidades de uma embarcação são denominadas como:

- **Proa** - É extremidade anterior do navio no sentido de sua marcha normal. Tem a forma exterior adequada para mais facilmente fender o mar.
- **Popa** - É a extremidade posterior do navio. Tem a forma exterior adequada para facilitar a passagem dos filetes líquidos que vão encher o vazio produzido pelo navio em seu movimento, a fim de tornar mais eficiente a ação do leme e da hélice.

Quando transportam contêineres, os mesmos são introduzidos nas embarcações por veículos sobre rodas, embora alguns Ro-Ro também transportem os contêineres no convés, e neste caso podem ser colocados ou retirados das embarcações, por içamento a partir do cais. Essas embarcações são conhecidas por Ro-Ro/Lo-Lo. O sistema foi planejado de modo que o equipamento utilizado para descarregar o navio permita a transferência da carga diretamente da área do terminal para a rede rodoviária ou ferroviária além de oferecer grande flexibilidade quanto aos tipos, tamanhos e peso da carga a ser transportada. Os veículos motorizados podem ser conduzidos para dentro ou para fora da embarcação com força motriz própria.

d) Multipurpose: são navios projetados para linhas regulares para transportarem cargas diversas como: neo-granéis (aço, tubos etc.) e contêineres, embora também possam ser projetados para o transporte de granéis líquidos em adição a outras formas de acondicionamento como granéis sólidos.

e) Graneleiros - são navios destinados apenas ao transporte de granéis sólidos. Seus porões, além de não possuírem divisões, têm cantos arredondados, o que facilita a estiva da carga. A maioria desses navios opera como “*tramp*”, isto é, sem rotas ou linhas estabelecidas. Considerando que transportam mercadorias de baixo valor, devem ter baixo custo operacional. A sua velocidade é inferior à dos cargueiros.

Os principais tipos de graneleiros são:

- ✓ *General Purpose*: tem capacidade entre 25.000 e 50.000 TPB (Tonelada de Porte Bruto) e tem muitas diferenças quanto ao calado, comprimento, largura, capacidade cúbica, número e tamanho das escotilhas e porões, equipamentos etc.. Os de 26.000 TPB são construídos em série. Tem construção relativamente simples, mas tem apreciável flexibilidade operacional como, por exemplo, para transporte de grãos, carvão, minério e produtos siderúrgicos.
- ✓ 25.000 - 50.000 TPB (*Handy-sized*) - tem elevada eficiência em termos de poupança de combustível e de oportunidade de emprego. Tem a possibilidade de trafegar no canal do Panamá e de Suez e para atender às condicionantes técnicas de restrição de calado de alguns dos principais portos e terminais de granéis.
- ✓ 35.000 - 50.000 TPB (*Handy-max*) - surgiram no final da década de 1950. No início destinavam-se ao transporte especializado de minérios mas, gradativamente, também passaram a ser usados no transporte de outros granéis.
- ✓ “Panamax”: construídos para atravessar o canal do Panamá, e por isso com certas dimensões quanto a boca e calado. A sua capacidade está entre 50.000 e 75.000 TPB. Frequentemente também são empregados no tráfego internacional em outras rotas.

f) Navios Químicos - Transportam cargas químicas especiais, tais como: enxofre líquido, ácido fosfórico e soda cáustica.

g) Navios Gaseiros – Como o próprio nome sugere, transportam gases liquefeitos.

As medidas verticais mais importantes são:

- **Calado**: é a distância vertical entre a linha d’água e a parte mais baixa do navio naquele ponto.
- **Linha d’água**: é a linha que todo navio deve ter gravada no seu costado, para que se possa verificar visualmente se o mesmo está sobrecarregado.
- **TPB**: diferença entre o deslocamento máximo e o deslocamento leve. Representa, portanto, o peso que o navio é capaz de transportar, ou seja, carga + combustível + tripulação (desprezível).

Navios Combinados

a) Mínero-Petroleiros (*Ore-Oil*): são adequados tanto para o transporte de minério como de petróleo. Alguns possuem tanques e porões separados; outros possuem tanques conversíveis os quais, após o transporte do petróleo, são lavados e utilizados como porões, acomodando o minério a granel.

b) Graneleiros-petroleiros (*Ore-Bulk-Oil*): são navios próprios para transporte de petróleo e, alternativamente para mercadoria a granel, como cereais.

c) Navios Tanques: são embarcações exclusivas para o transporte de granéis líquidos. Inclui os petroleiros. Possuem equipamento para bombear a carga a bordo e vice-versa. Com o fechamento do Canal de Suez aumentou o porte desses navios, de modo a reduzir o custo operacional decorrente do aumento da distância de viagem, dando origem aos VLCC - *Very Large Crude Carrier* (geralmente na faixa acima de 150.000 TPB) e os ULCC - *Ultra Large Crude Carrier* (com mais de 300.000 TPB).

Com a reabertura do Canal de Suez e a descoberta de petróleo no Mar do Norte e no Golfo do México, reduziram-se as distâncias, o que tornou a utilização dessas embarcações antieconômica.

Atualmente, a tendência é para utilização de uma frota com embarcações mais econômicas e mais ágeis. Os superpetroleiros de até 500.000 TPB, grande novidade no início da década de 1970, têm sido sucateados ou utilizados como armazéns flutuantes, comprovando que em todos os setores opta-se por estoques menores. A tendência tem sido de utilização de petroleiros nas faixas de 60.000-100.000 TPB e 100.000 a 150.000 TPB.

Longo Curso (Internacional), Cabotagem e “Feeder Service”

Os serviços de transporte marítimo de longo curso são oferecidos, fundamentalmente, de duas formas opostas:

- ✓ Os “*liners*” que prestam serviços regulares (rotas, escalas e datas determinadas) através de Conferências de Frete e Acordos Bilaterais. São utilizados para carga geral, que é constituída, principalmente, por produtos de alto valor,
- ✓ Os “*outsiders*”, que prestam os mesmos serviços mas não participam das Conferências de fretes;
- ✓ Os “*tramps*” que oferecem serviços irregulares de transporte, associados a grandes carregamentos por embarque, de cargas de baixo valor unitário.

Conferências de Fretes: as Conferências de Frete correspondem a grupos de empresas de transporte marítimo de longo curso que se unem para explorar o serviço em determinado tráfego, estabelecendo o mesmo frete, regularidade, continuidade, qualidade de serviço relativamente uniforme, e demais condições de transporte para o usuário. Começaram no século passado com os ingleses, no tráfego entre Inglaterra e Índia, pois havia um excesso de espaço sendo oferecido nessa rota, o que reduzia os fretes cobrados.

A ideia subjacente às Conferências é que as mesmas representavam, para o usuário, uma garantia de qualidade e segurança, frente aos “outsiders” o que também justificava a cobrança de um frete mais elevado. Gradativamente percebeu-se, no entanto, que as Conferências protegiam alguns armadores e não o comércio exterior nacional.

Obs.: Lembrando, o armador é a pessoa jurídica, que em seu nome e sob sua responsabilidade, apresta o navio a utilizá-lo para a navegação.

Acordos Bilaterais: Os Acordos Bilaterais de Tarifas e Fretes são estabelecidos entre dois governos, segundo o qual a carga marítima, gerada entre ambos os países, é dividida entre as bandeiras nacionais. As Tarifas de Fretes dos Acordos, assim como as das Conferências, são registradas no Departamento de Marinha Mercante, mas os valores do frete exercidos na prática geralmente são negociados e tem valor inferior.

As embarcações “feeder service”, embora ainda não estejam em funcionamento no litoral brasileiro, têm por objetivo apoiar o transporte marítimo de longo curso, atuando na cabotagem. Justifica-se o seu uso, principalmente, na Containerização. A ideia subjacente, quanto à carga importada, é que os navios de longo curso atracariam apenas nos principais portos brasileiros, e a partir daí os Contêineres seriam transferidos para embarcações menores, que os transportariam até os portos menos expressivos. Na exportação obedecer-se-ia o fluxo inverso.

Linhas Diretas X Transshipment

As linhas diretas são aquelas que permitem ao dono da carga embarcá-la em um navio que o conduzirá do porto de origem ao porto de destino estabelecido no conhecimento de embarque. Esta, no entanto, frequentemente não é a modalidade que proporciona o frete mais baixo ao dono da carga, notadamente, quando os fluxos de tráfego na rota são reduzidos.

O *Transshipment* consiste em aproveitar os fluxos de tráfego intensos, realizando uma triangulação ao invés do tráfego direto, ou seja, embarcando a carga para um porto intermediário onde esta será transferida para outro navio

até o destino. A sua utilização, portanto, é indicada nas rotas onde o tráfego é reduzido. O frete total que se obtém é mais baixo comparado com o embarque direto, mas o tempo total de trânsito também costuma superar o “*transit time*” dos embarques diretos. O Container é elemento fundamental como parte integrante do *transshipment*.

Navegação Fluvial

(retirado de <http://www.mar.mil.br/dhm/publicacao/download/cap-40.pdf>)

Segundo a morfologia, é possível distinguir, de maneira esquemática, quatro tipos de cursos d’água:

a) Rios de alto curso: São rios que percorrem regiões altas e/ou acidentadas. Nestes rios são comuns as quedas rápidas e corredeiras. As margens altas predominam e os rios raramente são largos e profundos. As condições de navegabilidade são precárias para embarcações de porte. As terras que os circundam são, geralmente, pouco sujeitas a alagamentos extensos.

b) Rios de médio curso (rios de planalto): Estes rios também apresentam obstáculos para a navegação, tais como corredeiras e trechos com pedras e/ou pouca profundidade; mas os obstáculos não são muito frequentes e, entre eles, a navegação é possível, se bem que nem sempre fácil, para embarcações maiores. Assim, os rios de planalto apresentam, normalmente, uma sucessão de estirões mais ou menos extensos, com pouca declividade e boas condições naturais de navegação, interrompidos por desníveis que formam corredeiras ou quedas, por vezes de elevada altura, que tornam difícil, se não impossível, a transposição por embarcações.

c) Rios de baixo curso ou de planície: São os mais favoráveis à navegação, caracterizados por uma declividade suave e regular. Os rios de planície são, em geral, razoavelmente largos. A navegação é relativamente fácil, se bem que possam existir obstáculos, como os bancos de areia. É comum haver bifurcações que formam ilhas fluviais e criam alternativas para a navegação.

d) Rios Costeiros: no caso do Brasil, eles descem diretamente do planalto central brasileiro para o Oceano Atlântico e estão distribuídos ao longo da costa oriental do país, desde o Nordeste até o Rio Grande do Sul. Não oferecem, em sua maioria, qualquer condição natural que favoreça a navegação.

Excluídos os lagos e lagoas navegáveis, podem-se dividir as vias navegáveis interiores em 3 classes:

a) Rios de corrente livre: Os rios de corrente livre são os naturalmente navegáveis, em que não há barragens em seu curso. Sem perder, entretanto, esta característica, eles podem ter as suas condições de navegabilidade sensivelmente melhoradas, por meio de dois principais processos, que podem ser usados isoladamente ou conjuntamente: regularização do leito e dragagem.

b) Rios canalizados: construindo-se uma série de barragens com eclusas (ou outro meio de transposição de desnível) ao longo de um curso d'água, tem-se um rio canalizado. O termo "canalizado", em nossa língua, pode dar uma impressão falsa de outros tipos de obras nos rios ou riachos, geralmente feitas quando estes atravessam cidades. Seria melhor, talvez, que os chamássemos de rios represados. Exemplo: hidrovia Tietê-Paraná, com as barragens e eclusas de Barra Bonita, Bariri, Ibitinga, Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos, no Rio Tietê; e de Jupia e Porto Primavera, no Rio Paraná.

Eclusas ou Elevadores de Embarcações: é um reservatório em forma de paralelepípedo que possibilita, pelo seu enchimento e esvaziamento, que uma embarcação transponha uma diferença de nível.

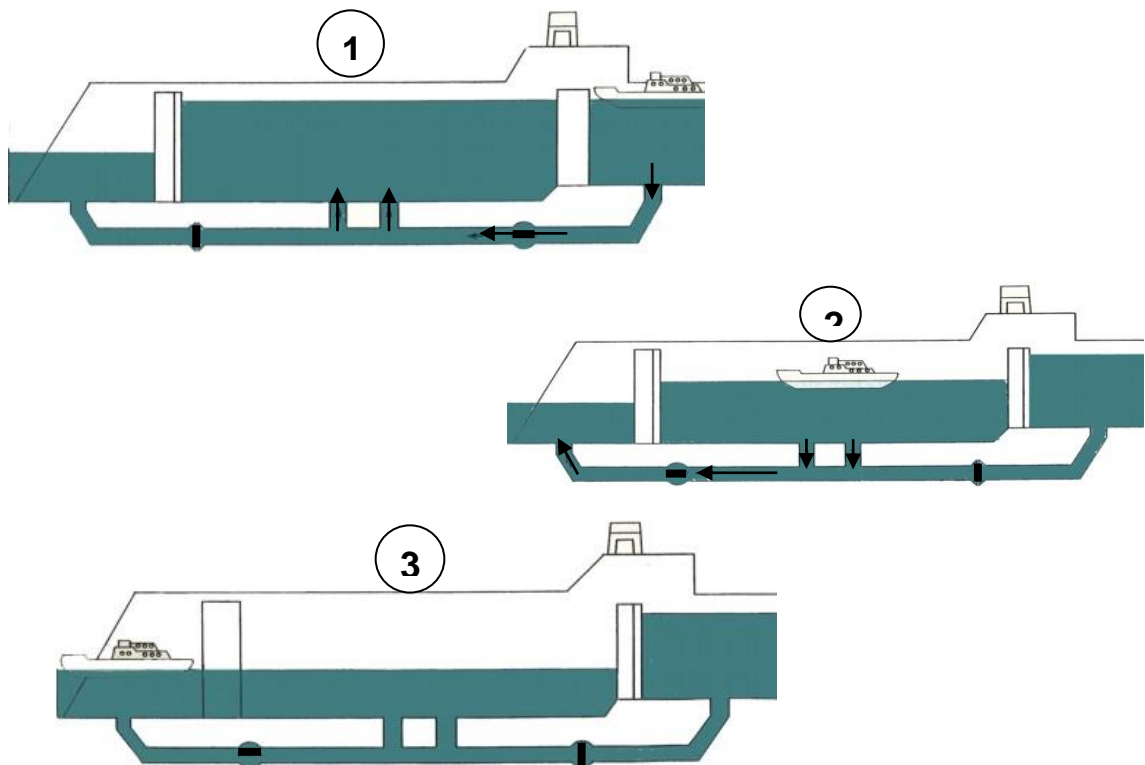


Eclusa de Gatun, em direção ao Pacífico, no canal do Panamá - Fonte:
<http://www1.folha.uol.com.br/folha/turismo/america-central/panama-canal.shtml>



Eclusa de Sobradinho, no rio São Francisco, na Bahia - Fonte:
<http://www.portaldosaofrancisco.hpg.ig.com.br/sobradinho/eclusa.html>

Funcionamento de uma Eclusa



Fonte: Fundação Ayrton Lolô Cornelsen

d) Canais: eles podem ser definidos como vias navegáveis interiores completamente artificiais, em oposição às vias navegáveis naturais. Há duas classes principais de canais:

Canais laterais: são usados quando o melhoramento de um trecho do rio que é de tal modo difícil ou oneroso que se torna preferível construir lateralmente um canal, inteiramente artificial, que pode ser dividido em vários planos d'água, ligados por eclusas ou elevadores.

Canais de partilha: são os de interligação de hidrovias (ou de bacias hidrográficas).

Alguns Painéis para Sinalização Complementar Fluvial



Bordos - São as duas partes simétricas em que o casco é dividido pelo plano diametral: Boreste (BE) é a parte à direita e bombordo (BB) é a parte à esquerda, supondo-se o observador situado no plano diametral e olhando para a proa. Em Portugal se diz estibordo, em vez de boreste.

Montante: o lado de um curso de água é o mesmo da nascente.

Jusante: o inverso.

Principais Hidrovias Nacionais

- ✓ Hidrovia do Madeira (Corredor Oeste): navegável por 1.056 Km entre Porto Velho (RO) até sua foz no Rio Amazonas, em Itacoatiara (AM), por onde circula a maior parte da produção de grãos e minérios da região;
- ✓ Hidrovia do São Francisco (Corredor São Francisco): de Pirapora (MG), a Juazeiro (BA), são 1.371 Km de vias navegáveis que transportam 170 mil toneladas anuais de carga;
- ✓ Hidrovia Guamá Capim (Corredor Tocantins-Araguaia): conta com 2.250 Km de rios navegáveis: 580 Km no Rio das Mortes, 1.230 Km no Rio Araguaia e 440 Km no Rio Tocantins. A área de influência da hidrovia abrange vários municípios, destacando-se Paragominas (PA), São Domingos do Capim (PA) e São Miguel do Guamá (PA). A hidrovia está sinalizada e dragada, com expectativa de movimentar dois milhões toneladas por ano de minérios provenientes das jazidas de caulim e de bauxita e também produtos de polos agropecuários da região;

- ✓ Hidrovia Tietê-Paraná (Corredores Transmetropolitano do Mercosul e do Sudoeste): maior em extensão e volume - ligando Conchas (SP), no rio Tietê, e São Simão (GO), no rio Paranaíba, até Itaipu (PR). Atinge 2.400 Km de via navegável e 5,7 milhões de toneladas por ano de cargas transportadas;
- ✓ Hidrovia Paraguai-Paraná: um dos mais extensos e importantes eixos continentais de integração política, social e econômica. Ela corta metade da América do Sul, servindo a cinco países: Brasil, Bolívia, Paraguai, Argentina e Uruguai, desde a cidade de Cáceres (MT), até Nova Palmira, no Uruguai, totalizando 3.442 Km. No trecho brasileiro, totaliza 1.270 Km.

COMPARAÇÕES

Composições

- ✓ Hidroviário: 1 Comboio Duplo Tietê (4 chatas e um empurrador): 6.000t Comprimento: 150m
- ✓ Ferroviário: 2,9 Comboios Hopper (86 vagões de 70 ton.) Comprimento: 1,7 km
- ✓ Rodoviário: 172 Carretas de 35 ton. (Bi-trem graneleiro) Comprimento: 3,5 km (26 km em movimento)

Custo de Construção da Via

- ✓ Hidroviário: US\$ 34.000/km (1x)
- ✓ Ferroviário: US\$ 1.400.000/km (41x)
- ✓ Rodoviário: US\$ 440.000/km (13x)

Custo de Manutenção da Via

- ✓ Hidroviário: BAIXO
- ✓ Ferroviário: ALTO
- ✓ Rodoviário: ALTO

Vida Útil da Via

- ✓ Hidroviário: ALTA (1x)
- ✓ Ferroviário: ALTA (0,6X)
- ✓ Rodoviário: BAIXA (0,2X)

Vida Útil dos Equipamentos e Veículos

- ✓ Hidroviário: 50 anos
- ✓ Ferroviário: 30 anos
- ✓ Rodoviário: 10 anos

SITUAÇÃO DA CABOTAGEM

A constituição de 1988, artigo 178, estabeleceu que a navegação de cabotagem brasileira é restrita a embarcações construídas no país. Teoricamente, isso faz com que as empresas de navegação, que tenham

propriedade de navios com registros nacionais, sejam protegidas da competição de custos de fretes de embarcações estrangeiras.

Devido a emenda constitucional 7 e, posteriormente, pela Lei Federal 9432, de 1997, ocorreu a quebra de exclusividade das embarcações nacionais. Entretanto, as empresas estrangeiras só poderiam participar do transporte de mercadorias por esta opção quando afretadas por empresas brasileiras de navegação.

Devido a melhor qualidade e eficiência dos serviços prestados pelos estrangeiros, as empresas nacionais foram se extinguindo. Com o reinício dos investimentos nos estaleiros e pela promulgação da Lei Federal 8630, de 25/02/1993, conhecida como Lei dos Portos, houve uma melhoria dos serviços de cabotagem.

A Resolução 52 da ANTAQ, de 19/11/2002, apresenta as condições para que empresas brasileiras possam explorar a navegação de cabotagem: ter patrimônio líquido de 6 milhões de reais, embarcação própria etc..

