

O TRANSPORTE INTERMODAL¹

Transportar significa mover pessoas e/ou mercadorias de um ponto a outro. O meio em que se dá o transporte é que influencia o tipo de veículo a ser usado para tal e é a este meio que se dá o nome de modal. O meio de transporte ou modal pode ser: por água - usando navios, barcaças ou barcos; por ar – aviões ou helicópteros e por terra – através de trens ferroviários, caminhões rodoviários, *dutovias* ou correias transportadoras, ou ainda, em áreas mais atrasadas, através de tração animal ou ainda, por seres humanos.

As transferências de mercadorias ou pessoas podem ser intra ou intermodais, sendo diferentes entre si e não mutuamente exclusivas. A transferência intramodal é aquela feita entre diferentes veículos pertencentes a um mesmo modal, como por exemplo: a transferência de um baú de um caminhão para o outro. Segundo Muller (1995, p.2):

Usualmente, a transferência intramodal é, operacionalmente, mais simples de ser feita porque os veículos são similares. Já o transporte intermodal envolve a transferência de uma carga única entre diferentes veículos em diferentes modais e tem por vantagem aproveitar o que de melhor cada modal pode oferecer com o objetivo de aumentar a eficiência no processo de transporte e reduzir custos enquanto oferece um serviço bastante competitivo.

A expressão transporte intermodal traduz o processo de se levar cargas diretamente da origem ao destino, envolvendo dois ou mais diferentes modais, de tal modo que todas as etapas de transporte, incluindo a troca de informações, sejam eficientemente conectadas e coordenadas oferecendo flexibilidade para quem as usa. De acordo com este conceito, a troca entre modais é considerada contínua e parte do processo logístico integrado, sob a égide legal de um documento único de transporte. Segundo Wood e Johnson² (1993, p.4), "...acredita-se que a maioria dos usuários de serviço de frete façam suas escolhas de transporte como uma parte do processo logístico ou da estratégia de distribuição física".

¹ Este texto é uma adaptação do capítulo de revisão bibliográfica da tese de mestrado de Ana Cristina da Silva Pereira.

² WOOD, Donald F., JOHNSON, James C. **Contemporary transportation**. 4.ed. New York : Macmillan Publishing Company, 1993.

A intermodalidade, dependendo sob que ótica é analisada, pode ser vista como um problema, um desafio ou uma ferramenta. Muller (1995, p.2) cita que: “Pode ser um problema, se considerarmos as dificuldades de se transferir mercadorias entre diferentes veículos de diferentes modais, como por exemplo: entre navios e trens ferroviários”. Não somente porque os veículos têm formatos diferentes, com diferentes métodos de carregamento e descarregamento, mas também porque as mercadorias estão sujeitas a esforços diversos àqueles inerentes ao transporte em um só modal. Ou seja, existem problemas tanto de diferentes condições de carregamento, como de transferência física.

O desafio da intermodalidade é manter as mercadorias em constante movimento. Seu objetivo principal é manter um fluxo contínuo através de todo o processo de transporte e transferências, reduzindo atrasos quando as mercadorias devem ser transferidas de um modal a outro. Se este movimento é interrompido em algum ponto durante o transporte ou nos pontos de troca intermodal, o que passa a ocorrer é armazenagem intermediária e não intermodalidade.

Como já dissemos, a intermodalidade também pode ser considerada como uma potente ferramenta. Neste caso, particularmente para embarcadores, por proporcionar-lhes diferentes opções em termos de rotas, especialmente em momentos de mercados aquecidos e em constante mudanças.

A intermodalidade cria oportunidade de redução de custos, por oferecer possibilidades de escolha de diferentes combinações de transportadoras e veículos que oferecem serviços mais baratos e eficientes, forçando, em mercados desregulamentados, a competição entre diversas empresas transportadoras, através de tarifas mais baixas e melhores serviços.

O transporte intermodal envolve grandes componentes, como: infra-estrutura física, meios de transportes e sistemas de comunicação. De todos esses grandes componentes associados ao processo de transporte de cargas, o uso de avançados sistemas de comunicação para a transmissão de dados e outras formas de informação foi o que experimentou o mais rápido avanço em termos de tecnologia nos últimos anos. Há alguns anos atrás, por exemplo, nos casos de transporte aéreo era comum que as mercadorias chegassem antes dos documentos para liberá-las. Atualmente, com o desenvolvimento do sistemas de informação e comunicação,

especialmente a troca eletrônica de dados (*EDI – Eletronic Data Interchange*) por toda a cadeia, esta situação quase não mais ocorre.

Documentos e informações sobre mercadorias transportadas devem ser trocados entre embarcadores, consignatários, destinatários, transportadores, operadores de terminal, agências do governo e facilitadores do transporte, tais como: empresas de transporte intermodal, consolidadores de carga³ e *brokers*⁴. O acompanhamento do fluxo de informações em embarques intermodais é tão importante quanto o acompanhamento do transporte intermodal e da transferência de carga em si.

