



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria da Educação

ESCOLA ESTADUAL DE
EDUCAÇÃO PROFISSIONAL - EEEP
ENSINO MÉDIO INTEGRADO À EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

CURSO TÉCNICO EM LOGÍSTICA

GESTÃO DE TRANSPORTE
E MOVIMENTAÇÃO



**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**
Secretaria da Educação

Governador

Cid Ferreira Gomes

Vice Governador

Domingos Gomes de Aguiar Filho

Secretária da Educação

Maria Izolda Cella de Arruda Coelho

Secretário Adjunto

Maurício Holanda Maia

Secretário Executivo

Antônio Idilvan de Lima Alencar

Assessora Institucional do Gabinete da Seduc

Cristiane Carvalho Holanda

Coordenadora da Educação Profissional – SEDUC

Andréa Araújo Rocha

Sumário

1.	O Sistema de Transporte.....	07
1.1.	Importância de Sistema de Transporte na Economia.....	07
1.1.1.	Maior Competição.....	07
1.1.2.	Economias de Escala.....	08
1.1.3.	Preços Reduzidos.....	09
1.2.	Escopo do Sistema de Transporte.....	11
1.2.1.	Visão Geral.....	11
1.2.2.	Produtos Transportados.....	13
1.3.	Alternativas de Serviço e Suas Características de Desempenho.....	15
1.4.	Alternativas com um Único Interlocutor.....	20
1.5.	Serviços Integrados (Multimodais).....	26
1.6.	Agências e Serviços de Pequenos Volumes.....	28
1.7.	Transporte Controlado Pela Própria Companhia.....	29
1.8.	Transporte Internacional	29
1.9	Resumo.....	31
2.	Administração de Tráfego	33
2.1.	Seleção do Transportador: Próprio ou Terceiros?.....	33
2.2.	Administração do Transporte Contratado de Terceiros.....	35
2.2.1.	Negociação de Fretes.....	36
2.2.2.	Auditoria da Cobrança de Fretes.....	37
2.2.3.	Monitoração e Serviço Expresso.....	38
2.2.4.	Pequenas Cargas.....	39
2.3.	Transporte Próprio.....	40
2.3.1.	Rota ou Plano de Viagem.....	40
3.3.2.	Roteirização e Programação de Veículos.....	42
2.3.3.	Despacho de Veículos.....	43
2.3.4.	Sequenciação de Roteiros.....	45
2.3.5.	Balanceamento de Viagens com e sem Carga.....	45
2.4.	Resumo.....	45
3.	Transporte Logístico.....	47

3.1.	Tipos de Modais de Carga.....	49
3.2.	Modal Aéreo.....	51
3.3.	Modal Ferroviário.....	52
3.3.1.	Frete Ferroviário.....	53
3.4.	Modal Hidroviário.....	55
3.5.	Modal Marítimo.....	56
3.6.	Cabotagem.....	58
3.7	Modal Rodoviário.....	60
3.7.1.	O Modal Rodoviário no Mercosul.....	60
3.7.2.	Frete Rodoviário.....	62
3.8.	Modal Dutoviário.....	63
3.9.	Tipos de Carga.....	64
3.10.	Tipos de Embalagem.....	66
3.11.	Símbolos de Segurança de Cargas.....	72
3.12.	Transporte Combinado.....	76
3.13.	Transporte Segmentado	77
3.13.1	Sucessivos.....	77
3.14.	Carga Geral.....	77
3.14.1.	Carga Solta.....	77
3.14.2.	Carga Unitizada.....	78
3.14.3.	Carga a Granel.....	78
3.14.4.	Carga Frigorificada.....	78
3.14.5.	Carga Perigosa.....	78
3.15.	Portos Secos.....	79
3.15.1.	Terminais de Contêineres de Uso Público.....	80
4.	Roteirização de Veículos	80
4.1.	Conceituação.....	80
4.2.	Roteirização sem Restrições.....	81
4.2.1.	Métodos de Construção do Roteiro.....	82
4.2.2.	Métodos de Melhoria do Roteiro.....	85
4.3.	Roteirização com Restrições.....	88
4.3.1.	Método de Varredura.....	89
4.3.2.	Método de Clarke e Wright.....	94