Existem alguns problemas fiscais, na origem quanto no destino, devido a falta de documentação padrão para cabotagem e/ou transbordo, tal como o conhecimento de carga reconhecido em todos os portos do país. Existem alguns problemas quanto ao pagamento de seguro e a cobrança de ICMS entre os trechos navegados.

Para demonstrar a importância da cabotagem no país, considerando o trecho Santos a Belém e a Manaus como o de maior relevância, em uma viagem para movimentação de 700 TEUS, nota-se que o custo de combustível rodoviário deste trecho é de 23%, quase cinco vezes maior que o gasto com cabotagem (5%).

De acordo com a ANTAQ (2008), para se adquirir autorização para atuar como empresa de navegação de cabotagem, a pessoa jurídica deve: ser proprietária de pelo menos uma embarcação de bandeira brasileira com inscrição e registro nos órgãos competentes, ter patrimônio líquido mínimo de 6 milhões de reais, ter índice de liquidez corrente igual ou superior a um, formalizar pedido de autorização, em requerimento dirigido ao Diretor-Geral da ANTAQ, apresentando a documentação exigida pela Agência.

Atualmente existem em torno de 30 empresas com autorização para realizar a cabotagem. Existem três armadores operando com cargas, sendo que um deles, a DOCENAVE, subsidiária da CVRD, que iniciou em 1999, tem capital nacional. As outras duas são a Aliança, controlada pela alemã Hamburg-Sud e a outra é a Mercosul Line, gerida pela dinamarquesa Maersk Group.

As principais rotas para movimentação de Contêineres são: Manaus – Santos (7212 TEUS / 3496km), Santos – Manaus (6961 TEUS / 3496km) e Rio Grande – Fortaleza (5793 TEUS / 2511 km).

Navios

Pela legislação internacional, os navios são obrigados a deixarem a mostra 2 bandeiras de países, uma na popa, referente a nacionalidade do mesmo e uma na parte mais alta do mesmo, referente ao país a qual pertence as águas que está navegando.

d) AÉREO

(Fonte primária dos dados: Atlas do Transporte, CNT, 1ª edição, 2007)

O início do modo aéreo deu-se em 1898 quando Santos Dumont realizou o primeiro voo em balão mecanicamente dirigido e, em 1906, bateu o recorde de voo com o 14-Bis, de motor a explosão, voando 220 metros em 21 segundos. A utilização do avião no transporte de passageiros data de 1919.

Na Primeira Guerra Mundial o avião começou a ser utilizado para fins bélicos e, no final da década de 20, a aviação comercial já estava definitivamente estabelecida, apresentando daí até os dias atuais grande desenvolvimento.

Atualmente o transporte aéreo responde por cerca de 0,31% da matriz de cargas e por 2,45% da matriz de passageiros, crescendo gradativamente com a economia a partir de 1994.

O sistema aeroviário engloba as aerovias, os terminais de passageiros e de cargas e o sistema de controle de tráfego aéreo.

Existem dois principais tipos de aerovias: as superiores, com altitude de voo acima de 24.500 pés (7.450 m), e as inferiores, com altitude de voo abaixo deste limite.

Cada tipo de aerovia é ainda subdividido em outros níveis, sendo a diferença entre eles também estabelecida pela altitude de voo. A altitude mínima de voo passível de ser monitorada pelo Controle de Tráfego Aéreo é de 22.000 pés (6.700 m) e, abaixo desse valor, o voo é considerado visual.

As rotas de navegação aérea são estabelecidas somente no espaço aéreo superior e têm as mesmas dimensões das aerovias superiores. Cada rota é identificada por um designador que consiste das letras A, B, G, L, R, W ou Z, seguido de um número, por exemplo G678. As letras W e Z são usadas na identificação de rotas domésticas e as demais, nas rotas internacionais. As letras M, N, L e Z são usadas em particular nos designadores de Rotas de

Navegação de Área (RNAV). Um designador de rota poderá ser acompanhado das letras U, S e K, com os seguintes significados: U (UPPER): indicando rota pertencente ao espaço aéreo superior; S (SUPERSONIC): indicando rota específica para voos supersônicos; e K (KOPTER): indicando rota específica para voo de helicóptero.

Controle de Tráfego Aéreo (*Air Traffic Control*, ou ATC, em inglês) é um serviço prestado por controladores, em terra, que guiam aeronaves (geralmente, aviões) no ar e no solo, para garantir um fluxo de tráfego seguro, ordenado e rápido. Os controladores de tráfego aéreo fornecem indicações e autorizações de voo, de acordo com as características operacionais das aeronaves e as condições de tráfego em determinado momento. Estas autorizações podem se referir à rota, altitude e/ou velocidade, para determinado voo, devendo os pilotos cumprir as instruções/autorizações recebidas.

O monitoramento do tráfego aéreo é feito por unidades de controle, como a Torre de Controle de Aeródromo, que controla o tráfego que pouso e decola e ainda os centros de controle de rota, que prestam serviço às aeronaves em sobrevoo ou na fase de cruzeiro que se segue a uma decolagem ou que precede uma aproximação e pouso. Estes centros de controle de rota, definidos como Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo (CINDACTA) compõem o Sistema de Controle de Espaço Aéreo Brasileiro. Sob responsabilidade do Departamento de Controle de Espaço Aéreo (DECEA), órgão vinculado ao Comando da Aeronáutica, os CINDACTA são subdivididos em 4 setores, cobrindo todo território brasileiro.

Juntamente com a ANAC, outro órgão de grande importância no sistema aeroviário brasileiro é a Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO), que administra e opera, desde 1972, os aeroportos de interesse federal: aeroportos de capitais, de fronteira ou com grande volume de tráfego.

Os princípios do modo aéreo estão baseados nas normas da IATA (*International Air Transport Association*) e em acordos e convenções internacionais.

A IATA foi fundada em 1919, na França, com o incremento do transporte aéreo comercial. É uma associação que reúne empresas aéreas de todo mundo. É responsável pelas negociações entre elas e para o estabelecimento de tarifas uniformes de fretes. Ela regula também as três conferências existentes:

- ✓ Área 1 – Américas, incluindo Havaí, Groelândia e ilhas adjacentes;
- ✓ Área 2 - Europa e ilhas adjacentes, África e parte Oeste da Ásia;

- ✓ Área 3 – Ásia, inclusive ilhas adjacentes, exceto as incluídas na área 2, e Oceania.

O transporte aéreo comercial de carga utiliza o Conhecimento Aéreo (AWB – *Airway Bill*). Os conhecimentos poderão ter a seguinte forma, de acordo com quem os emite e a finalidade a que se destinam:

- ✓ AWB (*Airway Bill*): Conhecimento Aéreo que cobre uma determinada mercadoria, embarcada individualmente numa aeronave referente a uma carga cujo AWB é emitido diretamente pela empresa aérea para o transportador.
- ✓ MAWB (*Master Airway Bill*): Conhecimento de Embarque Aéreo emitido pelo agente IATA, para a companhia aérea, para cargas/expedições consolidadas, e que permanece com a agente de carga, não chegando aos embarcadores, já que eles receberão os HAWB emitidos pelos agentes por suas cargas individuais. Este Conhecimento é denominado “Mãe” e representa a totalidade da carga entregue pelo agente para o embarque.
- ✓ HAWB (*House Airway Bill*): Conhecimento Aéreo emitido por um agente de carga, relativo a uma carga que tenha sido objeto de uma consolidação, conhecido como “Filhote”. A soma dos HAWB será igual ao MAWB.

Tipos de Aeronaves

São vários os modelos de aeronaves, porém, todos eles são classificados em três tipos quanto a sua configuração e utilização: *all cargo* – *full cargo* (somente carga), *combi* (aeronave mista: carga – nos decks superior e inferior / passageiro – na parte da frente) e *full pax* (avião exclusivamente para passageiros no deck superior; o deck inferior é destinado à carga). A configuração da aeronave é determinada pelo uso do deck superior.

Tipos de Cargas

Todo tipo de carga pode ser transportada por este modo, desde que não ofereça risco à aeronave, aos passageiros e operadores. Para cargas perigosas, as condições estabelecidas pela IATA são bastante rigorosas. As mercadorias perigosas podem ser classificadas pela ONU nas seguintes categorias de riscos:

- Classe 1 - Explosivos;
- Classe 2 - Gases;
- Classe 3 - Líquidos inflamáveis;

- Classe 4 - Sólidos inflamáveis;
- Classe 5 - combustíveis e materiais oxidantes;
- Classe 6 - substâncias tóxicas e infecciosas;
- Classe 7 - materiais radioativos;
- Classe 8 - corrosivos;
- Classe 9 - mercadorias perigosas diversas.

As características operacionais principais são:

- Mais novo e menos utilizado
- Vantagem -> maior velocidade, custo compensado pela redução dos custos de estocagem e armazenagem
- Custo fixo baixo -> comparado com ferroviário, dutoviário e aquaviário.
- Vias aéreas e aeroportos mantidos por órgãos públicos
- Custo variável alto ->combustível, manutenção (material e MO) e pessoal de bordo e terra.
- Difícil integração com outros modos (exceção para o rodoviário).
- Válidos para produtos perecíveis e com alto valor agregado.
- Frete 2 vezes maior que o modo rodoviário e 16 vezes maior que o ferroviário (Ballou, 2001).

e) DUTOVIÁRIO

Histórico (Baseado em Terzian, 2005)

Em 1865 foi construído o primeiro oleoduto para transporte de hidrocarbonetos, com 2" de diâmetro, que era de ferro fundido e ligava um campo de produção à uma estação de carregamento de vagões, a uma distância de 8 km, na Pensilvânia.

No Brasil, a primeira linha que se tem registro foi construída na Bahia, com diâmetro de 2" e 1 km de extensão, ligando a "Refinaria Experimental de Aratu" ao Porto de Santa Luzia e que recebia o petróleo dos "Saveiros-Tanques" vindos dos campos de Itaparica e Joanes, com início de operação em maio de 1942.

O primeiro gasoduto interestadual (GASEB) entrou em operação em 1975 ligando os estados de Sergipe e Bahia, cuja extensão é de 235 km e o diâmetro de 14".

Nos anos 90, os rápidos avanços de informática deram um grande impulso nos sistemas de controle e de aquisição de dados nos oleodutos e gasodutos, tais

como o sistema SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*), permitindo um acompanhamento e supervisão das operações em tempo real. Nos projetos dos novos dutos foram utilizados, ainda, outros equipamentos e sistemas avançados da informática, permitindo levantamentos e mapeamentos com a ajuda de satélites, como o GPS (*Global Positioning System*) e o GIS (*Geographic Information System*), além do emprego do CAD (*Computer Aided Design*) na elaboração dos desenhos.

O modo dutoviário pode ser classificado, segundo (Terzian, 2005):

- ✓ Quanto ao material de constituição: aço, materiais "não metálicos" etc.;
- ✓ Quanto à localização em relação ao meio:
 - Quanto à localização, os dutos subterrâneos são mais protegidos quanto a intempéries, agressões de objetos externos e a vandalismos.
 - Os dutos aparentes são utilizados geralmente na chegada e na saída das estações de bombeamento e de descarregamento.
 - Os dutos submarinos são geralmente utilizados para transporte de petróleo das plataformas marítimas.
- ✓ Quanto à rigidez: rígido ou flexível;
- ✓ Quanto à temperatura de operação: normal ou aquecido;
- ✓ Quanto ao produto que transporta (Tab.6):
 - Oleodutos, cujos produtos transportados são, em sua grande maioria: petróleo, óleo combustível, gasolina, diesel, álcool, GLP, querosene e nafta³, e outros.
 - Minerodutos, cujos principais produtos transportados são: Sal-gema⁴, Minério de ferro e Concentrado Fosfático.
 - Gasodutos, cujo principal produto transportado é o gás natural. O Gasoduto Brasil-Bolívia (3150 km de extensão) é um dos maiores do mundo.

³Nafta: é a matéria-prima básica para toda a cadeia de produção das resinas plásticas e é obtida na primeira etapa do refino do petróleo, que envolve quatro fases.

⁴ Sal-gema: sal derivado de precipitação química devido à evaporação da água de antigas bacias marinhas em ambientes sedimentares.

Tabela 6 – Características Operacionais dos Dutos por Produto Transportado

DUTOS	EXTENSÃO (km)	CARGA TRANSPORTADA (t/ano)
Gasodutos	6.491 km	508.392.000
Oleodutos	9.064 km	277.502.000
Minerodutos	567 km	16.951.000
Total	16.122 km	802.845.000

Fonte: SULOG / ANTT

Relatório da ANTT de 05/07/2006

As características operacionais principais são:

- Nos EUA 53% dos TKm totais de petróleo e óleo bruto
- Vantagens -> operam 24h/dia e 7 dias / semana => com restrições durante a troca de produtos transportados e manutenção.
- Maior custo fixo (construção, controle das estações e bombeamento), menor custo variável (pouca MO) de todos os modos.

Gasoduto Brasil - Bolívia

- ✓ Investimento de US\$ 2 bilhões, sendo US\$ 1,7 bilhão no Brasil.
- ✓ 540 mil toneladas de tubos de aço carbono, fabricados no Brasil, Japão e Estados Unidos. 426 mil toneladas em solo brasileiro.
- ✓ 12 Estações de Compressão construídas no país.
- ✓ 2 Estações de Medição instaladas (duas no Brasil e uma na Bolívia).
- ✓ 36 Estações de Entrega (*city-gates*) no Brasil.
- ✓ 115 Válvulas de Bloqueio instaladas ao longo de todo o trajeto do gasoduto.
- ✓ As tubulações são enterradas em valas de dois metros de largura, em uma profundidade entre 1,20 e 2,50 metros.

Trecho Boliviano

O gasoduto começa em Rio Grande, 40 quilômetros ao sul de Santa Cruz de La Sierra e se estende por 557 km até Puerto Juarez, na fronteira com o Brasil.

Trecho Brasileiro

O gasoduto entra em solo brasileiro por Corumbá, Mato Grosso do Sul (717Km), às margens do Rio Paraguai, passando por São Paulo (1042Km), pelo Paraná (207Km), por Santa Catarina (447Km) e pelo Rio Grande do Sul (184Km). Mais informações em <http://www.tbg.com.br>.

Mineroduto da SAMARCO

Opera com baixos custos operacionais e elevada confiabilidade, o que proporciona segurança operacional e proteção ambiental.

Há 25 anos em atividade, é o maior mineroduto do mundo para transporte de minério de ferro, com 396 km de extensão, 346 km de diâmetro 20" e 50 km de diâmetro 18". A espessura da chapa de aço varia de 8 mm até 19 mm. Liga a Unidade de Germano, em Minas Gerais, à Unidade de Ponta Ubu, no Espírito Santo, atravessando centenas de propriedades em 24 municípios.

Projetado para transportar 12 milhões de toneladas/ano, o Mineroduto da Samarco tem hoje capacidade para bombear 15,5 milhões de toneladas/ano de concentrado de minério de ferro.

Um moderno sistema de transmissão de dados on-line, via satélite, permite o monitoramento em tempo real de toda a operação.

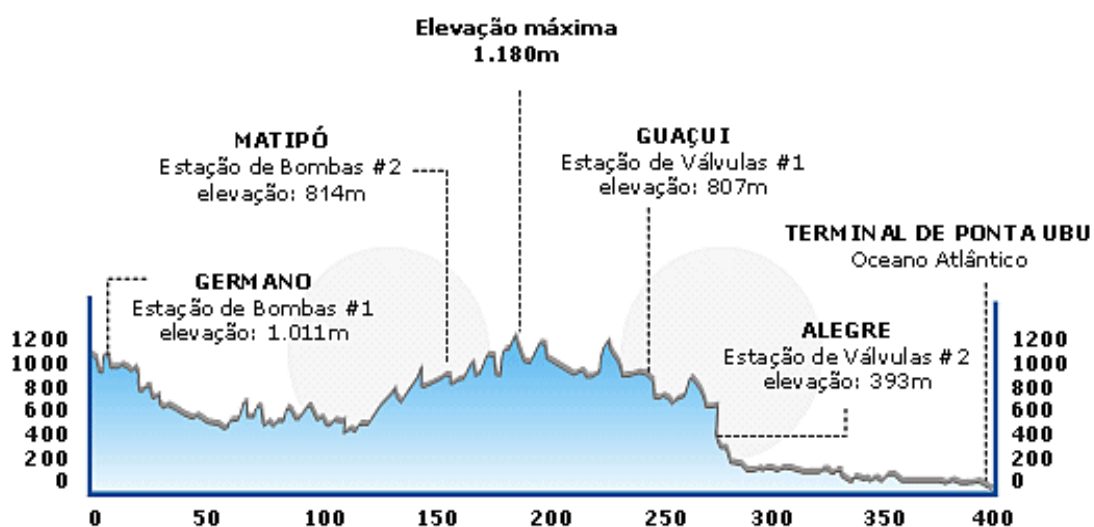
A velocidade de transporte pode variar de 1,5 m/s até 1,8 m/s, com vazões aproximadas variando de 1.000 m³/h até 1.200 m³/h. O ponto de maior elevação está localizado na Serra do Caparaó, com 1.180m.

O tempo de transporte entre as duas Unidades é de cerca de 61 horas, com velocidade média de 1,8 m/s.

A tubulação é praticamente toda enterrada a cerca de 1,5m de profundidade e protegida contra corrosão, através de revestimento de fita de PVC e um sistema de proteção catódica por corrente impressa.

Sua vida útil projetada era de 20 anos, mas, devido a um melhor controle operacional e menores taxas de corrosão e abrasão, estima-se que ela possa ser estendida para o dobro.

Mais informações em <http://www.samarco.com/port/operacao/mineroduto.asp>.



3.2 - ANÁLISE DE DESEMPENHO

Pode-se entender como desempenho o resultado da combinação das categorias de dado sujeito ou sistema, relacionado com sua finalidade ou essência e representado principalmente por qualidades e quantidades.

Um Sistema é um conjunto de componentes que atuam juntos na execução de um objetivo global em determinado ambiente.

A visão sistêmica de uma análise de desempenho é essencial para que haja o entendimento do todo e não somente das suas partes isoladamente.

Para analisar um sistema em termos de desempenho é necessário representá-lo, ou seja, descrevê-lo em termos de suas características e comportamento previsto de respostas e resultados.

A implantação de uma sistemática para medição de desempenho envolve custos e pessoas. Sendo assim, seguem alguns princípios básicos que devem ser considerados para o sucesso dessa sistemática:

- ✓ Deve-se medir somente o que é importante, ou seja, o que pode causar impacto no sucesso organizacional;
- ✓ Devem-se considerar as perspectivas dos tomadores de decisão na definição das medidas;
- ✓ A sistemática deve proporcionar uma visão da gestão dos recursos da organização (visão vertical ou da eficiência) e da gestão dos resultados da mesma (visão horizontal ou da eficácia);
- ✓ Devem-se envolver os funcionários, sem distinção do nível hierárquico, no projeto e implantação dessa sistemática, assimilando-se as suas práticas do trabalho e promovendo o seu comprometimento com os resultados do processo.

Sabe-se que o objetivo principal da medição de desempenho é identificar se as organizações estão caminhando para o atendimento das metas pré-estabelecidas. Seguem alguns objetivos secundários:

- ✓ Comunicar estratégias e clarear valores;
- ✓ Identificar problemas e oportunidades;
- ✓ Diagnosticar problemas;
- ✓ Entender processos;
- ✓ Definir responsabilidades;

- ✓ Melhorar o controle e o planejamento;
- ✓ Identificar momentos e locais de ações necessárias;
- ✓ Mudar comportamentos;
- ✓ Envolver pessoas nos processos de negócios;
- ✓ Fazer parte ativa da remuneração funcional;
- ✓ Facilitar a delegação de responsabilidades.

MEDIÇÃO DE DESEMPENHO: é a concepção de um sistema de indicadores, buscando-se a montagem da cadeia de causa e efeito, tentando relacionar as ações operacionais com os resultados, metas e padrões a serem atingidos.