REGULAMENTAÇÃO GOVERNAMENTAL

Quanto à regulamentação governamental, a literatura (MULLER, 1995) sugere que ela limita e dificulta a intermodalidade e que a desregulamentação liberaliza e facilita a intermodalidade. Em geral, a regulamentação governamental de qualquer empresa comercial tende a torná-la menos flexível e incapaz de responder rapidamente às mudanças de ambiente. Em alguns países, como por exemplo, Austrália, Canadá e Inglaterra, onde o sistema de regulamentação de transportes é, em geral, menos restritivo, o transporte intermodal desenvolveu-se mais rapidamente do que em outros países – incluindo EUA.

A regulamentação governamental não é universalmente vista como um impedimento ao desenvolvimento do transporte. De tempos em tempos, especialmente quando o número de transportadores atinge um número demasiadamente pequeno, próximo a um monopólio ou oligopólio, há a necessidade de se fazer uma rígida regulamentação do setor.

De acordo com Muller (1995, p. 26):

Alguns especialistas julgam, ainda, que alguns itens como: responsabilidade do transportador e segurança, devem ser mantidos sob controle governamental para

³ Os consolidadores ou angariadores de carga são pessoas e/ou empresas especializadas em captar cargas no mercado, que sozinhas não teriam volume suficiente para conseguir fechar um contrato de transporte com bons preços diretamente com o transportador, e as agrupa de modo a obter tal volume.

⁴ Os *brokers* atuam como uma espécie de bolsa de tonelage de carga no mundo, passando informações sobre cargas e espaços em modais disponíveis no mercado para os transportadores.

assegurar ao transporte intermodal uniformidade e proteção ao embarcador. Por fim, há aqueles que avaliam que com o crescimento da importância do transporte intermodal cresce também a necessidade de maior regulamentação sobre a atividade, com o intuito de garantir a uniformidade do serviço e a cooperação, ao invés, do antagonismo e competição naturais existente entre os diversos modais.⁵

TIPOS DE CARGAS

Antes de estudarmos cada tipo de modal, cabe descrever como são classificadas as cargas a serem transportadas.

Às mercadorias, durante o processo de transporte, dá-se o nome de carga. Elas podem ser sólidas, líquidas ou gasosas, podem ser inertes ou voláteis, frágeis ou perecíveis ou até mesmo vivas ou mortas. Há uma infinidade de variações de formatos, tamanhos, densidade e pesos. Mas, de um modo geral, elas são divididas em três tipos de carga: geral, granel e neo-granel. Originalmente, existiam apenas duas grandes categorias, geral e granel. No entanto, avançados conceitos de transporte e *design* de veículos fizeram surgir um terceiro tipo de categoria, comumente chamada de neo-granel.

Carga geral pode ser definida como sendo: produtos semi ou acabados como: aparelhos elétricos, produtos eletrônicos, maquinário, mercadorias embaladas e veículos.

Bons exemplos de carga a granel são: carvão, petróleo, gases, grãos e minérios ferrosos ou não. Para o autor, a transferência de carga a granel de um modal para outro é normalmente mais simples do que a de cargas gerais, tornando mais fácil de se obter a continuidade do fluxo de mercadorias, a menos que algum tipo de armazenagem seja realmente requisitado. Cargas a granel são freqüentemente transportadas em correias, bombeadas de caminhões-tanque para navios, ou de navios para dutovias, despejadas de vagões em barcaças, sugadas de navios ou caminhões ou barcaças. Como se pode perceber, cargas a granel são movidas em grandes quantidades independente do modal que as transporta.

⁵ Tradução livre da autora.

O neo-granel envolve o embarque de diferentes tipos de granel e outras formas de cargas homogêneas em um mesmo veículo, mantendo sua separação durante todo o processo de embarque, transporte e desembarque das mercadorias. Podemos citar como exemplo de utilização deste tipo de carga, o que ocorre com as companhias petrolíferas, que usam neo-granel para transportar diferentes tipos de cargas de petróleo em um único navio, chamado de *parcel tanker*. Outras formas de neo-granel incluem placas de aço, bananas, sucatas, papel e produtos refrigerados.

Containerização

Ao se falar em tipos de carga, é importante citar a carga containerizada porque, em geral, o transporte intermodal é muito facilitado pela utilização de cargas containerizadas, muito embora a containerização não seja propriamente um tipo de carga por si só, posto que qualquer uma das três categorias pode ser transportada em *containers*, nem tampouco containerização seja sinônimo de intermodalidade.

Pode-se dizer que carga containerizada é aquela carga “embalada” em *containers*. São cargas unitizadas protegidas de intempéries e de roubo, sendo de fácil manuseio ao longo dos diversos modais.

Existem vantagens de se usar o frete containerizado, vejamos uma delas: Originalmente, *containers* foram introduzidos na maioria dos modais dentro do conceito intramodal, ou seja para, por exemplo, facilitar que a carga fosse embarcada em um próximo caminhão. Atualmente, esse conceito de benefício intramodal pode ser expandido para o intermodal. Tomemos como exemplo os navios oceânicos. O carregamento e o descarregamento de *containers* pode ser feito com a ajuda de guindastes de terra sem que necessariamente eles sigam para um outro modal diretamente. Após a partida do navio, a carga pode ser quebrada em outras menores no próprio porto e transferida para o próximo modal, reduzindo, assim, o tempo do navio no porto e permitindo maior aproveitamento em viagem no mar.