INDICADORES DE DESEMPENHO: possibilitam que as avaliações sejam feitas com base em fatos, dados e informações quantitativas, dando maior confiabilidade às informações. São relações matemáticas, medidas quantitativas de um processo ou de um resultado, associado a uma meta. Devem ser de fácil obtenção, compreensão e comparação.

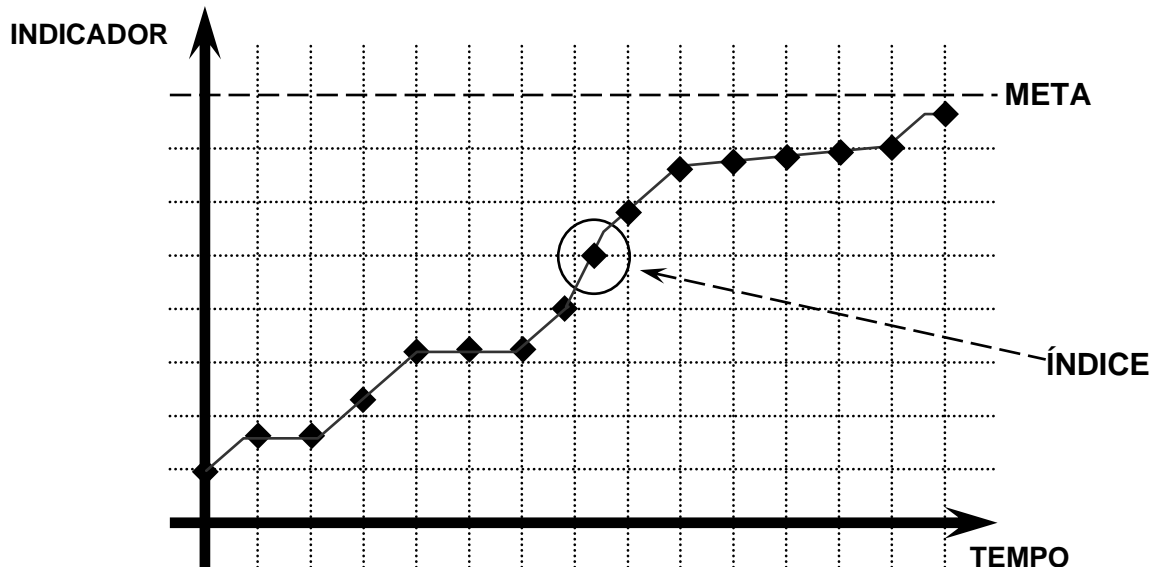
Roteiro para elaboração de indicadores

1. Como será denominado e em que será aplicado?
2. Como será calculado e em que unidade?
3. Como será medido e quais serão as fontes de dados?
4. Com que frequência será medido?
5. Para que vai servir e quais as áreas envolvidas?
6. Que tipos de causas ou efeitos poderão medir e quais serão os padrões adotados?
7. Será utilizado como valor absoluto, valor relativo ou evolução histórica?
8. Que nível de precisão será necessário?
9. Os benefícios de sua utilização serão maiores do que os custos para produzi-lo e acompanhá-lo?

OUTRAS INFORMAÇÕES

- Indicador: são guias que nos permitem medir a eficácia das ações tomadas, bem como medir os desvios entre o programado e o realizado. Através dos indicadores é possível fazermos comparações ao longo do tempo, com relação a dados internos e externos.
- Índice: tudo aquilo que indica ou denota alguma qualidade ou característica especial.
- Coeficiente: propriedade que tem algum corpo ou fenômeno de poder ser avaliado numericamente.

- Taxa: é a relação entre duas grandezas.
- Parâmetros: variável ou constante à qual, numa relação determinada ou numa questão específica, se atribui um papel particular e distinto das outras variáveis ou constantes.



Tipos de indicadores:

- Indicadores Estratégicos: diz respeito a informações corporativas que refletem o desempenho em relação a fatores críticos para o seu êxito;
- Indicadores de Produtividade ou de Eficiência: avaliam a utilização de recursos, em relação aos processos de saída, para consecução do produto ou serviço;
- Indicadores de Qualidade ou de Eficácia: avaliam a satisfação do cliente e as características do produto ou serviço;
- Indicadores de Efetividade ou de Impacto: subsidiam a avaliação das consequências da consecução do produto ou serviço e
- Indicadores de Capacidade: servem para avaliar a capacidade de resposta de um processo analisando-se as suas saídas, por unidade de tempo.

A avaliação do desempenho do transporte depende da visão em que é analisado, podendo ter três abrangências distintas: a operação, o mercado e o ambiente.

- ✓ Operação: visão da eficiência da produção de serviços em relação à utilização dos recursos com uma abordagem eminentemente operacional.
- ✓ Mercado: considera a eficácia do atendimento das necessidades dos clientes tanto individualmente quanto de forma coletiva com uma ênfase mercadológica.
- ✓ Ambiente: quando se consideram os impactos ou externalidades ambientais, sociais e econômicas causadas pela operação do sistema em avaliação.

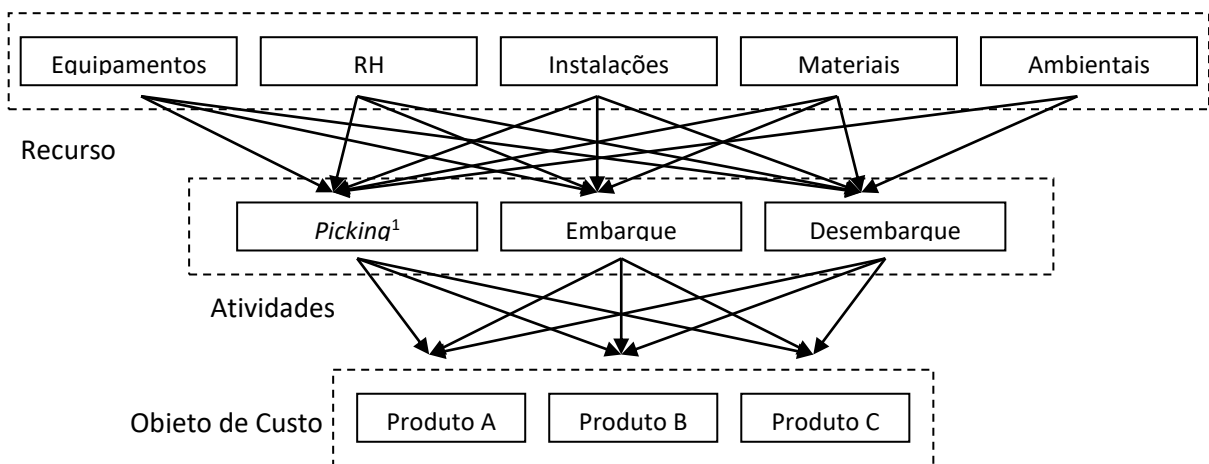
FERRAMENTAS PARA “LIGAR” DESEMPENHO COM CUSTOS

1 – BSC - *Balanced Scorecard* (Kaplan e Norton - 1992) - Integra as medições dos fatores críticos para o sucesso da organização, considerando as suas perspectivas, visão do futuro e os objetivos finais.

Perspectiva	Medidas Genéricas (Exemplos)
Financeira	Retorno sobre o investimento Valor econômico agregado
Do cliente	Satisfação, retenção, participação de mercado e participação de conta
Interna	Qualidade, tempo de resposta, custo e lançamento de novos produtos
Aprendizado e crescimento	Satisfação dos funcionários Disponibilidade de sistemas de informação

2 – ABC - *Activity Based Costing*: Essa técnica relaciona os custos (estimados) dos recursos (pessoal, equipamentos e instalações) com as atividades (causas da utilização dos recursos), processos e produtos, possibilitando um maior entendimento das causas e dos resultados do desempenho global da empresa.

Exemplo:



1- Separação e preparação de pedidos

Exemplo para Avaliação de Desempenho de Empresas Ferroviárias

Indicadores de	Indicadores de	Indicadores de Auto-
----------------	----------------	----------------------

Desenvolvimento	Satisfação dos Clientes	suficiência do Operador
De Comunidades Locais	Acessibilidade	Desemp.Operacional
Bem-estar Social	Segurança	Produtividade
Desenv.Econômico	Confiabilidade	Recursos
Qualidade Ambiental	Preço	Produção
Nacional	Adequação	Eficiência
Desenv.Econômico	Relação com o Cliente	Vida no Trabalho
Integração Modal		Inovação
-	-	Qualidade
-	-	Segurança
-	-	Desempenho Financeiro

Exemplo de Indicadores de Desempenho da Movimentação de Container

a) Taxa Média de Ocupação

Unidade de medida: % (por cento)

Cálculo:

$$\frac{\text{somatório do tempo atracado em horas} / (365 * 24) * (100)}{\text{n}^{\circ} \text{ de berços}}$$

Utilidade: Verifica o nível de utilização das instalações do terminal ou conjunto de berços

b) Índice Médio de Containerização

Unidade de medida: % (por cento)

Cálculo:

$$\frac{\text{Total, em toneladas, dos containeres movimentados} * (100)}{\text{total em toneladas de carga geral movimentada}}$$

Utilidade: Indica a taxa de utilização deste tipo de contentor ou embalagem, podendo caracterizar o perfil do terminal ou do porto

c) Atendimento ao Tráfego

Unidade de medida: % (por cento)

Cálculo:

$$\frac{\text{total de containeres movimentados no terminal} * (100)}{\text{total de contêineres movimentados no porto}}$$

Utilidade: Indica a importância relativa de cada terminal ou conjunto de berços na movimentação contêineres em relação à movimentação total de contêineres no porto

d) Tamanho Médio de Consignação

Unidade de medida: unidades/navio

Cálculo:

$$\frac{\text{somatório das unidades movimentadas}}{\text{nº de atracções}}$$

Utilidade: Indica a característica do tamanho de navio que frequenta o porto, para movimentação de contêiner, em cada terminal ou conjunto de berços

e) Prancha Média

Unidade de medida: unidades/h

Cálculo:

$$\frac{\text{somatório das unidades movimentadas}}{\text{tempo atracado em h}}$$

Utilidade: Indica a produtividade média de cada terminal ou conjunto de berços, medida em relação ao tempo de atracação dos navios, tomado como tempo de atendimento.

f) Desbalanceamento ou Imbalance

Unidade de medida: % (por cento)

Cálculo:

$$\frac{\text{total em unidades exportadas} * (100)}{\text{total de unidades movimentadas}}$$

Utilidade: Indica o desbalanceamento entre Importação e Exportação de contêineres cheios do terminal ou do porto

g) Relação Cheio/Vazio

Unidade de medida: % (por cento)

Cálculo:

$$\frac{\text{total em unidades de contêineres cheios}}{\text{total em unidades de contêineres movimentados}} * (100)$$

Utilidade: Indica a quantidade útil de unidades movimentadas no terminal ou no porto

h) Tempo Médio de Espera

Unidade de medida: h (hora)

Fórmula de cálculo:

$$\frac{\text{somatório do tempo de espera de atracção dos navios}}{\text{quantidade de atracções}}$$

Utilidade: Indica o tempo gasto em espera para atracção dos navios contêineres, para cada terminal ou conjunto berços

i) Quantidade de Atracções

Unidade de medida: unidades

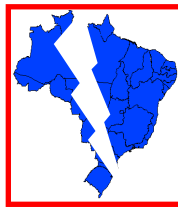
Utilidade: Indica a quantidade de atrações que compõe a amostragem para o cálculo dos indicadores de desempenho para container

j) Quantidade de Containeres

Unidade de medida: unidades

Utilidade: Indica a quantidade de containeres que compõe a amostragem para o cálculo dos indicadores de desempenho

3.3 - INTERMODALIDADE E MULTIMODALIDADE



"Sem caminhão, o Brasil para".

3.3.1. TRANSPORTE INTERMODAL DE CARGAS

A intermodalidade, fisicamente, é a mesma coisa, ou seja, o transporte da carga por mais de um modal para alcançar o seu destino. O que diferencia a multimodalidade e a intermodalidade é a questão documental e a responsabilidade.

Nesse tipo de operação, cada transportador emite o seu próprio documento de transporte unicamente para o seu trajeto contratado. Quanto à responsabilidade, cada um responde pelo seu trecho de transporte, de acordo com o documento de transporte emitido.

3.3.2. TRANSPORTE MULTIMODAL DE CARGAS

É o transporte realizado por intermédio de mais de um modal, para que a carga possa atingir o seu destino estabelecido no contrato entre vendedor e comprador.

Evolução da Utilização Multimodal

Fase 1 - Movimentação caracterizada apenas pelo uso de mais de um modal.

- ✓ Ineficiência na transferência da carga.
- ✓ Um documento por modo de transporte.
- ✓ Cada transportador responsabiliza-se pelo seu transporte.
- ✓ Carga sob responsabilidade do embarcador.

Fase 2 - Melhoria da eficiência na integração entre modais. A utilização de contêineres, de equipamentos de movimentação em terminais e de outros instrumentos especializados na transferência de carga de um modal para outro, possibilita a melhoria do desempenho no transbordo da carga.

Intermodalidade - Mesmas características da Fase 1, com melhoria na transferência da carga (transbordo) devido a inclusão dos contêineres.

Fase 3 - Integração total da cadeia de transporte, de modo a permitir um gerenciamento integrado de todos os modais utilizados, bem como das operações de transferência, caracterizando uma movimentação porta-a-porta com a aplicação de um único documento.

Documento de transporte (Documento ou Conhecimento de Transporte Multimodal) emitido por um Operador de Transporte Multimodal (OTM), que se responsabiliza por todo o percurso, respondendo ao dono da carga por qualquer problema ou avaria.

Obs.: Este operador precisa necessariamente possuir os ativos necessários para a execução da movimentação.

Legislação

A multimodalidade foi criada pela Lei 9.611/1998, de 19/02/98, e regulamentada pelo Decreto 3.411/2000, de 12/04/00 após um atraso de 20 meses, já que estabelecia um prazo de 180 dias para sua regulamentação.

Resolução nº 37 de 08/12/2000 da Superintendência de Seguros Privados (SUSEP), dispõe sobre o seguro para a carga administrada pelo OTM.

Resolução nº 94, de 30 de setembro de 2002 - O Ministério da Fazenda autorizou a SUSEP a editar as normas para regulação do Seguro de Responsabilidade Civil do Operador de Transporte Multimodal (revoga a Resolução nº 37/2000 nos âmbitos Nacional e Internacional).

O Seguro de Responsabilidade Civil do OTM está sendo negociado entre a ANTT e a SUSEP, uma vez que não houve seguradora interessada em fazer apólices nas condições estabelecidas pela Resolução nº 37/2000.

O Decreto 5276/2004 de 19/12/2004 modifica o Decreto 3411/2000 no que tange ao seguro das mercadorias sob custódia.

01/02/2005 – Anúncio da ANTT sobre a habilitação dos primeiros OTM: CVRD, Interlink Transportes Internacionais, Norgistics Brasil Operador Multimodal e Transportes Excelsior.



Nos EUA foi promulgada em 1991 uma lei chamada de ISTEIA, “*Intermodal Surface Transportation Efficiency Act*” ou Lei da Eficiência do Transporte Intermodal de Superfície.

Responsabilidade do Consignador

Para a operacionalização, o **consignador**, representando o interessado no transporte da carga, entrega a mercadoria ao OTM firmando com este um Contrato de Transporte Multimodal.

Cabe ao **consignador**, ainda, marcar ou rotular as mercadorias perigosas, informando ao OTM acerca da periculosidade, a fim de evitar que, inadvertidamente, sejam tomadas medidas de desembarque, destruição ou inutilização da carga. Nesses casos, o ônus das perdas existentes por falta ou negligência de informação será assumido pelo consignador, sem qualquer pagamento compensatório.

Vantagens da utilização da multimodalidade

- ✓ permite manipulação e movimentação mais rápida, eficiente e ágil da carga, inclusive as operações de transbordo;
- ✓ garante maior proteção à carga, reduzindo riscos de danos e avarias;
- ✓ diminui os custos de transporte a partir da unitização e consolidação da carga;
- ✓ estimula a competitividade com o comércio internacional cuja prática é amplamente difundida entre os países desenvolvidos;
- ✓ melhora a qualidade do serviço prestado, pela utilização de operadores responsáveis e de serviços de transporte eficientes e
- ✓ aumenta a confiabilidade de entrega.

Depoimentos

“O sistema pode reduzir em até 40% o custo das empresas na logística. Ainda mais para produtos de baixo valor agregado como minério de ferro, cimento e grãos, em que as companhias ganham pela quantidade.”

Leonardo Zylberman, gerente da filial carioca da Integration Consultoria Empresarial

“Nossos caminhões gastam em média 3 vezes mais pneus e 2 vezes mais manutenção que os congêneres americanos, e esse gasto representa, aproximadamente, um incremento de 9% no custo de transporte rodoviário. Isso sem falar no adicional de combustível e na perda de produtividade ocasionada pela velocidade média menor.”

“A participação da logística no PIB dos EUA hoje é de 10%, enquanto a do Brasil é estimada em 16%, a mesma dos americanos em 1986.”

“Melhorar estradas é um gasto necessário, mas o fundamental é ganhar produtividade em algumas cargas de grande volume, que podem prescindir do modal rodoviário (como a soja, por exemplo), com o uso de ferrovias e hidrovias. Se fosse possível escoar a soja por outros modais, sobraria caminhão no começo do ano.”

Professor Hugo Yoshizaki, do departamento de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

“É preciso ficar claro que a multimodalidade deixou de ser uma alternativa de transporte para se tornar um requisito essencial para que as companhias se tornem mais competitivas no cenário nacional ou internacional, principalmente em grandes distâncias, quando o custo do transporte é maior.”

Glauber Della Giustina, gerente de negócios da Kom International/ABGroup.

“Os investimentos em infraestrutura de transportes precisam ser orientados no sentido de produzir uma matriz logística na qual a fatia do modal rodoviário no transporte da soja cairia dos atuais 80%, para apenas 33%. O maior volume iria para as ferrovias, quase 40%, respondendo o sistema hidroviário pelos restantes 27% do transporte.”

Estudo do GEIPOT - Grupo de Estudos de Integração de Política de Transportes, que analisou 16 polos de produção de soja, englobando a região Centro Oeste, o sul da região Norte e o oeste da região Nordeste.

As Características dos Modais no Transporte Multimodal e Intermodal

Modo Rodoviário

O transporte rodoviário se caracteriza pela facilidade na entrega da mercadoria, realizando **ligações** entre o transporte multimodal e intermodal. Essas ligações objetivam buscar os produtos para exportação na fonte e embarcar em outros modais ou o inverso, no caso das importações, entregando na porta os produtos trazidos por outros modais.

É recomendável para curtas e médias distâncias na exportação ou importação de bens. Proporciona **agilidade e flexibilidade** tanto no deslocamento de cargas, isoladas ou em conjunto com outras e também na integração de regiões.

Vantagens:

- Simplicidade de funcionamento (bom para embarques urgentes de curta e média distâncias);
- Entrega direta e segura dos bens ao importador;
- Manuseio mínimo da carga pois, o caminhão segue lacrado até ao destino;
- Entrega rápida em distância curta e
- Embalagens mais simples e baixo custo.

Modo Ferroviário

A agilidade do transporte ferroviário não se compara à do rodoviário, pois as cargas, geralmente, têm de ser levadas a ele e não possui flexibilidade no percurso.

Vantagens:

- Custo menor de transporte;
- Frete mais barato que o rodoviário;
- Efetua as viagens sem problemas de congestionamento;
- Existência de terminais de carga próximos às fontes de produção;
- Proporciona o transporte de grande quantidade de mercadoria de uma só vez;
- Mais adaptado para cargas agrícolas a granel, derivados de petróleo, produtos siderúrgicos e containeres.

Modo Aquaviário (Marítimo)

O transporte marítimo representa a quase totalidade dos serviços internacionais de movimentação de carga. É o meio mais utilizado no comércio exterior porque se caracteriza pelo baixo custo.

A implantação da consolidação documental da carga marítima possibilita a redução do custo do transporte para o exportador/importador. Desse modo, o embarcador pode arcar apenas com a taxa representativa da fração do espaço utilizado, prática conhecida no exterior como *boxrate*, permitindo aos agentes consolidadores de carga fracionar o custo total do container entre os interessados.