Existem algumas desvantagens para o uso de *containers*, como seu alto custo de aquisição, aluguel e reparo, bem como sua armazenagem e viagem de retorno. O volume de *containers* transportados simultaneamente é alto de modo a alcançar economias de escala com a containerização. A utilização de *containers* também tem a desvantagem de limitar o tamanho da carga a ser transportada e a necessidade de

utilização de equipamentos especiais de alto custo para seu manuseio, limitando as cargas àquelas de alto valor agregado e baixa densidade.

TIPOS DE MODAIS

Conforme já explicado, a estrutura de transportes de cargas é composta por cinco modais (ou modalidades) principais: rodoviário, ferroviário, aquaviário - subdividido em marítimo ou de cabotagem e hidroviário ou interior - aéreo e dutoviário. Neste trabalho, o transporte marítimo de longo curso será tratado dentro do item de transporte internacional. Cada modalidade tem suas características, vantagens e desvantagens próprias, as quais destacaremos a seguir.

Modal Rodoviário

O crescimento e a difusão da utilização do modal rodoviário podem ser explicados pela característica de serviço inerente ao modal. Um caminhão é capaz de carregar quase todos os tipos de produtos e, em geral, o faz. Não há para caminhões restrições tais como: trilhos, localização de aeroportos ou mesmo vias navegáveis, para que se possa fazer uma entrega precisa-se tão somente de uma rua, esteja ela pavimentada ou não.

A vantagem da acessibilidade dos caminhões é evidente no caso de coleta e entrega de mercadorias na área urbana, por exemplo. A maior vantagem do modal rodoviário sobre as outras formas de transporte é essa sua capacidade física de prover o serviço de entrega porta a porta. Por este motivo o modal rodoviário torna-se essencial em um sistema de alimentação dos demais modais, porque ao flexibilizar os locais de entrega, pode facilmente transferir mercadorias de um modal ao outro, caso estes não estejam interligados diretamente. Esta característica é ressaltada por Coyle, Bardi e Novack⁶ (1994) ao afirmar que caminhões fazem a ponte entre os pontos de coleta e de entrega e as instalações de outros modais, dando-lhe a denominação de “coordenador universal”.

⁶ COYLE, John Joseph, BARDI, Edward J., NOVACK, Robert A. **Transportation**. 4.ed. St. Paul, MN : West Publishing Company, 1994.

Por outro lado, pode-se identificar como desvantagem suas limitações de tamanho e de velocidade, dado que a rodovia é compartilhada com outros usuários. Isto faz com que este modal seja mais indicado para transportes de pequenas e médias distâncias, não conseguindo em longas distâncias, por exemplo, competir com ferrovias em termos de prever com precisão o tempo de entrega, dada sua velocidade inconstante.

No entanto, atualmente, este modal é amplamente utilizado também para viagens longas. Apesar de ser mais apropriado para pequenas e médias distâncias, sendo inclusive muito rápido nestes casos, o modal rodoviário pode ser vantajoso se contabilizarmos o tempo total de trânsito de mercadorias e o tempo gasto com as transferências intermodais necessárias para entrega porta a porta. Deve-se atentar também ao fato de que o custo de manutenção das rodovias, ao ser utilizada por outros usuários que não os transportadores de cargas, é diluído por todos, reduzindo assim os encargos sobre este último.

Outro ponto a favor do modal rodoviário é que, tradicionalmente, os transportadores rodoviários têm se caracterizado pela capacidade de prover serviços de bom nível a seus clientes. Por bom nível de serviços entende-se um conjunto de características, dentre as quais se destacam:

- Tempo de entrega – espaço de tempo entre o momento em que o transportador coleta a mercadoria e o momento em que faz sua entrega;
- Entrega no tempo – significa entregar a mercadoria no momento esperado, nem antes, nem depois;
- Acessibilidade – significa a habilidade de atingir diversas localidades tanto para coleta quanto para entrega de mercadorias.

Se compararmos os serviços prestados pelo transportador rodoviário e pelo ferroviário, poderemos notar que os tempos de entrega serão, em geral, menores para um caminhão, particularmente se as distâncias origem-destino forem curtas, inferiores a 1.000 Km. Além do que, o caminhão representa uma unidade de carregamento menor, tornando o volume de mercadoria a ser manuseado mais conveniente especialmente para produtores de menor porte, que podem, assim, embarcar com maior freqüência. O menor lote de embarque em caminhão fornece ao fornecedor e ao cliente o benefício de menores níveis de estoques e menores custos de carregamento de estoque, além de maior freqüência de serviço.

Uma outra característica positiva do transporte rodoviário é sua característica de ser “macio”, ou seja, o fato dos caminhões usarem um bom sistema de suspensão e rodarem sobre pneus implica em menor risco potencial de danos à carga durante o transporte, reduzindo assim a necessidade de embalagens especiais e conseqüentes custos.

Equipamentos

A maior parte das vantagens relativas ao serviço prestado pelo modal rodoviário se devem às características técnicas dos equipamentos utilizados no transporte, em particular do caminhão. O alto grau de flexibilidade, a relativa tranqüilidade da viagem⁷ e capacidade de prover transporte para pequenos lotes podem ser consideradas características únicas que resultam em maior acessibilidade, freqüência de entrega e coleta, segurança da carga e menor tempo de trânsito total.

Um caminhão pode ser carregado rapidamente e partir com um ou dois baús, enquanto que o trem precisa coletar um número mínimo de vagões (unidades de carga) para que possa partir, pois estas unidades formam a composição que será tracionada por uma mesma locomotiva. Essa disponibilidade do caminhão de operar com apenas uma unidade de carga separadamente elimina o gasto de tempo incorrido na coleta de várias unidades, como no caso da composição ferroviária.

Outra dimensão que demonstra a flexibilidade do equipamento básico do modal rodoviário reside no fato de um caminhão não ficar restrito ao tráfego em rodovias. Diferentemente dos modais ferroviário e aquaviário, cujos serviços ficam restritos a suas vias específicas, um caminhão pode atingir qualquer local que seja servido por uma rua ou estrada.

Os veículos de transporte rodoviário podem ser divididos em duas categorias: os caminhões para transporte de longas distâncias⁸ e caminhões para cidade. A diferença básica entre eles é o tamanho. Em geral, os caminhões para transporte de longas distâncias são maiores e são combinações de cavalo e baú com três eixos ou mais e os para transporte nas cidades são pequenos veículos, onde cavalo e unidade de carga formam um conjunto único. Os autores, ainda, apresentam uma

⁷ Do original: “*Smooth ride*” COYLE, BARDI E NOVACK (1994, p.142)

⁸ Do original: “*Line-haul trucks*”, COYLE, BARDI E NOVACK (1994, p.143)

lista de veículos especiais, como: vans, baús *open-top*⁹, veículos refrigerados, caminhões-tanque e caminhões plataforma¹⁰.

Modal Ferroviário

Uma das principais características do modal ferroviário é a necessidade de manutenção de grande infra-estrutura fixa de operação, que demanda grandes investimentos em manutenção de equipamentos como: trilhos, dormentes, estações e sinalização. Isto significa dizer que grande parte dos custos de operação das ferrovias é fixo, gerado pelas condições de tempo e de idade, independente de sua utilização, em conseqüência, uma estrutura ferroviária é muito suscetível a ganhos com economia de escala. À medida que o volume de utilização cresce, o custo unitário fixo reduz proporcionalmente.

A restrição do modal ferroviário no que diz respeito a limitação de operação à sua via permanente faz com que a ferrovia tenha diferentes níveis de serviço dependendo das características de seus clientes. Por exemplo, se ambos embarcador e destinatário possuem desvios ferroviários, então o serviço porta a porta poderá ser feito. No entanto, se a malha ferroviária não estiver disponível para ambos, o movimento das mercadorias deverá ser completado por um outro tipo de modal.

Uma importante característica deste modal é permitir a utilização de veículos especializados que podem cruzar longas distâncias carregando grandes quantidades de carga a alta e constante velocidade, sendo assim bastante apropriado ao transporte de grandes volumes de carga granel ou containerizada. Diferentemente do modal dutoviário que também transporta esse tipo de mercadoria em apenas um sentido, o modal ferroviário permite viagens de ida e volta, aproveitando melhor sua via permanente.

Por estes motivos, o modal ferroviário está voltado basicamente para o transporte por longas distâncias de mercadorias de alto peso e baixo valor agregado, em grande quantidades a granel, em geral *commodities*. Por outro lado, o modal rodoviário concentra o transporte de produtos acabados de baixo volume e alto valor agregado

⁹ Baú *open-top* – Tipo de baú de caminhão sem a parte superior, que permite o transporte de mercadorias acima de sua altura.

¹⁰ Caminhão *plataforma* – Caminhão cujo *trailer* não possui parte superior nem laterais.

e os modais aquaviário e dutoviário transportam mercadorias de alto volume e de mais baixo valor agregado, que não necessitem de baixo tempo total de trânsito.

O modal ferroviário é extremamente eficiente para o transporte de matérias-primas e outras *commodities* a granel carregadas em vagões completos, como por exemplo: carvão, grãos, produtos químicos, papel e celulose.

Faulks (1990, p. 62) descreve a principal vantagem da utilização do modal ferroviário como se segue:

A lucratividade não reside em transportar um vagão completo ou quase completamente carregado. Ela reside em transportar trens inteiros carregados, com um mínimo de mão-de-obra, ou seja, com mercadorias passíveis de carregamento mecanizado como os trens de carvão que fazem o trajeto da mina à usina termo elétrica ou como os carregamentos de mercadorias de diversos destinatários estufadas em *containers* que se tornam eles mesmos a unidade a ser transportada.¹¹

Como dito anteriormente, a estrutura de custos ferroviários faz com que seja necessário atrair altos e regulares volumes de tráfego para se ter economia de escala e operar eficientemente. Por isso, nos últimos anos as empresas ferroviárias têm procurado desenvolver ou enfatizar várias inovações em serviços para aumentar seu tráfego.