Além da agilidade e eficiência advindas da consolidação da carga, acelerando o seu deslocamento a custo menor, outro benefício é o de promover concorrência entre os agentes consolidadores, através da inevitável transferência de parte das diferenças de fretes obtidas junto aos armadores para os exportadores.

Modo Aéreo

Em razão da velocidade utilizada, o transporte aéreo é utilizado para pequenas cargas e que tenham urgência na entrega. Os fatores básicos de segurança, ética e operacionalidade estão estabelecidos nas normas da IATA (*International Air Transport Association*) e em acordos e convenções internacionais.

Vantagens:

- Crescente aumento de frotas e rotas;
- Rapidez maior no transporte;
- Ideal para envio de mercadorias com pouco peso ou volume e alto valor;
- Eficácia comprovada na prioridade de entrega (urgência);
- Acesso a determinados mercados, difíceis de alcançar por outros meios de transporte;
- Redução dos gastos de armazenagem. Possibilidade de manutenção de pequeno estoque no caso de indústria que utiliza o sistema *just in time*, com embarque diário que reduz os custos de capital de giro;
- A diminuição nos custos das embalagens, que não sofrerão muita manipulação e não precisam ser muito resistentes e;
- Frete inferior ao marítimo, conforme a mercadoria, quantidade e local de origem.

Os Agentes de Carga são os intermediários entre as empresas aéreas e os usuários. Para atuação neste ramo de negócio, precisam ser propostos por uma empresa aérea, reconhecidos e credenciados pela IATA e pelo ANAC (Departamento de Aviação Civil).

Em geral, os embarques não são negociados pelos exportadores diretamente com as empresas aéreas, exceto quando se tratar de grandes quantidades. Os interessados em enviar seus produtos para o exterior recorrem aos agentes de carga aérea, pois estes estão bem informados quanto a voos, empresas, rotas, vagas em aeronaves, fretes e têm facilidades em obter descontos nos fretes com a consolidação de cargas. Os agentes auferem rendimentos com a cobrança de taxas de expedientes.

QUANTIDADE DE TONELADAS-KILOMETRO TRANSPORTADAS POR MODALIDADE E POR PAÍS

PAÍS	RODOVIÁRIO	AQUAVIÁRIO	FERROVIÁRIO
Alemanha (1)	63	17	20
Bélgica (2)	73	12	15
Brasil (1)	65	15	20

China (5)	13	50	37
Dinamarca (4)	76	11	13
Estados Unidos (3)	33	23	44
França (2)	74	4	22
Holanda (2)	40	55	5
Hungria (3)	61	7	32
Itália (2)	90	0	10
Japão (2)	55	41	4
México (3)	74	9	17
Polônia (1)	55	1	44
Reino Unido (1)	68	24	8
Romênia (1)	39	10	51
Suécia (2)	58	14	28

FONTES: AET Obs.: (1) 1999; (2) 1998; (3) 1997; (4) 1996; (5) 1995. * inclui cabotagem

Acoplamento entre os Modos de Transporte

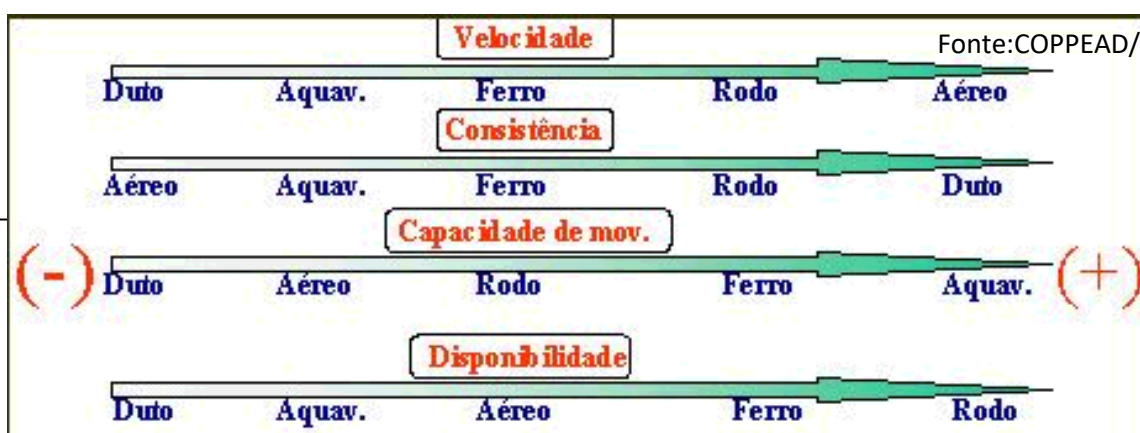
Container on flatcar (COFC): Um container sobre um vagão ferroviário. Podem-se colocar dois containeres sobre um vagão (*double stack*) para aumentar a produtividade da ferrovia.

Obs.: Inviável no Brasil devido às restrições de altura em túneis.

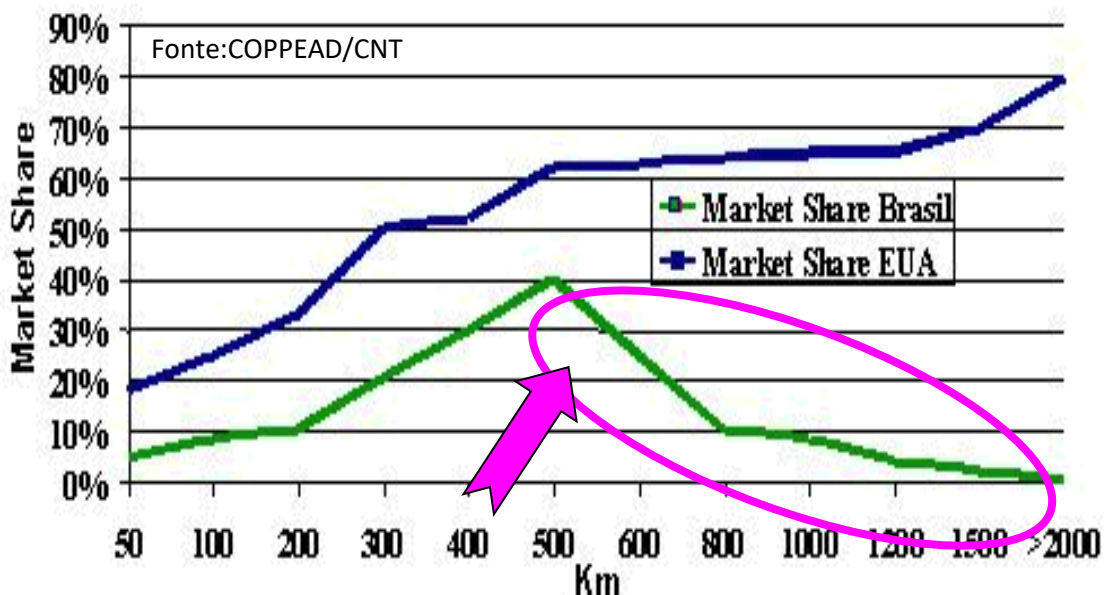
Trailer on flatcar (TOFC): Também conhecido como *piggyback*. Coloca-se uma carreta (semi-reboque) sobre um vagão plataforma (redução dos custos e tempo com transbordo da carga entre os modais).

Car less (Rodotrilho): Consiste na adaptação de uma carreta que é acoplada a um vagão ferroviário igualmente adaptado, conhecido como *truck* ferroviário.

Avaliação dos Atributos de cada Modal



Análise da Participação da Ferrovia no Mercado Nacional e Americano



3.4 - CAPACIDADE DOS MODOS DE TRANSPORTE

Conceitos Básicos

1-Origem do termo "capacidade" >> Origem da palavra latina "capacitas" que na sua acepção básica significa o volume interior de um corpo vazio.

2-Capacidade de um modo de transporte >> Em termos gerais é a expressão de sua potencialidade de atender uma determinada demanda em trecho específico do sistema, dentro de níveis de serviço fixados.

Capacidade do Modo Ferroviário

Considerando-se uma linha ou um ramal em toda sua extensão, normalmente a sua capacidade é expressa pelo menor valor que se obtém entre dois pátios

consecutivos naquele trecho do sistema, percurso este que recebe o nome de "**seção crítica de capacidade**".

Esta capacidade é influenciada pelos fatores internos e externos ao âmbito da ferrovia:

- **Fatores Internos**

1-características geométricas e construtivas da via permanente (geométricas: rampa e curva; construtivas: tipo de trilho, tipos de AMV, resistência da grade ferroviária etc.).

2-características operacionais do material rodante de tração e rebocado (tração: potência, peso, velocidade da locomotiva etc.; rebocado: dimensões internas e externas, facilidade para carga e descarga etc.)

3-características do plano de via (distância entre pátios, comprimento dos desvios etc.)

4-características do sistema de licenciamento de trens e seu controle (grau de automação, modo de controle etc.)

5-nível de treinamento e de disciplina das equipes operacionais.

6-eficiência do gerenciamento operacional (transporte, movimento, mecânica, via, obras etc.).

- **Fatores externos**

1-características tipológicas, sazonais e locacionais da demanda.

2-características físicas do meio ambiente.

3-marco institucional (legislações trabalhista, ambiental, fiscal e tributária).

4-interferências externas sobre a faixa de domínio (existência de passagem de nível, restrição por trecho, cruzamento em área urbanizada etc.).

Capacidade do Modo Aquaviário

É condicionada por três grupos de fatores limitadores:

1 - derivados das condições da rota;

2 - relativos às características dos terminais e

3 - vinculados ao tipo de carga.

As restrições derivadas das condições da rota a ser operada se manifestam em dois aspectos principais:

1 - quanto às dimensões do navio de projeto, ou seja, **comprimento** (medida, no sentido longitudinal, entre a proa e a popa), **boca** (largura do casco medida a meio-navio) e **calado** (altura da quilha à linha de água);

- **Comprimento máximo** >> Relacionada com o diâmetro da bacia de evolução^A, cujo mínimo deve ser de 1,8 vezes o comprimento do maior navio previsto.
- **Boca máxima** >> Deve ter dimensão para o tráfego nos dois sentidos, com uma relação mínima de 5 bocas do navio projeto considerado.
- **Calado máximo** >> É a diferença entre a profundidade mínima (computada a influência da maré vazante, se for o caso) e o pé de piloto (distância de segurança entre o fundo do navio e o fundo do corpo de água; é, em geral, 1,5 m).

A - área próxima às instalações de acostagem reservada para as evoluções necessárias às operações de atracação e desatracação do navio no porto.

2 - quanto ao fluxo de navios na rota em análise, com obstáculos como estreitos, canais naturais ou artificiais, amplitude de marés, eclusas e comportas (formação de filas).

No caso da navegação fluvial, distinguem-se quatro aspectos diferentes quanto à movimentação como fator de limitação de capacidade:

- rios que por sua profundidade e largura não apresentam restrições à navegação, e assim como no mar, o problema passa a ser pautado pela capacidade dos terminais;
- rios eclusados, cuja capacidade passa a ser expressa pela capacidade da eclusa de menor fluxo de transposição;
- rios com passagens estreitas, providas de semáforo ou não, que por similaridade se comportam como estações de serviço, com analogia ao caso das eclusas.
- regime das águas: em vazante restringe o carregamento das embarcações e cheias paralisam as operações, seja pela velocidade e força da correnteza ou pelo desaparecimento das referências para navegação.

Capacidade do Modo Rodoviário

Capacidade Rodoviária >> É o número máximo de veículos que tem a probabilidade de passar em um dado trecho de uma pista ou de uma via, em certa direção ou em ambas, nas estradas de mão dupla, durante certo período de tempo, nas condições prevalentes da via e do tráfego.

No Brasil, os estudos de capacidade rodoviária são baseados no *Highway Capacity Manual* - HCM.

O HCM distingue três tipos de capacidade, utilizando o automóvel como unidade de referência:

1 - Capacidade Básica: é o número de automóveis que pode passar por um dado ponto de uma faixa ou de uma pista durante uma hora, sob condições de tráfego e de pista mais próximas do ideal que possam ser obtidas.

2 - Capacidade Possível: é o número máximo de veículos que podem passar por um dado ponto de uma faixa ou de uma pista durante uma hora, sob as condições de tráfego e pista prevalentes.

3 - Capacidade Prática: é o número máximo de veículos que podem passar por um dado ponto de uma faixa ou de uma pista, determinados durante uma hora, sem que a densidade do tráfego seja tão grande que cause atrasos, perigo ou restrições à liberdade de manobra do motorista sob condições de pista e de tráfego prevalentes.

Três motivos para a Capacidade Possível ser excedida:

- 1 - condições da via, permanentes e mutáveis por obra;
- 2 - condições de tráfego, variáveis em função das características do fluxo de veículos e;
- 3 - condições do ambiente.

Pontos notáveis do projeto rodoviário que determinam a capacidade:

1 - Seções normais da rodovia com os seguintes fatores primários: qualidade do projeto geométrico, largura das pistas, desobstrução lateral, existência de acostamento, pistas auxiliares, pistas para veículos comerciais nas rampas longas.

2 - Interseções em nível com quatro fatores: condições básicas de projeto (largura, operação e estacionamento), demanda (urbanização e localização), movimentos giratórios (direita, esquerda, pedestres e pista auxiliar) e controles (sinais e proibições quanto a carga)

3 - Seções de entrelaçamento: fluxos não interferindo nas trajetórias normais, interferência da velocidade dos veículos e comprimento da seção de entrelaçamento.

4 - Acessos à via: geometria do acesso e fluxo nas pistas adjacentes.

Características das interseções

Não-controladas: quando as vias interceptantes são aproximadamente da mesma importância e com volumes de tráfego pequenos. As situações conflitantes são resolvidas pela aplicação das convenções da circulação geral, ou seja, "a prioridade é de quem vem pela direita e tem sua direita livre".

Com prioridades: quando uma das vias tem prioridade de tráfego bem definida em relação as outras. A via secundária será usualmente controlada por alguma forma de sinalização ("PARE" ou "DÊ PREFERÊNCIA").

Com partilha de espaço: quando todos os veículos partilham do mesmo espaço de interseção sem que qualquer fluxo receba prioridade.

De tempo partilhado: quando os diferentes fluxos recebem alternadamente o direito de passagem em momentos sequenciais distintos, determinados por sinais luminosos ou por policiais.

Capacidade do Modo Aéreo

É normalmente limitada pela capacidade de atendimento dos aeroportos, expressa em números de movimentos das aeronaves (aterrissagens e decolagens) suportadas por sua(s) pista(s) em um dado período (ano e hora de pico).

No Brasil utilizam-se dois conceitos de capacidade em relação aos períodos anual e horário da *Federal Aviation Agency* - FAA:

⇒ *Practical Annual Capacity* – PANCAP (Capacidade Prática Anual) e

⇒ *Practical Hourly Capacity* – PHOCAP (Capacidade Prática Horária).

São variáveis, determinadas por uma aproximação de ordem prática, que representam a quantidade, o tipo e o posicionamento das pistas operacionais disponíveis no aeroporto sob análise em relação ao período de tempo avaliado.

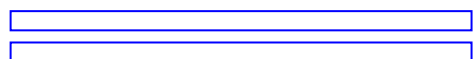
A FAA conduz a cinco tipos de *layout* de pistas de acordo com a demanda prevista:

Dist. entre pistas < 1.050 m



A

Dist. entre conjunto de pistas > 1.500



D



B



E



C

Dist. entre pistas > 1.050 m e <1.500



Capacidade do Modo Dutoviário

O cálculo da capacidade do duto está estritamente vinculado à área de Mecânica dos fluidos.

As relações entre a concentração e a velocidade do elemento a transportar e o material do duto são fatores primordiais para a definição da sua capacidade.

A quantidade de dado produto a transportar “Q”, com determinado peso específico “P”, transportado por um duto de seção transversal “S”, em um determinado espaço de tempo “t”, cuja velocidade “v” determinada pelas bombas, pode ser calculada pela seguinte expressão:

$$Q = P \times S \times t \times v$$

A velocidade média do fluido movimentado (v) é função da resistência oposta pelas paredes do duto e das características do líquido e do tubo. Esta relação envolve o número de Reynolds (R) e é expressa da seguinte forma:

$$R = (v \times d \times \rho) / \mu \text{ onde}$$

“d” é o diâmetro do tubo, “μ” é a viscosidade do fluido transportado e “ρ” é a massa específica do mesmo fluido.

UNIDADE IV – DISTRIBUIÇÃO FÍSICA

Os itens 4.1 Análise do Canal de Distribuição, 4.2 Atores envolvidos e 4.3 Configurações possíveis, fazem parte da primeira apostila iniciando na pg. 15.

4.4 – INSTALAÇÕES FÍSICAS

4.4.1 – ARMAZÉNS E CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO

Ballou (1993) define Armazenagem como à administração do espaço necessário para manter estoques. Envolve várias vertentes adicionais, tais como localização, dimensionamento de área, arranjo físico (*layout*), recuperação de estoque, projeto de docas e para atracação de veículos para o armazém.

É considerada também a atividade que compreende o planejamento e o controle das operações destinadas a abrigar e manter adequadamente o material estocado em condições de uso, bem como expedir, no momento oportuno os materiais necessários à empresa para produção ou distribuição.

Sendo assim, o principal objetivo do armazenamento é otimizar o espaço disponível, proporcionando a movimentação rápida e fácil de insumos e produtos acabados, desde a etapa do recebimento até a sua expedição. Secundariamente, objetiva-se também a utilização coerente dos recursos disponíveis, tais como equipamentos e pessoas e a rápida acessibilidade aos itens em estoque.

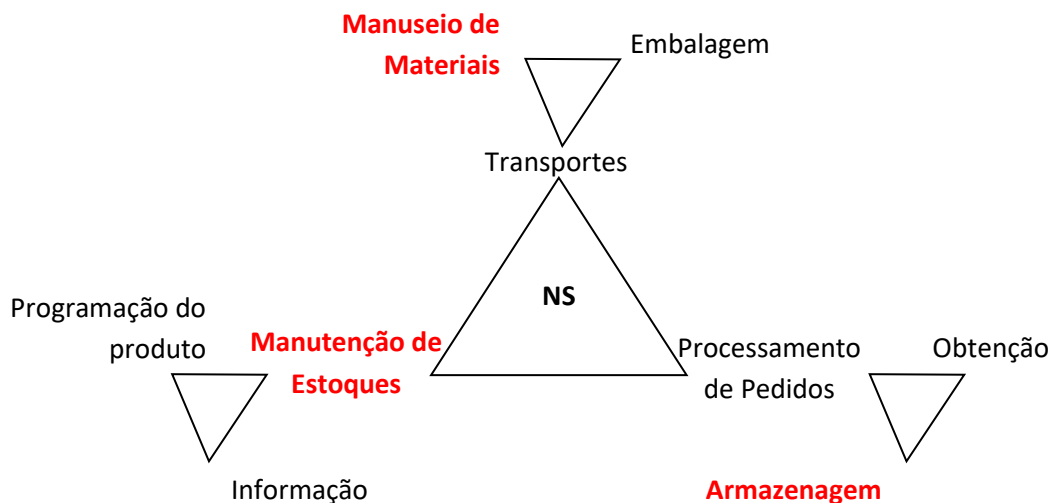
Na maioria dos sistemas produtivos é inviável produzir e entregar certo produto de forma instantânea. É neste contexto que se insere a Manutenção de Estoques, pois como geralmente necessita-se ter disponibilidade de produção para atendimento à demanda, o estoque torna-se fundamental, pois agem como amortecedores entre oferta e demanda.

Neste momento cabe definir Estoque como regras e meios para se manter a quantidade de mercadorias disponível para uso (insumos) ou venda (produtos acabados), sempre que precisar, assim como medida de fornecimento rápido. (Ballou, 2007)

Para Ballou (1993) as atividades-chave primárias para se atingir os objetivos logísticos (custo e nível de serviço adequados) são transportes, manutenção de estoques e processamento de pedidos.