Dentro deste conceito foi desenvolvido o serviço de transporte *piggyback*¹², com o objetivo de viabilizar a intermodalidade de cargas utilizando a ferrovia como um dos modais. O serviço *piggyback* inclui o transporte de trailers de caminhão (*TOFC*¹³) e de *containers* (*COFC*¹⁴).

O serviço *TOFC* combina a eficiência em longas distâncias da ferrovia com a flexibilidade do serviço de coleta e entrega feito pelos caminhões. Entregas com hora marcada, regularidade de escalas e economia de gastos com combustível são as maiores razões para o presente crescimento e potencial futuro deste tipo de

¹¹ Tradução livre da autora.

¹² Traduzindo literalmente, *Piggyback*, significa nos ombros ou no cangote (DICIONÁRIO WEBSTER, 1996). Chama-se transporte *piggyback* aquele em que um *container*, um *trailer* de caminhão ou mesmo um caminhão inteiro é transportado pela ferrovia sobre um vagão plataforma.

¹³ Do original em inglês: *Trailer On Flat Car* - Serviço de transporte de *trailers* rodoviários sobre vagões plataforma em ferrovia (COYLE, BARDI E NOVACK, 1994).

¹⁴ Do original em inglês: *Container On Flat Car* - Serviço de transporte de *containers* sobre vagões plataforma em ferrovia (COYLE, BARDI E NOVACK, 1994).

serviço. Por exemplo, uma composição de cem vagões (que carregue dois trailers em cada vagão) é mais econômico do que duzentos caminhões viajando pela rodovia. Congestionamentos, desgaste das estradas e seus custos de manutenção e reparo são reduzidos ao se diminuir o número de caminhões trafegando por uma rodovia.

O serviço *piggyback COFC* pode ser considerado como a forma internacional de transporte de *containers* e seu equivalente doméstico o *TOFC*. Um *container* não possui rodas e deve, portanto, ser colocado sobre uma plataforma de caminhão para que seja feita a entrega porta a porta, após o transporte ferroviário. O volume de manuseio de carga, neste caso, é reduzido porque o *container* pode ser carregado e selado na origem e embarcado diretamente ao destinatário. Economias de escala são obtidas ao se transportar mercadorias acabadas em *containers*, o que significa não só menores custos de embalagem e armazenagem, como também menores tempos de trânsito uma vez que todos os esforços de carregamento, descarregamento e entrega de mercadorias são reduzidos.

Outro serviço desenvolvido foi o trem dedicado, que envolve o conceito de “alugar um trem” para o transporte de mercadorias, especializado em transportar apenas um tipo de mercadoria, usualmente carvão ou grãos, da origem ao destino.

Equipamentos

Um trem pode operar com diferentes tipos de vagões em uma mesma composição, o que lhe permite fornecer um serviço flexível em termos de capacidade de carregamento. Os vagões, em geral, são de propriedade das ferrovias e suas características físicas variam consideravelmente de um tipo a outro permitindo que se use aquele que da melhor maneira possível atenda às necessidades de seus clientes.

São oito basicamente os tipos mais comuns de vagões:

- Vagão de carga fechado - vagão padrão fechado com portas laterais corrediças usado para cargas gerais;
- Vagão de carga fechado equipado - vagão especialmente modificado para carga de mercadorias especiais, como por exemplo autopeças;

- *Hopper ou vagão graneleiro*¹⁵ - vagão sem parte superior, com piso inclinado para uma de suas laterais, onde existe uma porta articulada que facilita o descarregamento de carga granel
- *Graneleiro coberto*¹⁶ - semelhante ao vagão graneleiro, porém possui uma capota especialmente desenhada para o transporte de cargas a granel que necessitem de proteção contra intempéries;
- *Vagão plataforma* – vagão sem teto nem laterais, usado principalmente para o transporte de *containers* e de baús de caminhão;
- *Vagão refrigerado* – vagão fechado equipado com sistema refrigerador para controle da temperatura interna do mesmo;
- *Vagão gôndola* – vagão sem tampo, com fundo liso e laterais fixas, utilizado normalmente para transporte de pesadas cargas a granel;
- *Vagão tanque* – vagão especializado para transporte de líquidos ou gases.

Modal Aéreo

A mais representativa característica do transporte aéreo, é sua rapidez, dada pelo fato de o avião se mover rapidamente e por ele ser capaz de seguir em uma rota direta não sofrendo a influência de barreiras físicas como as experimentadas pelo transporte terrestre. Mares, montanhas, desertos, florestas ou regiões congeladas não oferecem resistência ao avião.

Os embarcadores que usam o modal aéreo para o transporte de suas mercadorias estão, em primeiro lugar, interessados em rapidez de serviço e os benefícios resultantes da redução de nível de estoques inerente ao menor tempo de trânsito, que permitem também que falta de produtos sejam controladas, reduzidas ou mesmo eliminadas devido à possibilidade de colocação de pedidos em curtos espaços de tempo.

Por outro lado, os terminais aeroportuários costumam ser extravagantes em utilização de espaço e raramente podem ser alocados nas imediações de uma grande cidade. Sendo, então, não rara a ocorrência de longas viagens por terra entre os centros urbanos e os aeroportos. Ainda há o agravante de as formalidades exigidas no terminal consumirem muito tempo, tornando o transporte terrestre

¹⁵ Vagão de carga granel aberto que permite descarregamento sem virador de vagão.

¹⁶ Vagão de carga granel coberto que permite descarregamento sem virador de vagão.

competitivo com o aéreo, no que se refere a tempo, ao se comparar a duração de uma viagem completa da origem ao destino da mercadoria.

Por estes motivos, se considera que o transporte aéreo é mais apropriado para longas distâncias e para pequenos percursos onde haja dificuldades para o transporte terrestre, sejam eles de ordem física ou mesmo políticas.

Com relação às características gerais do transporte aéreo, existem algumas similaridades com o transporte aquaviário, conforme indicado a seguir:

- Ambos os modais operam rotas nacionais e internacionais;
- A via utilizada no transporte é natural, sendo portanto flexível e não necessitando de grandes investimentos de capital na via.
- Ambos necessitam utilizar ajuda de sistemas de navegação.
- Ambos requerem elaborados e caros terminais, que, em geral, não são de propriedade dos operadores.
- Ambos têm um grande mercado de afretamento¹⁷ envolvido.

Mas pode-se dizer que a similaridade entre os dois modais se resume a estes itens, dado que, por exemplo, em termos de rapidez, os dois são exatamente o oposto.

Como exemplos de mercadorias que usualmente são transportadas via aérea podemos citar: correspondência, roupas, produtos de telecomunicação, equipamentos fotográficos, cogumelos, flores, cavalos de corrida, touros reprodutores, automóveis de luxo e jóias. Normalmente matérias-primas básicas como carvão, toras de madeira, minério de ferro ou aço não são transportados pelo modal aéreo. Em geral, somente mercadorias de alto valor agregado ou de alto grau de perecibilidade/obsolescência compensam o alto custo do transporte aéreo.

A maioria dos fretes que usa o serviço aéreo é de embarques de mercadorias de alto valor agregado e/ou de emergência. O alto custo do transporte aéreo é

¹⁷ Do inglês: *Charter Market* - expressão utilizada para descrever o mercado de aluguel de espaço em aviões/navios ou da embarcação como um todo. No caso, do aluguel de espaço, o dono da embarcação opera o serviço e provê o transporte para terceiros. É importante esclarecer que não necessariamente quem aluga o espaço possui alguma carga para ser transportada, ele pode também ser uma empresa transportadora que por falta de espaço próprio subloca espaço de terceiros para cumprir com as obrigações adquiridas em um contrato de transporte celebrado com seu cliente, dono da carga ou não. No caso de aluguel da embarcação, quem opera o serviço é próprio transportador.

usualmente proibitivo para embarques de mercadorias de rotina com baixo valor agregado a menos que seja uma emergência. Não há dúvida de que a maior vantagem do frete aéreo é sua rapidez, posto que o tempo tomado no trajeto terminal a terminal via aérea é o menor de todos entre os modais.

Para embarques de emergência o custo do transporte aéreo passa a ser irrelevante perante o custo do atraso de mercadorias. Por exemplo, uma necessidade urgente de uma peça em uma linha de montagem, mesmo de baixo custo. Se a peça for transportada por frete aéreo e sua chegada for a tempo de evitar uma parada na linha de montagem que pode custar milhares de dólares, o alto custo do frete aéreo irá tornar-se irrelevante em relação a esta parada, quando não o seria se comparado ao preço da peça por si só.

Outra vantagem do modal aéreo reside no fato de os embarques poderem ser em pequenas quantidades e sem necessidade de embalagens tão especializadas e custosas quanto as dos demais modais. Por exemplo não é incomum encontrar cargas paletizadas simplesmente atadas com plástico, porque a relativamente tranqüila viagem e os sistemas automatizados de carga e descarga do avião contribuem para baixos níveis de danos às mercadorias e, conseqüentemente, à redução da necessidade de embalagem.

Modal Aquaviário

O transporte aquaviário pode ser subdividido em fluvial, marítimo de cabotagem e marítimo internacional, tendo, dentre os três tipos, o maior volume de tráfego o marítimo internacional de longas distâncias. Esse maior volume faz sentido, tendo em vista que por razões naturais, a navegação internacional pode prover serviços que nenhum outro modal seria capaz, mesmo sendo o transporte aquaviário não muito rápido.

O transporte aquaviário, bem como o aeroviário, depende basicamente de terminais portuários para que possa ser feito o manuseio da carga, muito embora existam navios e barcaças que permitam o transbordo diretamente de outros navios ou barcaças.

Terminais portuários são, em sua maioria, construídos por órgãos do governo e operados por suas agências locais que operam também seus armazéns. Por outro

lado, muitos usuários de transporte aquaviário, principalmente empresas que comercializam *commodities* como, grãos, carvão e óleo, investem e operam seus próprios terminais que atendem às suas necessidades especiais de manuseio e armazenagem de carga.

A estrutura de custos do modal aquaviário caracteriza-se por ter em sua composição um grande percentual de custos variáveis e baixo, de custos fixos. Tal qual os modais rodoviário e aéreo, o transportador aquaviário não precisa possuir suas próprias vias, ela é provida pela própria natureza e mantida em geral, pelo governo, através da cobranças de taxa de utilização, que variam diretamente com o volume de negócios operado na via.