Além das atividades-chave, há ainda outras atividades adicionais que apoiam as primárias, quais sejam: armazenagem, manuseio de materiais, embalagem, obtenção, programação de produtos e manutenção da informação. Esse relacionamento entre atividades está em destaque na figura 1 a seguir.

Figura 1 – Atividades-chave x Atividades de Apoio

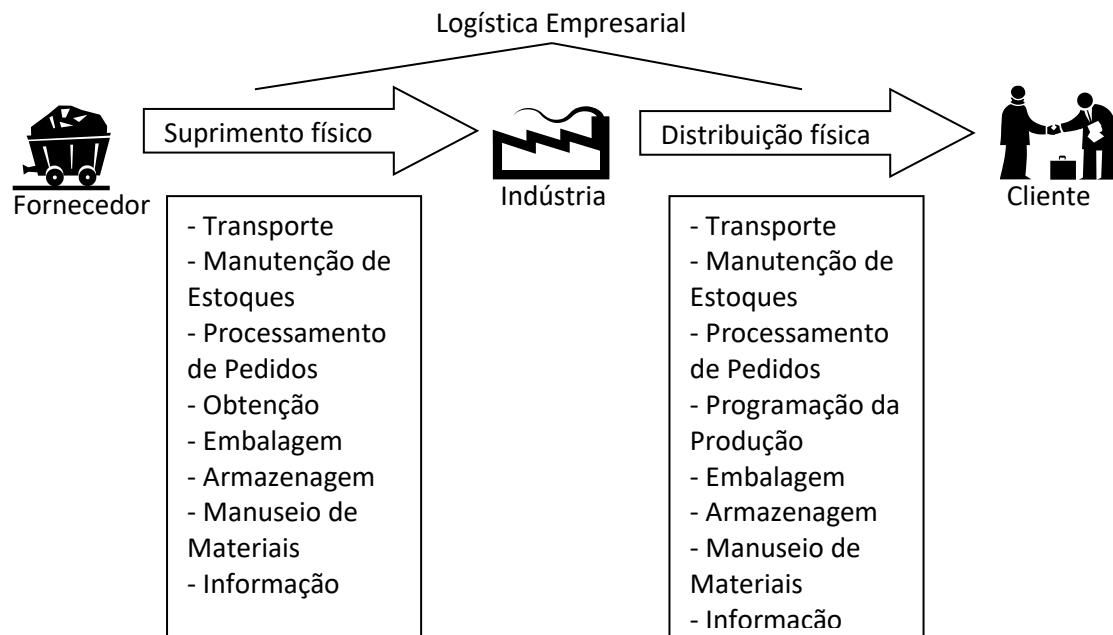


Fonte: adaptado de Ballou (1993)

Destacam-se no relacionamento exposto na figura 1 algumas atividades de apoio: armazenagem e manuseio de materiais. A primeira que impacta diretamente no processamento do pedido do cliente e a segunda caracteriza-se como a movimentação de mercadorias entre o recebimento e a armazenagem e deste até o ponto de expedição. Esta última, apesar de influenciar diretamente no transporte, está também vinculada à armazenagem e a manutenção de estoques.

Relembrando, pode-se considerar a logística empresarial como o conjunto formado pelo suprimento físico (lado do fornecedor), a produção e a distribuição física (lado do cliente final). Esse conjunto está explicitado na figura 2 vinculando as partes às atividades-chave e de apoio.

Figura 2 – Logística Empresarial



As principais atividades executadas em um armazém são:

- ✓ Recebimento do material (descarregamento, inspeção e separação);
- ✓ Movimentação da carga;
- ✓ Expedição (*picking*⁵ e carregamento);
- ✓ Segurança da carga;
- ✓ *Picking* (separação e preparação de pedidos);
- ✓ Consolidação e desmembramento de carga;
- ✓ Unitização da carga.

Podem-se considerar dois motivos para se armazenar em um sistema logístico:

a) Econômicos:

- ✓ Possibilidade de consolidação (Fig.3) e desmembramento (Fig.4) de carga;
- ✓ Redução do custo de transporte (economia de escala);
- ✓ Utilização de lotes econômicos (fixar as quantidades a produzir/encomendar em cada momento da produção);
- ✓ Redução dos níveis de risco de produção.

⁵ A atividade de *picking* pode ser definida como a atividade responsável pela coleta de vários produtos, nas quantidades corretas, da área de armazenagem para expedição, para satisfazer as necessidades do consumidor.

b) De serviços:

- ✓ Identificar a melhor origem da oferta;
- ✓ Capacidade de ajustar tempo e espaço entre produtor (suprimento) e consumidor (demanda);
- ✓ Adequar-se as oscilações do mercado;
- ✓ Suportar o nível de serviço (entregas no prazo).

Figura 3 – Esquema de Consolidação da Carga

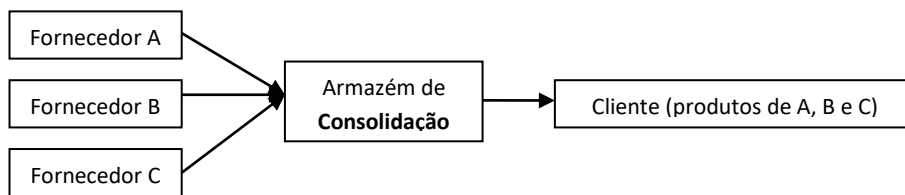
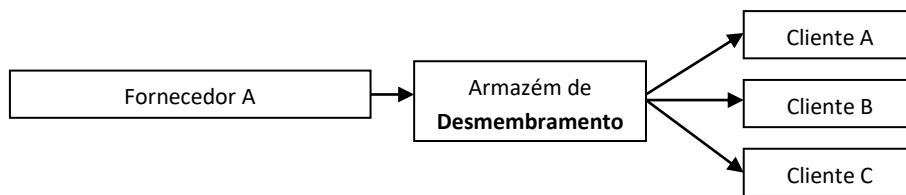


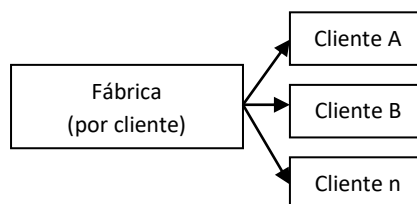
Figura 4 – Esquema de Desmembramento da Carga



Quanto à existência de armazém, podem-se considerar duas configurações básicas em um sistema produtivo e de distribuição:

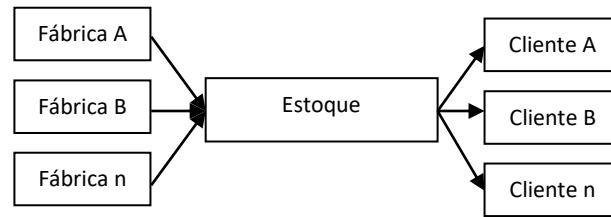
a) Descentralizada (figura 5): sem armazenagem do produto final, na fábrica efetua-se a separação dos lotes por clientes, enviando-os diretamente.

Figura 5 – Distribuição Descentralizada da Carga



b) Centralizada com *cross-docking* (figura 6): atende a vários clientes por vários fornecedores. Consiste em receber mercadorias consolidadas, separá-las e recarregar os veículos de maneira que cada um siga para um único destino.

Figura 6 – Distribuição Centralizada da Carga



4.4.2. FORMAS DE ARMAZENAMENTO

As formas mais comuns para armazenagem são (Figura 7):

a) Sobre piso, com ou sem palete	b) Porta palete (prateleiras)	c) <i>Drive-in</i>
d) Cantilever	e) Paletização Dinâmica	f) <i>Flowrack</i> .

Figura 7 – Formas de Armazenamento



Fontes:

- a) <http://www.alphamadembalagens.com.br/photos/caixas-empilhadas.jpg>
- b) http://images04.olx.com.br/ui/3/92/36/60218636_2.jpg
- c) http://www.sjf.com/guides/drive_in_rack.jpg
- d) <http://www.interlakemecalux.com/external/products/en-US/prod-cantilever-ilu.jpg>
- e) http://www.adclass.com.br/img/class/102009/paletizacion_dinamicas_5681.jpg
- f) http://media.ssi-schaefer.de/uploads/pics/bereitstellregal_27.jpg

4.4.3. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NO ARMAZENAMENTO

Os principais equipamentos para movimentação de materiais são (Figura 8):

a) Transpalete	b) Empilhadeira frontal	c) Empilhadeira lateral
d) Transelevador	e) Pórtico móvel	f) Guincho de coluna
g) Roletes	h) Esteiras	i) <i>Picking</i> dinâmico

Figura 8 – Tipos de Equipamentos

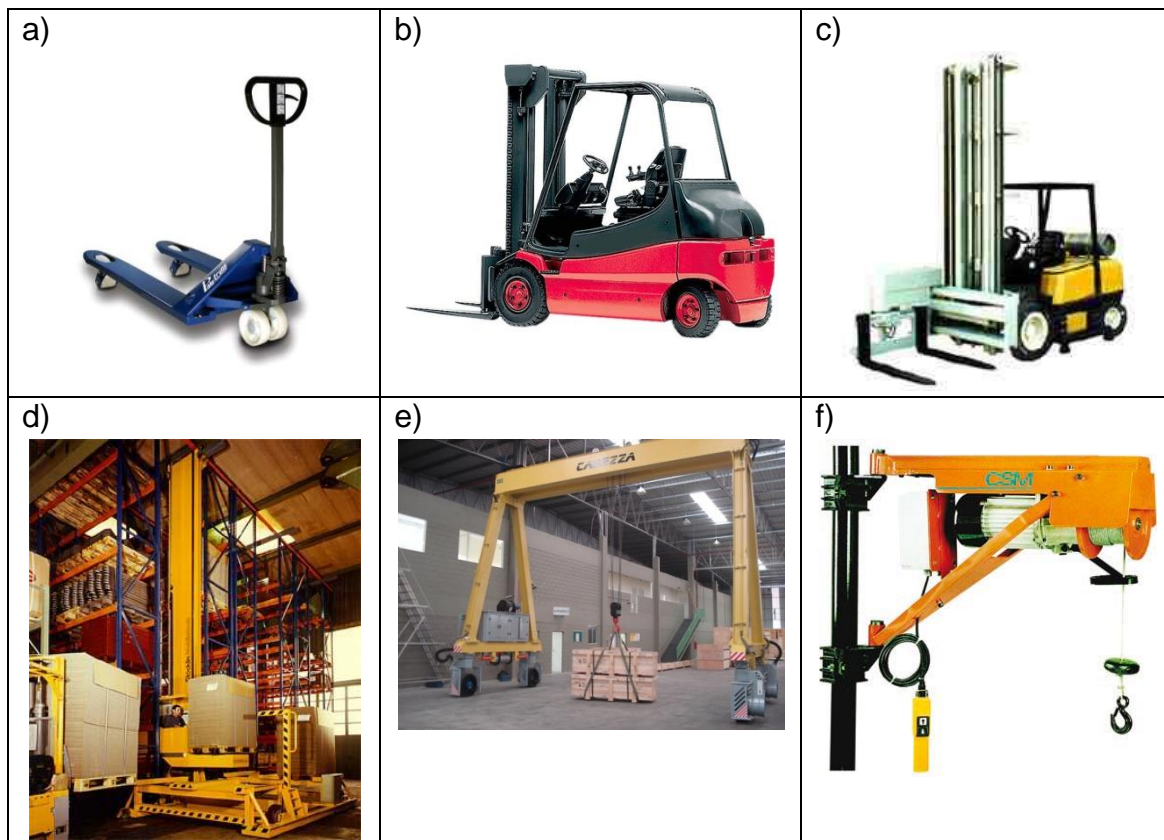
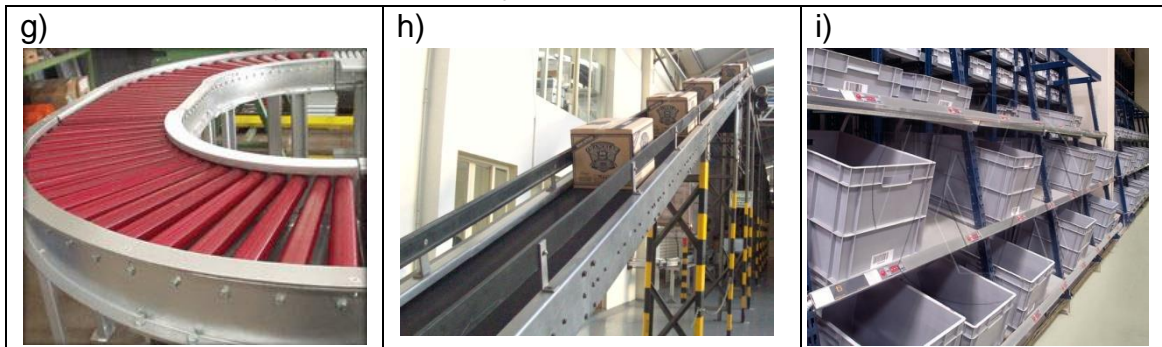


Figura 8 (continuação) – Tipos de Equipamentos



Fontes:

- a) [http://www.alphaquip.com.br/loja/images/TM2220rs-p\[1\].jpg](http://www.alphaquip.com.br/loja/images/TM2220rs-p[1].jpg)
- b) <http://www.frontal.com.br/image/e20.jpg>
- c) http://www.jms.com.br/imagens/produto_76.jpg
- d) http://vastbesth.com.br/port/stoecklin/imgens/SLD_equipmanual.jpg
- e) <http://www.logismarket.ind.br/ip/cabezza-portico-sobre-pneu-portico-sobre-pneus-cabezza-697075-FGR.jpg>
- f) <http://www.lojadomecanico.com.br/imagens/GuinchodeColuna.jpg>
- g) <http://www.logismarket.ind.br/ip/evacon-transportador-de-roletes-livres-transportadores-de-roletes-livres-evacon-471428-FGR.jpg>
- h) <http://www.seesistemas.com.br/wp-content/gallery/transportador-de-correia/transportadores-de-correia.jpg>

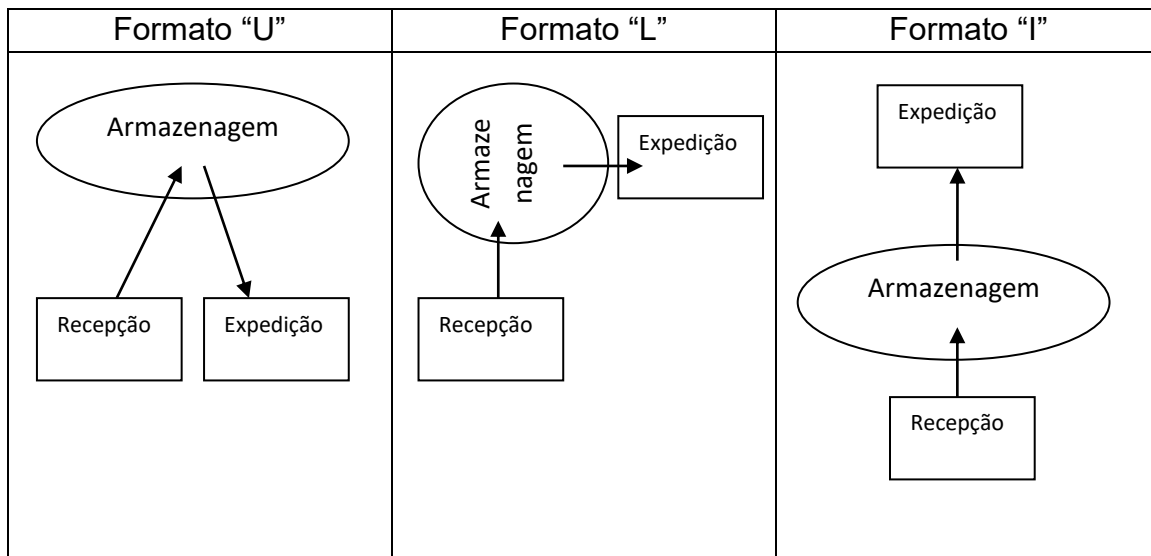
4.4.4. TIPOS DE ARRANJO FÍSICO NO ARMAZENAMENTO

A utilização do espaço disponível para armazenagem deve considerar três atores que atuam em conjunto: produtos, máquinas e pessoas.

Os principais objetivos para a elaboração do arranjo físico em um armazém são:

- ✓ Redução do custo de armazenagem e maior produtividade da mão de obra e dos equipamentos;
- ✓ Otimização da área de armazenagem;
- ✓ Diminuição das movimentações de pessoas, máquinas e materiais;
- ✓ Fluxo racional, evitando-se espera e cruzamentos. Os tipos mais comuns estão expressos na Figura 9;
- ✓ Menor tempo do ciclo do processo de processamento de pedido;
- ✓ Flexibilidade;
- ✓ Melhor condição de trabalho (conforto, bem-estar, satisfação e segurança).

Figura 9 – Tipos de Fluxos de Materiais



Segundo Ribeiro (2006), existem alguns fatores que devem ser considerados para montagem de um arranjo físico adequado:

- Pelo tipo de produto: considera-se o tamanho, a massa, a quantidade, condições especiais (luz, poeira, umidade e acesso de pragas urbanas), prazo de validade e grau de rotatividade;
- Pelo tipo de equipamento para movimentação (item 3): quantidade de produtos, produtividade (capacidade dos equipamentos), tipo de piso do armazém, pé-direito, necessidade de energia elétrica, esgoto, iluminação, ruído e gases;
- Pela forma de movimentação: manual e mecânico;
- Pelo tipo de armazenamento (item 2);
- Pela necessidade de asseio;
- Pelo processo de processo de armazenagem.

4.4.5. ESTOQUES

O gerenciamento da cadeia de suprimentos é efetuado por um conjunto de técnicas e ferramentas utilizadas para proporcionar o aperfeiçoamento da integração entre as suas partes (transportes, estoques, custos etc.), considerando-se a minimização dos seus custos e a maximização dos recursos disponíveis.

Cresce a cada dia a importância da gestão de estoques como meio de se aperfeiçoar o gerenciamento da cadeia de suprimentos, pela redução dos custos totais de produção e pela melhoria do nível de serviço. Alguns dos principais fatores que dificultam atingirem-se esses objetivos são: Wanke (2003) *apud* Letenski (2005)

- ✓ Crescente aumento da quantidade de produtos e insumos;
- ✓ Alteração do portfólio de produtos;
- ✓ Elevado custo de oportunidade em função das altas taxas de juro no Brasil.

Um dos principais sinais de alerta para se iniciar/aperfeiçoar a gestão de estoques é quando o custo total de manutenção de estoque na cadeia de suprimentos se apresentar de maneira desproporcional à demanda. Por isso, deve se preocupar com os problemas de liquidez⁶, pois o custo do capital investido em estoques modifica as previsões de lucro.

Para Ballou (2007) o controle de estoque tem a função de minimizar o capital total investido em estoques e, em consequência, o de produção, pois se permite avaliar os desperdícios e os desvios que possam prejudicar o capital de giro da corporação.

Os estoques de produto acabado, matéria-prima e material em processo não devem ser vistos como estanques ou desconectados entre si e do sistema produtivo, pois todas as decisões tomadas sobre um dos tipos de estoque influenciarão os outros tipos e o produto em si.

De forma simplificada, a gestão de estoques permite que se tenha a visão correta das oito próximas questões:

- 1) Quais os itens que devem permanecer em estoque? (O que?);
- 2) Qual a periodicidade para reabastecimento dos itens em estoque? (Quando?);
- 3) Qual é a quantidade necessária de cada item para determinado período? (Quanto?);
- 4) Devem-se comprar para aquisição de estoque de forma manual ou automática?
- 5) Como deve-se fazer para receber e armazenar os materiais e atender aos seus pedidos?
- 6) Como associar o estoque existente com custos de produção?
- 7) Qual é a sistemática para controle do inventário?
- 8) Como se deve tratar a identificação e a retirada de itens obsoletos e fora de condições de uso?

⁶ É a capacidade de transformar um ativo (bem ou investimento) em dinheiro.

O planejamento estratégico define a política de estoque da corporação, dimensionando e adequando o programa de objetivos corporativos às metas, respondendo-se aos oito questionamentos anteriores e estabelecendo-se certos padrões que sirvam de guias aos programadores e controladores para medir o desenvolvimento da produção.