Equipamentos

Nas últimas décadas, a maior parte das melhorias nos portos tem sido focada em mecanização de sistemas de movimentação de materiais. Eficientes movimentações de grandes volumes de cargas, que reduzam o tempo total de trânsito das mercadorias, têm sido pré-requisito básico para um porto que queira ser economicamente competitivo e, conseqüentemente, para que o modal aquaviário possa ser competitivo com os demais modais. Outra importante função do porto é facilitar a transferências das cargas entre os modais

Os equipamentos básicos de um porto consistem naqueles utilizados para o carregamento e o descarregamento dos navios e barcaças, variando com o tipo de carga a ser movimentado, tais como: guindastes, empilhadeiras, correias transportadoras, viradores de vagão, sugadores, entre outros.

Transporte Fluvial

Por ser um meio de transporte não muito rápido, o transporte fluvial é indicado para mercadorias de natureza não perecível e para aquelas que não têm necessidade de urgência na entrega, pois são itens usualmente mantidos em estoque. De um modo geral, estamos falando de matérias-primas *commodities*. Tais como: carvão, petróleo, grãos, madeira, produtos químicos, minério e aço. Segundo Faulks (1990), o transporte fluvial é especialmente apropriado para:

- Escoamento de mercadorias através de sistemas fluviais conectados a portos, particularmente quando há transbordo de barcaças para navios e vice-versa;

- Mercadorias granel transportadas de um ponto ao outro diretamente em barçaças;
- Mercadorias transportadas de e para serem consumidas em plantas industriais ou estocadas em armazéns localizados a beira do rio ou canal em que estão sendo transportadas;
- Baús de caminhão ou *containers* que serão transferidos para o modal rodoviário em algum porto ao longo do canal ou rio.¹⁸

É inevitável perceber que este tipo de modal concorre diretamente com o ferroviário no diz respeito ao transporte de carga de granel seco, como grãos, carvão e minérios, e que sua viabilidade depende de quão extensa é a região navegável do canal ou rio, de qual o calado¹⁹ máximo permitido nesta extensão e qual o tamanho de embarcação que pode ser usada no transporte, em outras palavras, qual a capacidade de transporte. Outro modal com o qual compete diretamente é o dutoviário, em especial para o transporte de cargas de granel líquido como petróleo e seus derivados.

O transporte fluvial é, em sua maioria, operado através de barçaças²⁰. São quatro os tipos de barçaças utilizadas para transporte fluvial:

- Abertas, próprias para o transporte de cargas secas a granel como: carvão, areia, pedras e bauxita;
- Fechadas, para o transporte de cargas secas a granel que precisam ser protegidas de intempéries, como grãos;
- Tanques, utilizadas no transporte de petróleo, seus derivados e produtos químicos;
- Chatas, que transportam veículos, *containers* e equipamentos.

O transporte pode também ser feito em navios, em geral com grandes aberturas de porões que facilitam o seu carregamento e o descarregamento. Em alguns casos, os porões são divididos por altas paredes para que se possa carregar mais de um tipo de mercadoria granel por porão de uma só vez. No entanto, a maioria dos transportadores carrega somente uma limitada variedade de produtos de uma só vez.

¹⁸ Tradução livre da autora.

¹⁹ Calado – Distância entre a superfície da água e o ponto mais baixo da embarcação. O calado de uma embarcação varia com a latitude em que se encontra e com a densidade da água.

²⁰ Barçaças são embarcações que não possuem propulsão própria, sendo normalmente puxadas ou empurradas por rebocadores.

A capacidade de carregamento das barcaças é grande, elas são capazes de manusear normalmente de 1.000 a 1.500 toneladas de carga, porém existem barcaças de porte ainda maior, como por exemplo, a Columbia Star, que trafega nos Grandes Lagos norte-americanos e é capaz de carregar 61.000 toneladas de carga por vez. O carregamento médio de uma barcaça de 1.500 toneladas de capacidade equivale a aproximadamente 15 vagões de trem ou 60 carretas.

Esse alto volume de capacidade de carregamento contribui para que o transporte por barcaças tenha um baixo custo, sendo esta uma de suas principais características. O transporte fluvial é geralmente o modal de mais baixo custo para o embarque de cargas granel seco, já para cargas de granel líquido, o modal de menor custo, é o dutoviário. Essa diferença de custo se deve, à baixa velocidade do transporte de dutovia em relação ao fluvial

O transporte aquaviário possui uma série de desvantagens que podem ser compensadas pelo seu baixo custo. Dentre elas está a interrupção do serviço, durante os meses de inverno em alguns países, onde as vias navegáveis congelam. Esta interrupção no serviço por dois ou três meses de inverno faz crescer o custo de manutenção de estoques pelos usuários deste tipo de transporte. Os usuários irão aumentar o nível de seu estoque antes dos meses de inverno para assegurar o suprimento adequado para operação neste período. Este aumento de custo é mais um motivo pelo qual, em geral só se usa este tipo de modal para transporte de mercadorias de baixo valor agregado.