Para Bowersox *et al.* (2001) o termo política de estoques consiste em normas sobre o que comprar e o que produzir, quando comprar e produzir e em quais quantidades. Inclui também decisões sobre posicionamento e alocação de estoques em fábricas e centros de distribuição.

Esta política é calcada nas seguintes diretrizes (Ballou, 2001):

- ✓ Metas de empresas quanto ao tempo de entrega dos produtos ao cliente;
- ✓ Definição do número de depósitos de almoxarifados e da lista de materiais a serem estocados nele;
- ✓ Até que níveis deverão flutuar os estoques para atender uma alta ou baixa demanda ou uma alteração de consumo;
- ✓ As definições das políticas são muito importantes ao bom funcionamento da administração de estoques.

Para Rodrigues *et al.* (2005) a política de estoque não está relacionada diretamente a planejamento em longo prazo. Eles ressaltam que consiste em tomada de decisões a respeito de estoques cíclicos e de segurança, além do grau de atendimento do produto e do nível de serviço. Para melhor percepção disso cabe destacar os tipos de estoque possíveis:

- ✓ Estoque cíclico: é quantidade média de estoque destinada a satisfazer a demanda existente entre entregas consecutivas do fornecedor. O dimensionamento do estoque cíclico é o resultado da produção (fim da cadeia de suprimentos) ou da compra de material (início da cadeia de suprimentos) em grandes lotes, explorando a economia de escala nos processo de produção.
- ✓ Estoque de segurança: objetiva servir de segurança no caso da demanda exceder as expectativas e serve para combater a incerteza de demanda. O estoque de segurança se apresenta como uma estratégia da empresa de ataque ao mercado, pois a manutenção de estoques deste tipo requer custos adicionais, contudo não manter este tipo de estoque pode ocasionar perdas nas vendas, em períodos de demanda maior e estoques insuficientes para atendê-la.

- ✓ Estoque sazonal: é criado para minimizar a variabilidade previsível da demanda.

Rodrigues *et al.* (2005) ressaltam ainda que existem várias formas de gestão de estoques na cadeia de suprimentos que tenta identificar a demanda, objetivando um tempo de ciclo (*lead time*) pequeno associado custo adequados de estoque. São elas:

1. Produção para Estoque (MTS – *Make to Stock*) – Caracteriza os sistemas que trabalham com produtos padronizados, baseados principalmente em previsões de demandas. Apresenta rapidez no serviço de entrega dos produtos, mas os custos com estoques tendem a ser grandes.
2. Montagem sob Encomenda (ATO – *Assembly to Order*) – Caracteriza os sistemas em que os subconjuntos, grandes componentes e materiais diversos são armazenados até o recebimento dos pedidos dos clientes contendo as especificações dos produtos finais. As entregas dos produtos tendem a ser de médio prazo e as incertezas da demanda de cada produto pode ser gerenciadas de forma diferenciada.
3. Produção sob Encomenda (MTO – *Make to Order*) – A etapa de produção só se inicia após o recebimento formal do pedido. O tempo de entrega é mais longo e os estoques, quando altos, concentram-se nas matérias primas, na entrada do sistema produtivo.
4. Engenharia sob Encomenda (ETO – *Engineering to Order*) – É como se fosse uma extensão do MTO, com o projeto do produto sendo feito quase que totalmente baseado nas especificações do cliente. Nestes casos, muitas vezes, a definição da matéria prima faz parte da engenharia de produto, sendo que a sua aquisição, para manufatura, será feita somente após a aprovação do projeto do produto.

4.5 – LOCALIZAÇÃO DE FACILIDADES

Posicionar instalações fixas ao longo da rede logística é um problema importante de decisão que dá formato, estrutura e forma ao sistema logístico inteiro.

As decisões de localização envolvem, por exemplo, a determinação:

- ✓ Da quantidade do produto a distribuir;
- ✓ Da localização propriamente dita;
- ✓ Do tamanho das instalações a serem usadas.

Instalações Fixas incluem pontos nodais na rede, como plantas, portos, fornecedores, armazéns, filiais de varejo e centros de serviço, ou seja, pontos na rede logística onde os produtos param temporariamente no seu caminho até os consumidores finais.

Rede é a representação físico-espacial dos pontos de origem e destino das mercadorias, bem como de seus fluxos e demais aspectos relevantes, de forma a possibilitar a visualização do sistema de distribuição no seu todo.

A localização das facilidades determina em grande parte:

- ✓ O tempo de entrega;
- ✓ O tempo de reposição;
- ✓ Os fluxos que vão passar pelos armazéns;
- ✓ Quais produtos devem ser entregues a quais clientes diretamente a partir de determinado ponto de suprimento, e quais devem ser entregues através do sistema de depósito;
- ✓ Quando e em que quantidade deve ser repostado o estoque dos armazéns;
- ✓ Que tipo de transporte deve ser utilizado;
- ✓ Deve-se utilizar frota própria ou de terceiros;
- ✓ Quais meios de transmissão e processamento de pedidos devem ser utilizados.

As decisões de localização buscam:

- 1- minimizar custos com logística e operações;
- 2- maximizar o nível de serviço e as receitas das operações.

Dependem:

- 1 - da demanda de bens e serviços e;
- 2 - da oferta de insumos para a operação.

Classificação dos Problemas de Localização:

- a) Por força direcionadora;
- b) Por número de instalações;
- c) Por escolhas discretas;
- d) Por grau de agregação de dados;
- e) Por horizonte de tempo.

Adiante, apresentam-se os detalhamentos dessas classificações:

a) POR FORÇA DIRECIONADORA

Baseia-se em fatores críticos, tais como:

- ✓ Localização da planta e do armazém: os fatores econômico-financeiros são dominantes;
- ✓ Localização do varejo: rendimento gerado é o fator determinante;
- ✓ Localização de prestadora de serviço (hospital, caixas automáticos de bancos): geralmente a acessibilidade ao local é o fator dominante.

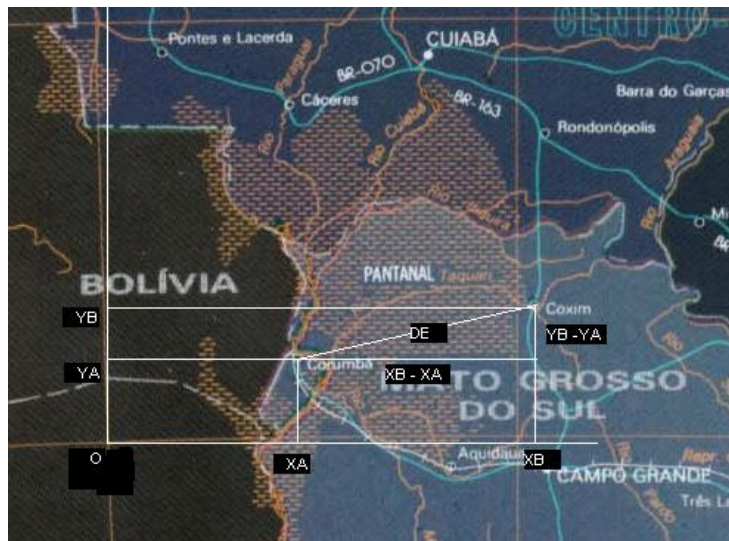
b) POR NÚMERO DE INSTALAÇÕES

- ✓ Instalação única: geralmente o custo de transporte é o fator preponderante para a análise.
- ✓ Várias Instalações: considerar forças competitivas de demanda entre instalações, efeitos de consolidação de estoque, e custos de instalações.

c) POR ESCOLHAS DISCRETAS

Utilizam sistema de coordenadas, euclidianas e retangulares, para localizar as facilidades geograficamente, de tal forma que se obtenha, ao final, as coordenadas de uma instalação única.

Na métrica euclidiana, a distância geométrica entre dois pontos corresponde à menor distância possível entre os pontos A e B, por exemplo, com coordenadas (X_A, Y_A) e (X_B, Y_B) , respectivamente, ou seja, à distância em linha reta.



Na métrica retangular avalia-se a distância pelas possíveis ligações (sem retorno), ao longo da rede, entre os pontos A e B, por exemplo.

No mapa a seguir há inúmeros caminhos entre A e B. Um deles representado pelos segmentos AC e CB; outro pelos segmentos AD, DE, EF, FB. Observar o avanço no mesmo sentido, sem retrocesso.



d) POR GRAU DE AGREGAÇÃO DE DADOS

Agrupamento de dados, de forma lógica e racional, para subsidiar a localização de facilidades. Esse método permite precisão limitada, e é mais direcionado para a localização em áreas geograficamente amplas, tais como cidades e municípios.

e) POR HORIZONTE DE TEMPO

Esses métodos de localização podem ser classificados de forma estática ou dinâmica.

Os métodos estáticos localizam facilidades tomando por base dados de um único período de tempo. Nos métodos dinâmicos consideram-se que os planos de localização podem cobrir muitos anos de uma só vez, especialmente se as instalações representam um investimento fixo e os custos de movimentação de um local para outro são altos.

MÉTODO PARA LOCALIZAÇÃO DE FACILIDADES - CENTRÓIDE

Utilizado para localização de instalação única, considerando-se que a **taxa de transporte** (custo por unidade transportada) e o **volume** do ponto sejam os únicos fatores determinantes da localização. Este modelo é classificado como um modelo estático contínuo de localização.

Consiste em aplicar um sistema de coordenadas, euclidiana ou retangular, a pontos em um espaço contínuo, de tal forma que se obtenha, ao final, as coordenadas da instalação.

Pretende-se minimizar o Custo Total do Transporte



$$\text{Min } \text{CustoTransporte}_{total} = \sum_i V_i t t_i d_i$$

Sendo:

V_i : volume no ponto i

$t t_i$: taxa de transporte no ponto i (custo/distância – R\$/Km)

d_i : distância ao ponto i da instalação a ser localizada

Minimizando a função custo total do transporte, as coordenadas ótimas do Centro de Gravidade para localização da instalação são:

$$\bar{X} = \frac{\sum_i V_i t t_i X_i / d_i}{\sum_i V_i t t_i / d_i}$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum_i V_i t t_i Y_i / d_i}{\sum_i V_i t t_i / d_i}$$

$$d_i = K \sqrt{(X_i - \bar{X})^2 + (Y_i - \bar{Y})^2}$$

Sendo:

\bar{X}, \bar{Y} : coordenadas da instalação única localizada

X_i, Y_i : taxa de transporte no ponto i

K : Fator de escala

O método pode ser resumido pelos seguintes passos:

- 1- Determinar (X, Y) para todos os pontos de fonte e de demanda;
- 2- Calcular (\bar{X}, \bar{Y}) pelas expressões a seguir:

$$\bar{X} = \frac{\sum_i V_i t t_i X_i}{\sum_i V_i t t_i} \quad \bar{Y} = \frac{\sum_i V_i t t_i Y_i}{\sum_i V_i t t_i}$$

- 3- Calcular d_i por $d_i = K \sqrt{(X_i - \bar{X})^2 + (Y_i - \bar{Y})^2}$

- 4- Substituir d_i nas seguintes expressões

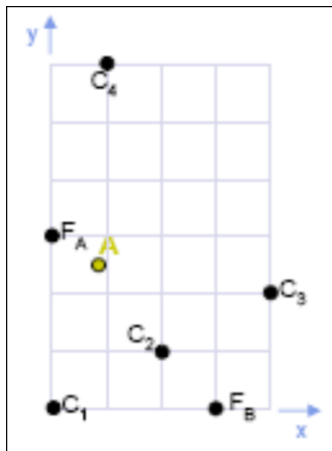
$$\bar{X} = \frac{\sum_i V_i t t_i X_i / d_i}{\sum_i V_i t t_i / d_i} \quad \bar{Y} = \frac{\sum_i V_i t t_i Y_i / d_i}{\sum_i V_i t t_i / d_i}$$

- 5- Recalcular d_i por $d_i = K \sqrt{(X_i - \bar{X})^2 + (Y_i - \bar{Y})^2}$

- 6- Repetir os passos 4 e 5 até que as coordenadas não mudem de forma representativa.

- 7- Após a estabilização das coordenadas calcular o Custo Total por:

$$CustoTransporte_{total} = \sum_i V_i t t_i d_i$$



	X_i	Y_i	V_i	tt_i
F_A	0	3	70	1
F_B	3	0	30	1
C_1	0	0	50	1
C_2	2	1	20	1
C_3	4	2	40	1
C_4	1	6	60	1



i		
1	1,3	2,5
2	1,1	2,4
3	1,0	2,4
4	0,9	2,4
5	0,9	2,5
6	0,9	2,5

4.6. CONCEITOS BÁSICOS DE TEORIA DE GRAFOS

Área contida na Pesquisa Operacional. Pode ser considerada como uma teoria baseada na interligação de pontos e linhas, utilizada principalmente na solução de problemas de roteamento.

Em 1736, o matemático suíço Leonhard Euler (1707-1783) resolveu o primeiro problema ("O problema das pontes de Königsberg") cuja solução veio a originar a teoria dos grafos. O problema era análogo aos atuais quebra-cabeças, baseados em desenho, cujas linhas devem ser percorridas sem que se tire o lápis do papel e sem passar duas vezes sobre a mesma linha. Em 1847, o alemão, físico e matemático Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887), iniciou o estudo de certo tipo de grafo chamado árvores quando estudava problemas de circuitos elétricos. Hamilton, em 1859, estudou problemas de caminhos.

Um Grafo é definido como sendo um par ordenado (V,A) . Os elementos de V são denominados vértices ou nós do grafo e os pares ordenados de A , denominados de arestas ou arcos do grafo. Alguns aspectos importantes devem ser considerados em relação aos Grafos:

- ✓ Quando um arco é incidente a um único vértice é denominado "laço".
- ✓ Dois vértices são considerados "adjacentes" se eles estão interligados por um arco.
- ✓ Uma "cadeia" é uma sequência de arcos (orientados ou não). O tamanho de uma cadeia está relacionada ao número de arcos que a compõe.
- ✓ Um "caminho" é uma cadeia em que todos os arcos têm a mesma direção, ou seja, é um grafo com conjunto de vértices da forma $\{1, 2, 3, \dots, k-1, k\}$ e conjunto de arestas da forma $\{\{1,2\}, \{2,3\}, \dots, \{k-1, k\}\}$.

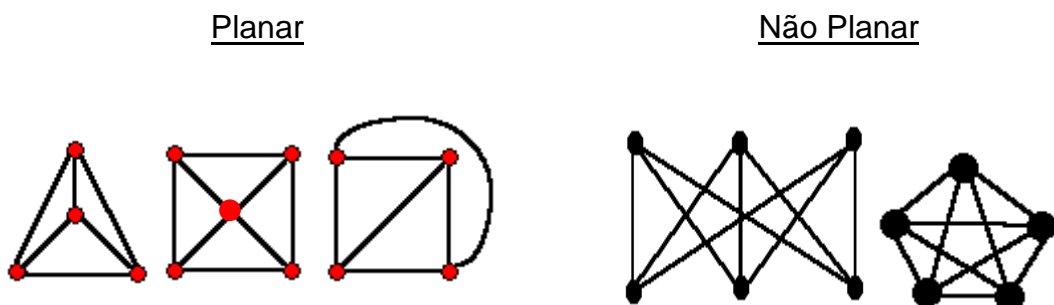
- ✓ Um "ciclo" é uma **cadeia** cujo vértice inicial e final é o mesmo (cadeia fechada), isto é, é um grafo com conjunto de vértices da forma $\{1, 2, 3, \dots, k-1, k\}$ e conjunto de arestas da forma $\{\{1,2\}, \{2,3\}, \dots, \{k-1, k\}, \{k,1\}\}$
- ✓ Um grafo é "conexo" quando existe um caminho entre cada par de vértices, ou seja, se para todo par x, y de vértices existe um caminho que liga x a y ; caso contrário, o grafo é desconexo.

Quanto às características de seus arcos, um grafo pode ser:

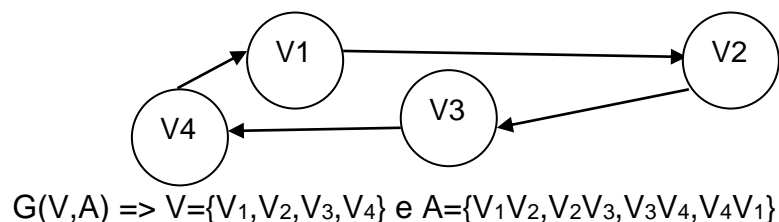
1. Orientado ou não orientado: são orientados quando os seus arcos possuem uma orientação definida, e não orientados, quando não existe noção de direção. Quando os arcos não possuem direção, são denominados arestas.

2. Valorado e não valorado: é valorado quando existem valores atribuídos a cada um dos seus arcos.

3. Planar e não planar: é planar quando existe alguma forma de se dispor seus vértices em um plano, de tal modo que nenhum par de arestas se cruze. Um grafo não planar, quando projetado sobre um plano, apresenta interseções de arcos não coincidentes com um nó, em função da sua estrutura espacial.



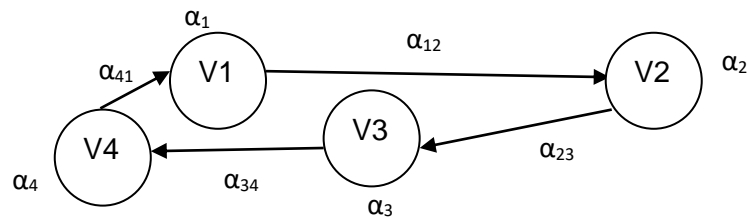
A figura a seguir mostra a representação gráfica de um grafo orientado.



Quando em um grafo existe a associação de um ou mais valores aos arcos e/ou nós, pode-se defini-lo como uma rede.

Sendo assim, pode-se representar uma rede como $R = \{V, A, \alpha\}$, onde V e A são, respectivamente, os conjuntos de nós e arcos que formam um grafo, e α , os parâmetros associados aos elementos do conjunto A e/ou do conjunto V .

A seguir apresenta-se um exemplo de grafo com os parâmetros nos arcos e nós.



Podem-se citar alguns valores de α associados aos arcos:

- ✓ a capacidade de fluxo, que corresponde ao limite que pode passar pelo arco;
- ✓ o custo no arco, que pode ser considerado como um valor monetário, a distância percorrida ou o tempo de viagem no arco e
- ✓ o fluxo no arco.

Existem também os valores de α associados aos nós:

- ✓ população de uma cidade;
- ✓ número de produtos fabricados em uma unidade e
- ✓ demanda de produtos em uma área geográfica.

Os problemas de otimização de redes podem ocorrer em várias áreas, mas geralmente são encontrados nas áreas de transportes e comunicações. Um problema típico de transporte consiste em encontrar uma rota, partindo de uma origem para um destino, considerando que entre esses pontos existem diversas rotas alternativas e que necessita-se minimizar ou maximizar alguma medida associada aos arcos e/ou nós. Existem outros problemas em que se necessita minimizar os valores associados aos arcos, de forma que possa atender todos os pontos de uma rede. A seguir serão relacionados vários algoritmos que objetivam a modelagem de redes.

4.7. PROBLEMAS DE MINIMIZAÇÃO DE REDES

Os algoritmos de minimização de redes tratam da árvore de valor mínimo em problemas de interligação de redes não orientadas de comunicação, luz, água, esgoto, minerodutos, gasodutos etc. com o objetivo de atender todos os nós de uma rede, minimizando o consumo dos meios.

Goldbarg *et al.* (2000) destaca que os problemas de Steiner em grafos não direcionados é o problema de conectar, a custo mínimo, um conjunto de nós de um grafo. Em alguns problemas desses o problema se reduz a análise do caminho mais curto entre dois nós. Se todos os nós forem conectados, chega-se a solução de uma árvore geradora mínima.

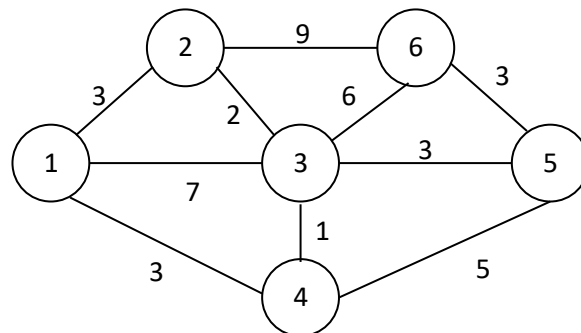
4.7.1. Algoritmo de PRIM

Este algoritmo compreende os seguintes passos:

1º passo: selecionar qualquer nó da rede e o inserir no conjunto C (árvore mínima). O conjunto C* é formado pelos nós não conectados.

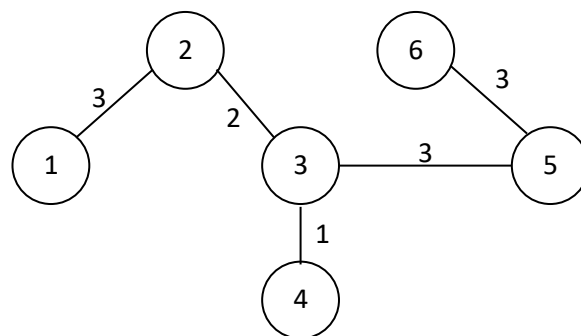
2º passo: identificar o nó do conjunto C* que está mais próximo de qualquer um dos nós do conjunto C. Deve-se repetir este processo até que todos os nós estejam conectados ($C^* = \emptyset$).

Exemplo: Considere o grafo a seguir e avalie quais ligações que deverão ser implantadas visando a interligação de todos os nós, porém, considerando uma quilometragem total mínima. Os atributos dos arcos representam as distâncias entre as regiões.



$C_1 = \{ 4 \}$ e $C^*1 = \{ 1,2,3,5,6 \} \Rightarrow C_2 = \{ 4,3 \}$ e $C^*2 = \{ 1,2,5,6 \} \Rightarrow$
 $C_3 = \{ 4,3,2 \}$ e $C^*3 = \{ 1,5,6 \} \Rightarrow C_4 = \{ 4,3,2,1 \}$ e $C^*4 = \{ 5,6 \} \Rightarrow$
 $C_5 = \{ 4,3,2,1,5 \}$ e $C^*5 = \{ 6 \} \Rightarrow C_6 = \{ 4,3,2,1,5,6 \}$ e $C^*6 = \emptyset$

Resultado Final: 12Km



4.7.2. Algoritmo de Kruskal

Deve-se construir uma árvore, selecionando-se arcos, iniciando-se pelo arco de menor atributo, adicionando-os em ordem crescente de atributos, de modo a não formar ciclos com os arcos já selecionados. O "ponto de parada" do algoritmo é identificado quando a árvore possuir n-1 arcos conectados, sendo "n" o número de nós do grafo.

Este algoritmo compreende os seguintes passos:

1º passo: colocar os arcos em ordem crescente de valor. Estes arcos fazem parte de um conjunto "A*" de arcos não conectados. Inicialmente A é vazio, ou seja, $A = \emptyset$.

2º passo: selecionar o menor dos arcos de A* que não forme um ciclo com os demais e coloque-o no conjunto A. Um arco forma um ciclo quando os vértices deste arco já fazem parte da árvore mínima em construção.

3º passo: se A possui n-1 arcos, sendo "n" o número de nós, deve-se parar o algoritmo, pois os arcos de A compõem a árvore mínima. Caso contrário voltar para o passo 2.

Exemplo: Utilizando o mesmo grafo do exemplo anterior, identifique a árvore mínima pelo algoritmo de Kruskal.

Passo 1 $A^* = \{(3,4), (3,2), (1,2), (3,5), (6,5), (1,4), (4,5), (3,6), (3,1), (2,6)\}$
 $A = \emptyset$

Passo 2 $A = \{(3,4)\}$
 $A^* = \{(3,2), (1,2), (3,5), (6,5), (1,4), (4,5), (3,6), (3,1), (2,6)\}$

Passo 3 $n = 6$ e $n-1 = 5$
 O número de elementos de A é igual a 1, e como $n(A) < 5$, deve-se retornar ao passo 2.

Passo 2 $A = \{(3,4), (3,2)\}$
 $A^* = \{(1,2), (3,5), (6,5), (1,4), (4,5), (3,6), (3,1), (2,6)\}$

Passo 3 $n = 6$ e $n-1 = 5$
 O número de elementos de A é igual a 2, e como $n(A) < 5$, deve-se retornar ao passo 2.

Passo 2 $A = \{(3,4), (3,2), (1,2)\}$
 $A^* = \{(3,5), (6,5), (1,4), (4,5), (3,6), (3,1), (2,6)\}$

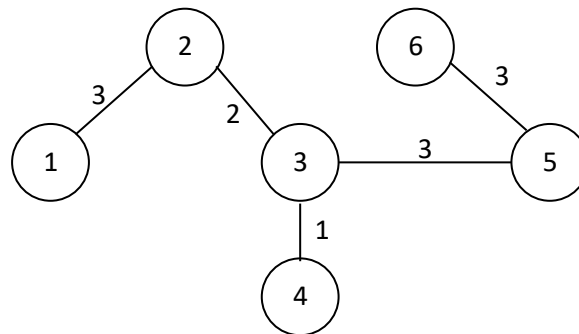
Passo 3 $n = 6$ e $n-1 = 5$
 O número de elementos de A é igual a 3, e como $n(A) < 5$, deve-se retornar ao passo 2.

Passo 2 $A = \{(3,4), (3,2), (1,2), (3,5)\}$
 $A^* = \{(6,5), (1,4), (4,5), (3,6), (3,1), (2,6)\}$

Passo 3 $n = 6$ e $n-1 = 5$
 O número de elementos de A é igual a 4, e como $n(A) < 5$, deve-se retornar ao passo 2.

Passo 2 $A = \{(3,4), (3,2), (1,2), (3,5), (6,5)\}$
 $A^* = \{(1,4), (4,5), (3,6), (3,1), (2,6)\}$

Passo 3 $n = 6$ e $n-1 = 5$



O número de elementos de A é igual a 5, e como $n(A) = 5$, deve-se parar o processo de análise.

Resultado Final: 12Km

4.8. CAMINHO MÍNIMO

Em uma rede, dependendo das suas características construtivas, podem existir vários caminhos entre um par de nós (origem/destino). Entre os caminhos possíveis, aquele que possui menor "peso" é chamado de caminho mínimo. Este peso pode ser representado pela soma dos atributos dos arcos que formam o caminho, tais como, tempo de viagem, distância percorrida etc..

Para Goldbarg *et al.* (2000) o problema de caminho mínimo também é um problema de Emparelhamento. Eles destacam que o emparelhamento nada mais é que uma forma de reunião ou ligação entre dois elementos ou, no caso dos grafos, dois vértices.

Para resolver problemas desse tipo, há vários algoritmos (Ford, Faude, Bellman, Dijkstra, Floyd, Hasse dentre outros) que envolvem maior ou menor complexidade de cálculo (número de operações elementares, tais como adição, subtração, multiplicação etc.).

Algoritmo de Dijkstra

Este algoritmo foi desenvolvido em 1959 e posteriormente Dantzig (1960) e Nicholson (1960) desenvolveram um algoritmo de duas árvores de Dijkstra, cuja idéia é construir árvores de caminhos mínimos de um nó de origem e de um nó de destino, simultaneamente.

O Algoritmo de Dijkstra é utilizado para determinar o caminho mínimo de um nó para outro nó ou para todos os outros nós da rede, considerando que os atributos dos arcos são positivos. Todos os arcos devem ser orientados.

Nele, considera-se que um nó é "fechado" quando se encontra o caminho mínimo da origem até este nó, e aqueles nós cujos caminhos mínimos ainda não foram encontrados são considerados "abertos".

O conceito de fechado ou aberto está associado à impossibilidade de encontrar um caminho melhor do que o já encontrado, assim enquanto o nó não é fechado (ou rotulado) ainda é possível encontrar um caminho de menor valor até este nó.

Este algoritmo compreende os seguintes passos:

1º passo: considerando que $d(x)^i = \min \{ d(x)^{i-1}, d(y) + d(y, x) \}$, onde (1)

$d(x)^i$ é o tamanho do caminho da origem até o nó x .

i é o número de iterações.

$d(y)$ é o tamanho do caminho da origem até o nó fechado (y).

$d(y, x)$ é o tamanho do arco (y, x).

Atribui-se um valor $d(x)$ para cada um dos nós do grafo, sendo:

$d(\text{origem}) = 0$

$d(\text{os outros nós}) = \infty$

Considerar "y" o último nó rotulado (fechado).

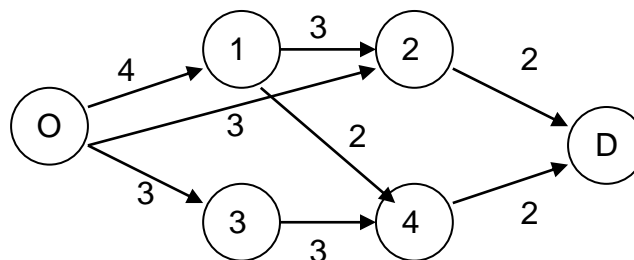
No início do algoritmo o nó de origem é o único rotulado, ou seja $y = \text{origem}$.

2º passo: para cada nó x não fechado, redefine-se $d(x)$ conforme expressão 1. O nó aberto que possuir o menor valor $d(x)$ é fechado e faz-se $y = x$.

3º passo: se o nó de destino foi fechado então se deve parar a execução do algoritmo, senão, volte ao passo 2.

Observação: para determinar a sequência de nós que forma o caminho com distância mínima, deve-se, retroceder a partir do nó de saída, procurar os nós com etiquetas definitivas cuja diferença é igual à distância associada ao arco que os une.

Exemplo: Utilizando o grafo a seguir, identifique o seu caminho mínimo utilizando o algoritmo de Dijkstra:



1. $d(O) = 0$ e $d(1), d(2), d(3), d(4), d(D) = \infty$

2. $d(O) \rightarrow y = O$

$i = 1$, ou seja, 1ª iteração.

$d(1)^1 = \min\{d(1)^0, d(O) + d(O,1)\} = \min\{\infty, 0+4\} = 4$

$d(2)^1 = \min\{d(2)^0, d(O) + d(O,2)\} = \min\{\infty, 0+3\} = 3$

$d(3)^1 = \min\{\infty, 0+3\} = 3$

$d(4)^1 = \min\{\infty, 0+\infty\} = \infty$

$d(D)^1 = \min\{\infty, 0+\infty\} = \infty$

3. Identificar o mínimo entre as distâncias e definir y .
Escolhe-se entre $d(2)$ e $d(3)$, pois esses apresentam atributos iguais a 3.
Optou-se por $y = 2$ (nó fechado). Se $y = D$ o problema está terminado, senão continuar do passo 2.

2. $i = 2$, ou seja, 2ª iteração.

$$d(1)2 = \min\{d(1)1, d(2) + d(2,1)\} = \min\{4, 3+\infty\} = 4$$

$$d(3)2 = \min\{d(3)1, d(2) + d(2,3)\} = \min\{3, 3+\infty\} = 3$$

$$d(4)2 = \min\{\infty, 3+\infty\} = \infty$$

$$d(D)2 = \min\{\infty, 3+2\} = \underline{5}$$

3. Mínimo entre as distâncias 4,3, ∞ e 5 é 3, ou seja, $y = 3$. O nó y é diferente de D , então continuar do passo 2.

2. $i = 3$, ou seja, 3ª iteração.

$$d(1)3 = \min\{d(1)2, d(3) + d(3,1)\} = \min\{4, 3+\infty\} = 4$$

$$d(4)3 = \min\{d(4)2, d(3) + d(3,4)\} = \min\{\infty, 3+3\} = 6$$

$$d(D)3 = \min\{5, 3+\infty\} = \underline{5}$$

3. Mínimo entre as distâncias 4,6 e 5 é 4, ou seja, $y = 1$. O nó y é diferente de D , então continuar do passo 2.

2. $i = 4$, ou seja, 4ª iteração.

$$d(4)4 = \min\{d(4)3, d(1) + d(1,4)\} = \min\{6, 4+2\} = 6$$

$$d(D)4 = \min\{5, 4+\infty\} = \underline{5}$$

3. Mínimo entre as distâncias 6 e 5 é 5, ou seja, $y = D$. O nó y agora é igual a D , então deve-se parar o processo de avaliação.

Pergunta-se:

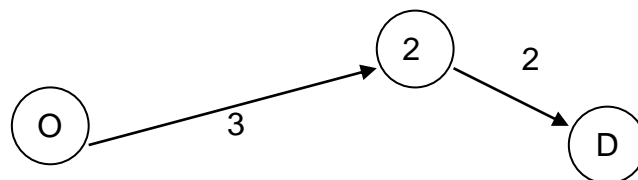
Em qual iteração foi encontrado o primeiro valor de D ($d(D) = 5$)? Na 2ª iteração.

Qual era o valor de y nessa iteração? Na 2ª iteração, y é igual a 2.

Identificou-se o nó anterior ao destino: nó 2.

Em qual iteração foi encontrado o primeiro valor de 2 ($d(2) = 3$)? Na 1ª iteração.

Qual era o valor de y nessa iteração? Na 1ª iteração, y é igual a O .



4.9. FLUXO MÁXIMO

Neste tópico deve-se examinar um grafo orientado como uma Rede de Fluxo usando-a para analisar o fluxo de materiais a partir de uma origem, onde o material é produzido ou retirado, até um destino, onde o material é consumido ou depositado. A origem produz o material a uma taxa fixa e o

depósito consome o material na mesma taxa. O "fluxo" do material em qualquer ponto no sistema é intuitivamente a taxa na qual o material se move.

Cada aresta orientada pode ser imaginada como um canal, com uma capacidade estabelecida, com uma taxa máxima na qual o material pode fluir pelo canal. Os vértices são junções de canais, onde o material flui sem acumulação. Isto é, com exceção da origem e do destino, a taxa de entrada e de saída de material no vértice deve ser a mesma. Chamamos essa propriedade de "conservação do fluxo".

Deseja-se então calcular a maior taxa na qual o material pode ser enviado da origem até o destino, sem violar as capacidades máximas das arestas e mantendo a propriedade de conservação de fluxo.

Uma Rede de Fluxo $G(V,A)$ é um grafo orientado em que cada aresta $(u,v) \in A$ tem uma capacidade $C(u,v) \geq 0$ (não negativa). Se uma dada aresta não está em A , então se supõe que a sua capacidade é zero (tais arestas não são desenhadas nos grafos). Numa rede de fluxo têm-se dois vértices especiais, uma origem "O" e um destino "D", e para todo vértice do grafo existe um caminho a partir de O passando por V que chega em D.

Método Ford-Fulkerson

O método de Ford-Fulkerson objetiva encontrar um fluxo máximo para uma rede de fluxos. É chamado de método por englobar diversas implementações com diferentes tempos de execução. O método é iterativo, começando com $f(u,v) = 0$.

Este método é composto pelos seguintes passos:

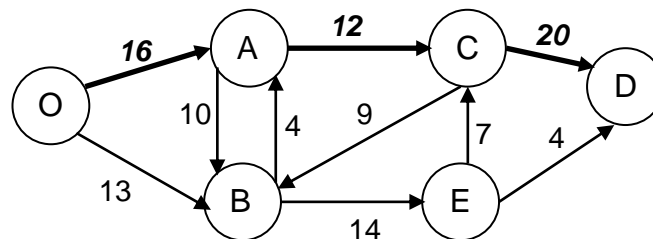
1º passo: iniciar o fluxo f total com 0 e verificar a existência de caminhos de fluxo > 0 .

2º passo: Escolher um caminho da origem até o destino com $\text{fluxo} > 0$; identificar o fluxo mínimo entre os fluxos presentes nos arcos (u,v) pertencentes ao caminho escolhido e para todas as arestas pertencentes ao caminho escolhido fazer:

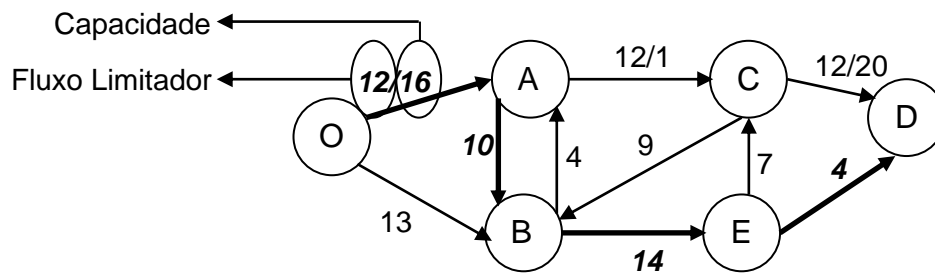
- ✓ $f(u,v) = f(u,v) - f$ (decrementa o fluxo disponível)
- ✓ $f(v,u) = f(v,u) + f$ (incrementa o fluxo utilizado)

3º passo: Faz-se $f_{\text{total}} = f_{\text{total}} + f$. O processo deve ser repetido até que todos os caminhos sejam analisados e enquanto existirem fluxos disponíveis.

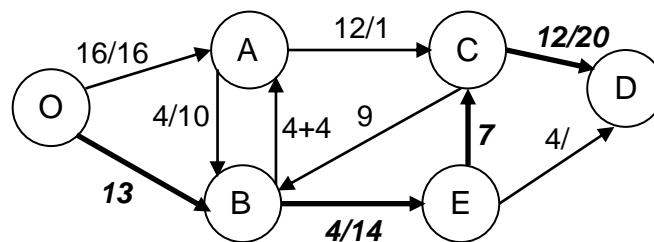
Exemplo: Baseando-se no grafo a seguir, identifique o fluxo máximo que pode fluir entre a origem (O) e o destino (D), utilizando o método de Ford-Fulkerson.



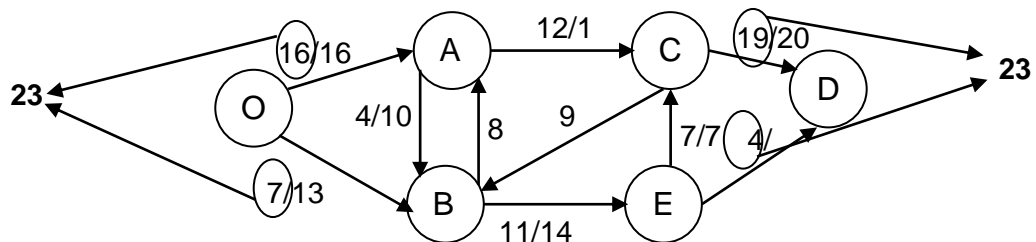
1º caminho escolhido: $O \rightarrow 16 \rightarrow A \rightarrow 12 \rightarrow C \rightarrow 20 \rightarrow D$, sendo $f=12$ e $f_{\text{total}}=12$



2º caminho escolhido: $O \rightarrow 4 \rightarrow A \rightarrow 10 \rightarrow B \rightarrow 14 \rightarrow E \rightarrow 4 \rightarrow D$, sendo $f=4$ e $f_{total}=16$



3º caminho escolhido: $O \rightarrow 13 \rightarrow B \rightarrow 10 \rightarrow E \rightarrow 7 \rightarrow C \rightarrow 8 \rightarrow D$, sendo $f=7$ e $f_{total}=23$



4.10. PROBLEMAS DO CAIXEIRO VIAJANTE

Um problema de roteamento pode ser considerado como um conjunto organizado de meios que objetiva o atendimento de demandas localizadas nos arcos ou nos vértices de alguma rede de transporte. A ideia principal desse tipo de problema é a designação de pontos de paradas de veículos, bem como a determinação da sequência com que esses pontos de parada são visitados, estabelecendo assim, as rotas para os veículos.

Duas abordagens básicas para o roteamento de veículos têm sido adotadas, supondo que os veículos serão roteirizados em uma rede composta por nós e arcos: problemas de coberturas de nós e problemas de cobertura de arcos.