Outra desvantagem é a dificuldade de acesso à via de transporte. A maioria dos usuários do transporte fluvial têm plantas localizadas próximo a rios, no entanto se este não é o caso, é necessária a utilização de um segundo modal para complementar o transporte.

Por fim, a viagem e o manuseio da carga característicos do transporte fluvial demandam mais trabalho do que os outros modais. A carga está sujeita a intempéries, variações das vias navegáveis e a numerosos manuseios que forcem a uma necessidade de embalagens caras e sofisticadas. Esta é mais uma das razões que transformam este tipo de transporte mais apropriado para cargas de granel sólido que não requeiram praticamente nenhum tipo de proteção especial.

Modal Dutoviário

A principal característica do transporte dutoviário é ser o único modal em que a unidade de carregamento confunde-se com a via e neste caso, o que se move não é o meio de transporte e sim a mercadoria em si. Por este motivo, o transporte dutoviário é o mais apropriado para o transporte de mercadorias que são produzidas através de processos de fluxo contínuo.

Abaixo são apresentadas algumas das principais desvantagens e vantagens do uso de dutovias:

➤ Desvantagens:

- Trata-se de um modal que requer grande investimento de capital;
- É inflexível quanto à rota de distribuição, uma vez que fixados os dutos, sua posição não é fácil de alterar. Por este motivo, é propício para mercadorias que mantenham sua demanda restrita a pontos fixos;
- Não é adequado para transporte de mercadorias que estejam sujeitas a mudanças de padrão de carregamento;
- Seu uso só pode ser estendido a certos grupos de mercadorias dentro de um mesmo duto. Embora seja tecnicamente possível separar um produto de outro sem que eles se misturem durante o transporte, não é aconselhável usar um mesmo duto para carregar parafina depois cerveja, por exemplo.

➤ Vantagens:

- Por ser a dutovia a própria unidade de carregamento, não há necessidade de se usar embalagens de transporte;
- Nada se move, a exceção da própria mercadoria transportada;
- Não existe o problema da viagem de retorno para equacionar, bem como o processo não sofre influência de congestionamentos ou dificuldades físicas a transpor, como por exemplo longas zonas áridas ou congeladas;
- É um meio de transporte que consome pouca mão-de-obra;
- Em geral, a segurança, das dutovias é superior a dos outros modais, sendo assim, indicada para o transporte de produtos perigosos, como por exemplo etileno ou petróleo em forma de gás.

Existem ainda outras vantagens da dutovia: o baixo custo de operação, uma vez instalada; a independência em relação às condições do tempo na sua operação e a

função de armazenagem em consequência do seu longo tempo total de trânsito. Ou seja, se um produto não é necessário de imediato, o lento serviço deste modal pode ser encarado como uma forma de armazenagem temporária gratuita.

A dutovia pode transportar apenas uma limitada variedade de mercadorias. De fato, é um modal extremamente especializado, podendo-se, inclusive, classificá-lo segundo o tipo de carga que transporta. O modal pode ser dividido quatro grandes grupos conforme indicado a seguir:

- Oleodutos – transportam petróleo cru, bem como seus derivados;
- Gasodutos – formam as redes de abastecimento de gás das cidades, além de serem usados para transporte e distribuição de gás natural;
- Dutovias para carvão diluído – Este é um tipo específico de dutovia, bastante comum nos EUA, que transporta unicamente uma mistura de carvão em pó com água. A dutovia para carvão diluído pode ser entendida como composta de três grandes partes. A primeira é a planta de preparação da mistura, onde o carvão é reduzido a pó para que seja adicionado à água na proporção correta. A segunda são os tanques de armazenagem e a própria dutovia, por onde a mistura é bombeada percorrendo longas distâncias. E a terceira e última é a planta de separação, onde a mistura é centrifugada, filtrada e secada para que se retire toda a água do carvão;
- Dutovias – neste quarto grupo são incluídas um conjunto de aplicações:
 - para produtos químicos, como amônia, etileno e propileno;
 - para outros produtos sólidos diluídos, como por exemplo: minério de ferro, cobre e calcário;
 - para produtos encapsulados, que são transportados por outros produtos em estado líquido ao serem bombeados pelo duto; e
 - para produtos em pó, como cimento ou farinha, que são bombeados por sucção ou através de uma gás inerte.

BIBLIOGRAFIA

COYLE, John Joseph, BARDI, Edward J., NOVACK, Robert A. **Transportation**. 4.ed. St. Paul, MN : West Publishing Company, 1994.

FAULKES, Rex William. **Principles of transport**. 4.ed. Berkshire : McGraw-Hill Book Company (UK) Limited, 1990.

MULLER, Gerhardt. **Intermodal freight transportation**. 3.ed. Lansdowne, VA : Eno Transportation Foundation and Intermodal Association of North America, 1995.

PARREIRAS, Reinaldo, MENDONÇA, Darcy F. **Marketing de transporte de cargas**: conceitos, estratégias e táticas. São Paulo : McGraw-Hill, 1990.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo : Atlas, 1998.

WOOD, Donald F., JOHNSON, James C. **Contemporary transportation**. 4.ed. New York : Macmillan Publishing Company, 1993.