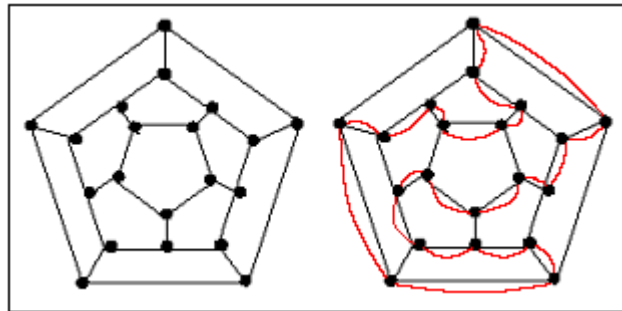
A) Problemas de cobertura de nós

Estes tipos de problemas devem indicar uma rota de comprimento mínimo que visite cada nó uma única vez.

1.1.1. Problema do Caixeiro Viajante

Este problema implica no cálculo de um ciclo de Hamilton, em um grafo, de encargo total mínimo. O ciclo Hamiltoniano é caracterizado pela possibilidade da existência de uma rota, que passasse pelos nós, iniciando e terminando no mesmo nó, sem nunca repetir uma passagem. Este ciclo é denominado de Hamilton em homenagem Willian Rowan Hamilton, que em 1957 propôs um jogo denominado *Around the World* (figura 1.1). O problema do Caixeiro Viajante é um problema de otimização associado ao da determinação dos caminhos hamiltonianos em um grafo qualquer.

Figura 1.1 - Esquema do tabuleiro do jogo de Hamilton



Para solução desses problemas, principalmente em redes reais de grande porte, necessita-se de apoio computacional. É importante observar que o tempo de solução computacional cresce exponencialmente com o aumento do número de nós. Somente o Método de Enumeração (identificação de todos os ciclos possíveis), garante o cálculo da solução ótima do problema, mas tal método é impraticável. Para ilustrar esta dificuldade observa-se que para um computador tratar em torno de 10.000 ciclos/segundo, ele necessitará de aproximadamente 18 segundos para finalizar a avaliação de uma solução ótima em um grafo com 10 vértices, 50 dias para um grafo com 15 vértices, 2 anos para um grafo com 16 vértices e 193.000 anos para um grafo com 20 vértices.

Serão apresentados três modelos heurísticos (utiliza experiências passadas): do vértice adjacente mais próximo, da inserção com menor encargo e da inserção com maior afastamento.

a.1) Método do Vértice Adjacente mais Próximo

Este método baseia-se nos seguintes passos para identificar a solução aproximada:

- 1-Seleciona-se arbitrariamente um nó N_i para o início do ciclo.
- 2-Dentre os nós não selecionados, seleciona-se o nó N_k que está a menor distância de N_i , ficando a cadeia N_i, N_k . Repetem-se esses passos até que todos os vértices possam ser utilizados.

Exemplo - Considerando a tabela a seguir que registra as distâncias em quilômetros entre os nós de um grafo orientado, determine uma rota com encargo total mínimo, utilizando o método em estudo, que passe pelos nós, iniciando e terminando no mesmo nó, sem repetir uma passagem.

	A	B	C	D	E
A		16	12	18	16
B	10		18	20	20
C	18	20		18	16
D	14	18	10		8
E	8	12	12	12	

Seleciona-se o nó inicial: A

O nó mais próximo de A que ainda não foi selecionado? C (12Km)

O nó mais próximo de C que ainda não foi selecionado? E (16Km)

O nó mais próximo de E que ainda não foi selecionado? B (12Km)

O nó mais próximo de B que ainda não foi selecionado? D (20Km)

O nó mais próximo de D que ainda não foi selecionado? A (14Km)

O circuito inicial então teria a seguinte configuração: A > C > E > B > D > A com a distância total de 74Km.

a.2) Método da Inserção com Menor Encargo.

Este método baseia-se nos seguintes passos para identificar a solução aproximada:

1-Seleciona-se um subciclo "i,j,i" associado a $\text{Min} \{C_{ij} + C_{ji}\}$

Obs.: se houver empate deve-se escolher arbitrariamente um subciclo.

2-No subciclo corrente, calcular para cada ligação do tipo (u,v), a inserção do nó "k" (não selecionado) a que corresponda ao aumento mínimo da distância dado por $\text{Min} \{C_{uk} + C_{kv} - C_{uv}\}$. Repetir este procedimento até serem selecionados todos os nós do grafo.

Exemplo - Considerando a tabela a seguir que registra as distâncias em quilômetros entre os nós de um grafo orientado, determine uma rota com encargo total mínimo, utilizando o método em estudo, que passe pelos nós, iniciando e terminando no mesmo nó, sem repetir uma passagem.

	A	B	C	D	E
A		16	12	18	16
B	10		18	20	20
C	18	20		18	16
D	14	18	10		8
E	8	12	12	12	

Inicialmente deve-se escolher o subciclo inicial. A tabela a seguir mostra as distâncias equivalentes de cada subciclo.

	A	B	C	D	E
--	---	---	---	---	---

A		ABA=26Km	ACA=30Km	ADA=32Km	AEA=24Km
B			BCB=38Km	BDB=38Km	BEB=32Km
C				CDC=28Km	CEC=28Km
D					DED=20Km
E					

Então, o primeiro subcircuito será DED com distância total de 20Km.

Agora, devem-se então verificar todas as inserções possíveis no subciclo anterior, de acordo com o passo 2.



Opções entre D e E:

$$D > A = 14\text{Km} \text{ e } A > E = 16\text{Km} \gg 14 + 16 = 30\text{Km} - 8\text{Km} = 22\text{Km}$$

$$D > B = 18\text{Km} \text{ e } B > E = 20\text{Km} \gg 18 + 20 = 38\text{Km} - 8\text{Km} = 30\text{Km}$$

$$D > C = 10\text{Km} \text{ e } C > E = 16\text{Km} \gg 10 + 16 = 26\text{Km} - 8\text{Km} = 18\text{Km}$$

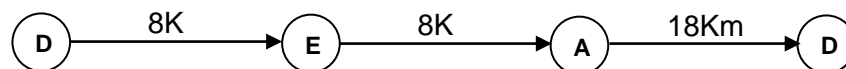
Opções entre E e D

$$E > A = 8\text{Km} \text{ e } A > D = 18\text{Km} \gg 8 + 18 = 26\text{Km} - 12\text{Km} = \boxed{14\text{Km}}$$

$$E > B = 12\text{Km} \text{ e } B > D = 20\text{Km} \gg 12 + 20 = 32\text{Km} - 12\text{Km} = 20\text{Km}$$

$$E > C = 12\text{Km} \text{ e } C > D = 18\text{Km} \gg 12 + 18 = 30\text{Km} - 12\text{Km} = 18\text{Km}$$

A menor quilometragem na inserção foi observada com o nó A entre E e D. O novo circuito agora tem esta configuração.



As próximas inserções possíveis são:

Opções entre D e E:

$$B > 18+20-8 = 30\text{Km}$$

$$C > 10+16-8 = 18\text{Km}$$

Opções entre E e A:

$$B > 12+10-8 = 14\text{Km}$$

$$C > 12+18-8 = 22\text{Km}$$

Opções entre A e D:

$$B > 16+20-18 = 18\text{Km}$$

$$C > 12+18-18 = \underline{12\text{Km}}$$

A menor quilometragem foi observada com a inserção do nó C entre A e D, ficando o novo subciclo da seguinte forma:

$$D > 8\text{Km} > E > 8\text{Km} > A > 12\text{Km} > C > 18\text{Km} > D$$

Avaliando-se a última inserção possível (nó B), deve-se identificar em que trecho deve ser efetuado.

Opções de inserção:

$$DBEACD = 76\text{Km}$$

$$DEBACD = \mathbf{60\text{Km}}$$

$$DEABCD = 68\text{Km}$$

$$DEACBD = 68\text{Km}$$

Então o circuito teria a seguinte configuração por este método:

$$D > E > B > A > C > D \text{ com a distância total de } 60\text{Km}.$$

a.3.) Método da Inserção com maior afastamento.

Este método baseia-se nos seguintes passos para identificar a solução aproximada:

1-Seleciona-se o subciclo "i,j,i" associado a $\text{Max}\{C_{ij} + C_{ji}\}$

Obs.: se houver empate deve-se escolher arbitrariamente um subciclo.

2-Seleciona-se um nó "k" dos não inseridos de acordo com os subpassos a seguir:

2.1-Avalia-se a menor distância entre os nós já pertencentes ao subciclo atual, ao nó "k" a inserir.

2.2-Escolhe-se para inserção o nó "k" onde seja maior a distância registrada (máximo dos mínimos)

3-No subciclo atual, calcular para cada ligação do tipo (u,v) a inserção do nó "k", selecionado anteriormente, a que corresponda o aumento mínimo de distância dado por $\text{Min}\{C_{uk}+C_{kv}-C_{uv}\}$.

4-Selecionar novo nó até que todos estejam na solução inicial.

Exemplo - Considerando a tabela a seguir que registra as distâncias em quilômetros entre os nós de um grafo orientado, determine uma rota com encargo total mínimo, utilizando o método em estudo, que passe pelos nós, iniciando e terminando no mesmo nó, sem repetir uma passagem.

	A	B	C	D	E
A		16	12	18	16
B	10		18	20	20
C	18	20		18	16

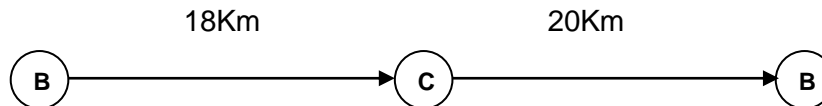
D	14	18	10		8
E	8	12	12	12	

Inicialmente deve-se escolher o subciclo inicial. A tabela a seguir mostra as distâncias equivalentes de cada subciclo.

	A	B	C	D	E
A		ABA=26Km	ACA=30Km	ADA=32Km	AEA=24Km
B			BCB=38Km	BDB=38Km	BEB=32Km
C				CDC=28Km	CEC=28Km
D					DED=20Km
E					

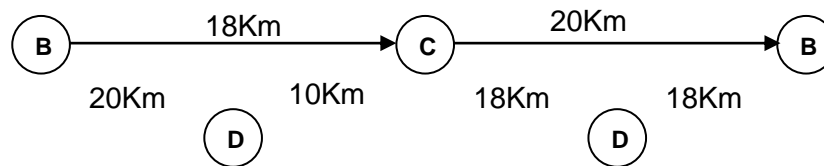
Então, o primeiro subciclo será BCB com distância total de 38Km.

Agora, devem-se então verificar todas as inserções possíveis no subciclo anterior, de acordo com o passo 2.



	Distância entre os nós		
	A	D	E
B	10	20	20
C	18	18	16
Min. entre linhas	10	18	16
Máx. entre colunas		18	

Opções de inserção para o nó D:



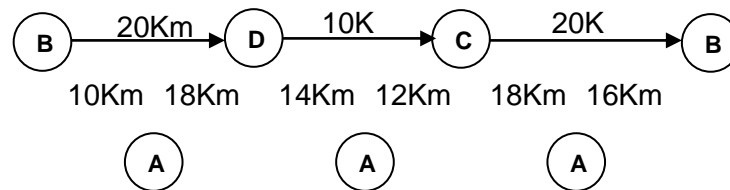
$$1-B > D > C = 20+10-18 \text{ (BC)} = \underline{12\text{Km}}$$

$$2-C > D > B = 18+18-20 \text{ (CB)} = 16\text{Km}$$

O menor encargo com a inserção do nó "D" é 12Km, ficando então o novo subciclo é BDCB.

Deve-se escolher um novo nó para inserção:

	Distância entre os nós	
	A	E
B	10	20
C	18	16
D	14	8
Min. entre linhas	10	8
Máx. entre colunas	10	



Opções de inserção:

- 1-B > A > D = 10+18-**20 (BD)** = **8Km**
- 2-D > A > C = 14+12-**10 (DC)** = 16Km
- 3-C > A > B = 18+16-**20 (CB)** = 14Km

O menor encargo com a inserção do nó "A" é 8Km, ficando então o novo subciclo é BADCB.

O único nó que falta ser inserido no subciclo é o "E". Sendo assim, deve-se avaliar as opções de encargos (distâncias).

Opções de inserção:

- 1-BEADCB = 20+8+18+10+20 = 76Km
- 2-BAEDCB = 10+16+12+10+20 = 68Km
- 3-BADECB = 10+18+8+12+20 = 68Km
- 4-BADCEB = 10+18+10+16+12 = 66Km

Então o circuito inicial teria a seguinte configuração por este método.

B > A > D > C > E > B com a distância total de 66Km.

BIBLIOGRAFIA

ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários, **Panorama Aquaviário**, Volume 1, 2007.

Arruda, Ricardo Takahashi, **O Impacto das Variações do Programa de Produção nos Custos Logísticos: Um Estudo de Caso na Fiat Automóveis**, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 123 pgs., Florianópolis, 2001.

Ballou, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Planejamento, Organização e Logística Empresarial** Editora Bookman, Porto Alegre, 2001.

Ballou, Ronald H. **Logística Empresarial** Editora Atlas, 392 pgs., ISBN 8522408742, São Paulo, 1993.

Ballou, Ronald H. **Logística Empresarial** Editora Atlas, São Paulo, 2007.

Ballou, Ronald H., **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos – Logística Empresarial**, Ed. Bookman, ISBN 0-13-066184-8, Porto Alegre, 2004.

Bandeira, Denise Lindstrom **Otimização da Cadeia de Suprimentos: Projeto de uma Rede Intermodal de Transporte de Cargas para o Território Brasileiro**. Anteprojeto de Pesquisa, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Administração, Porto Alegre, 2000.

Bowersox, Donald J. e Closs, David J. **Logística Empresarial** Editora Atlas, São Paulo, 2001.

Caixeta-Filho, José Vicente e Martins, Ricardo Silveira **Gestão Logística do Transporte de Cargas** Editora Atlas, São Paulo, 2001.

Campos, Vânia B.G., **Otimização do Transporte**, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 1998.

Chopra, Sunil e Meindl, Peter **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento e Operação** Editora Prentice Hall, São Paulo, 2003.

CNT – Confederação Nacional do Transporte, **Boletim Estatístico**, Ed. Nov./2015, Brasília, 2015. Capturado de http://www.cnt.org.br/Paginas/Boletins_Detalhes.aspx?b=3, Disponível em 23/12/2015.

CNT – Confederação Nacional do Transporte; SEST; SENAT, **Pesquisa CNT de Rodovias 2015**, 420 p., Brasília, 2015.

CNT – Confederação Nacional do Transporte, **Atlas do Transporte**, 1º edição, 24 p., Brasília, 2007.

CNT – Confederação Nacional do Transporte, **Pesquisa Ferroviária CNT 2006** 132 p. Brasília, 2007.

CNT – Confederação Nacional do Transporte, **Pesquisa rodoviária 2007: relatório gerencial** 160 p., Brasília, 2007.

Cruz Junior, Valdir Cardoso, **Estrutura dos Custos**, Disponível em <http://www.valdircruz.hpg.ig.com.br/variaveis.htm>, Capturado em 26/05/2005, 2003.

de Andrade, Eduardo Leopoldino, Introdução à Pesquisa Operacional, Editora LTC, ISBN 9788521616658, 4º Edição, Rio de Janeiro, 2009.

de Andrade, Eliana X.L.; Sampaio, Rubens e Silva, Geraldo N. **Notas em Matemática Aplicada** Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional, ISBN 85-7651-021-9, Editora SBMAC, São Carlos, 2005.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Instrução De Serviço/DG N° 09, Brasília, 2009.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, **Quadro de Fabricantes de Veículos**, Diretoria de Infraestrutura Rodoviária - Coordenação Geral de Operações Rodoviárias, Brasília, 2007.

Ferreira, José Vasconcelos **Distribuição e Logística: Localização de Equipamentos**, Universidade de Aveiro – Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial, Aveiro, 2007.

Fleury, Paulo **O Sistema de Processamento de Pedidos e a Gestão do Ciclo do Pedido**, Capturado de http://www.ilos.com.br/site/index.php?option=com_content&task=view&id=1001&Itemid=225 em julho 2010, COPPEAD/ILOS, Rio de Janeiro, 2003.

Geraldo Luciano de Oliveira Marques - Departamento de Transportes e Geotecnia - Universidade Federal de Juiz de Fora (s/d)

Goebel, Dieter, **Logística - Otimização do Transporte e Estoques na Empresa**, ECEX/IE/UFRJ – Curso de Pós-Graduação em Comércio Exterior, Estudos em Comércio Exterior Vol. I - nº 1 – Disponível em www.ie.ufrj.br/ecex/pdfs/logistica_

otimizacao_do_transporte_e_estoques_na_empresa.pdf, Capturado em 26/05/2005, jul/dez 1996.

Goldberg, Marco Cesar e Luna, Henrique Pacca L. **Otimização Combinatória e Programação Linear: Modelos e Algoritmos** Ed. Campus ISBN 8535215204, Rio de Janeiro, 2000.

GuiaLog, **Informações e Curiosidades**, Disponível em F:\Proj\Estudos\Estácio\Aulas\TTC\TTC10 (Mod10 – Bibliografia Básica).doc, Capturado em 26/07/2006.

Lachtermacher, Gerson **Pesquisa Operacional nas Tomadas de Decisões** Editora Campus, ISBN 8535220879, 1ª Edição, Rio de Janeiro, 2006.

Letenski Neto, Miguel **Gestão de Estoques na Cadeia de Suprimentos de uma Indústria do Setor de Perfumes e Cosméticos: uma Interpretação em função de “erros” na previsão de vendas** Dissertação de Mestrado, PUC-PR, Curitiba, 2005.

Marinha do Brasil, Diretoria de Hidrografia e Navegação, **Navegação Fluvial**, Capítulo 40, Disponível em <http://www.dhn.mar.mil.br/bhm/publicacao/download/cap-40.pdf>, Capturado em 05/08/2005.

Novaes, Antônio Galvão, **Métodos de Otimização: aplicações aos transportes** Edgar Blucher, São Paulo, 1978

Ribeiro, Romeu Artur **Logística como Fator de Competitividade**, Adcontar - Revista do Centro de Estudos Administrativos e Contábeis (CEAC), v. 2, n. 1, p. 7-10, Belém, Pará, maio, 2001.

Ribeiro, Thiago Lopes **Arranjo Físico: Uma Proposta Para Armazém de Beneficiamento, Empacotamento e Armazenagem de Grãos e Farinácios** Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, Ouro Preto, 2006.

Rodrigues, Luís Henrique; Renzo, Welington; Carvalho, Marcius **Políticas de Estoques em Custo e Nível de serviço para uma Cadeia de Suprimentos do segmento metal-mecânico: um estudo de caso da Sandvik do Brasil** In: XII SIMPEP, Bauru, 2005.

Silva, Ana Cristina Girão **Programação Linear Inteira *Branch-and-Bound***, Pesquisa Operacional II, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Departamento de Engenharia de Produção.

Silva, Arlindo **Programação Linear Inteira – Introdução**, Métodos de Apoio à Decisão, Departamento de Engenharia das Tecnologias da Informação, Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior de Tecnologia, Portugal, 2001.

Silva, Creusa F.da; Santos, Cybele Oliveira e Eda Moreira dos Reis. **Logística e Transporte e Tecnologia da Informação**, Monografia do Curso de Pós Graduação Distribuição e Logística Empresarial, Faculdades Integradas IPEP - Instituto Paulista de Ensino e Pesquisa, Campinas, 2001.

Smiderle, Andreia, **Técnicas da Pesquisa Operacional Aplicadas – Um Problema de Cobertura de Arcos**, Dissertação de Mestrado (Métodos Numéricos em Engenharia), Universidade Federal do Paraná, 153f., Curitiba, 2001.

Terzian, Ricardo Luiz **Conceitos e Metodologias de Gestão de Projeto e sua aplicação ao caso da Integridade da Malha Dutoviária** Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado em Engenharia Industrial, 138 p., Rio de Janeiro, 2005.

Widmer, João Alexandre **Proposta de Nomenclatura para Caminhões, Ônibus, Cvcs – Combinações de Veículos de Carga e Cvps – Combinações de Veículos de Passageiros** *In: XVIII ANPET – Congresso de Ensino e Pesquisa em Transporte*, pgs. 624 – 635, Florianópolis, 2004.