4.3.3.	Um Exemplo de Aplicação do Método Clarke e Wright.....	92
4.4.	Impactos das Restrições de Tempo e de Capacidade.....	103
4.5.	Roteiros Probabilísticos	106
4.6.	Softwares de Roteirização.....	112
4.6.1.	Tendências Tecnológicas.....	112
4.6.2.	Evolução dos Softwares.....	113
4.6.3.	Selecionando um Software de Roteirização.....	114
4.6.4.	Roteirizadores Disponíveis no Mercado.....	115
5.	Distribuição Física.....	117
5.1.	Natureza da Administração da Distribuição Física.....	117
5.1.1.	Considerações Adicionais.....	120
5.1.2.	Administração em Três Níveis.....	120
5.2.	Três Conceitos Importantes.....	121
5.2.1.	A Compensação de Custos Total.....	122
5.2.2.	O Conceito do Custo Total.....	123
5.2.3.	O Conceito do Sistema Total.....	126
5.3.	Distribuição Física e Outras Áreas Funcionais.....	127
5.3.1.	Relacionamento com Marketing.....	127
5.3.2.	Relacionamento com Produção.....	128
5.4.	Distribuição Física em Algumas Empresas.....	131
5.4.1.	Um Fabricante de Produtos de Limpeza Industrial.....	131
5.4.2.	Bulk Chemicals.....	133
5.4.3.	Uma Linha de Bens de Consumo.....	134
5.5.	Resumo.....	135
6.	Armazenagem de Produtos.....	137
6.1.	Necessidades de Espaço Físico.....	137
6.1.1.	Quatro Razões Básicas para Espaço Físico.....	138
6.2.	Localização de Depósitos.....	140
6.3.	Dimensionamento da Facilidade de Armazenagem.....	141
6.4.	Alternativas de Armazenagem.....	143
6.4.1.	Funções da Armazenagem.....	143
6.4.2.	Tipos de Depósitos.....	147
7.	Armazenagem e Estrutura de Armazenagem.....	157

7.1.	Estruturas de Armazenagem.....	157
7.2.	Estrutura Dinâmica.....	158
7.3.	Estrutura Cantiléver.....	159
7.4.	Estrutura <i>Push-Back</i>	159
7.5.	Estrutura <i>Flow-Rack</i>	160
7.6.	Atividade Logística de Armazenagem.....	161
8.	Movimentação.....	163
8.1.	Carro Palete Dollie.....	164
8.2.	Transportadores Contínuos.....	165
8.3.	Embalagem.....	165
8.4.	Unitização.....	167
8.5.	Paletização.....	167
8.6.	Conteinerização.....	167
8.7.	Tipos de Contêiner.....	168
9.	Papel do Transporte na Estratégia Logística.....	169
9.1.	Introdução.....	169
9.1.1.	Integração com Outras Funções Logísticas.....	171
9.1.2.	Classificação dos Modais de Transporte.....	173
9.1.3.	Impactos da Internet sobre o Transporte.....	175
9.1.4.	Conclusão.....	177
9.2.	Vantagens Competitivas e Estratégicas no Uso de Operadores Logísticos.....	177
9.2.1.	Introdução.....	177
9.2.2.	Tipos de Operadores Logísticos e Suas Origens.....	179
9.2.3.	O Que Considerar no Momento de Decidir Sobre a Utilização de Operador Logístico.....	180
9.2.4.	Fatores que têm Favorecido a Contratação de Operadores Logísticos.....	181
9.2.5.	Vantagens Competitivas dos Operadores Logísticos.....	183
9.2.6.	Problemas Potenciais na Utilização de Operadores Logísticos.....	185
9.2.7.	Quatro Perguntas Básicas ao se Decidir por um Operador Logístico.....	186
9.2.8.	Que se Deseja Ganhar?	186

9.2.9.	Que Características Deve ter o Operador Logístico?.....	187
9.2.10.	Que Instrumentos Gerenciais Devem ser Estabelecidos?.....	188
9.2.11.	Como Avaliar os Resultados?.....	188
9.3.	Intermodalidade: Importância para a Logística e Estágio Atual no Brasil.....	188
9.3.1.	Introdução.....	188
9.3.2.	Definição.....	190
9.3.3.	Regulamentação.....	192
9.3.4.	Transporte de Cargas no Brasil.....	192
9.3.5.	Integração entre Modais.....	196
9.3.6.	Tendências da Intermodalidade no Brasil.....	199
	Referências Bibliográficas.....	201

1. O Sistema de Transporte

Sob qualquer ponto de vista – econômico, político e militar – [o transporte] é, inquestionavelmente, a indústria mais importante no mundo. (Congresso dos EUA)

O transporte representa o elemento mais importante do custo logístico na maior parte das firmas. O frete costuma absorver dois terços do gasto logístico e entre 9 e 10% do produto nacional bruto para a economia americana como um todo. Por esta razão, o especialista em logística deve ter bom conhecimento deste tema. Para maximizar a eficácia das informações, o foco se concentrará nos aspectos logísticos gerenciais do transporte.

1.1. Importância de Sistemas de Transporte na Economia

Basta comparar as economias de uma nação desenvolvida e de outra em desenvolvimento para enxergar o papel do transporte na criação de alto nível de atividade na economia. Nações em desenvolvimento têm, normalmente, produção e consumo ocorrendo no mesmo lugar, com boa parte da força de trabalho engajada na produção agrícola e porcentagem menor da população vivendo em áreas urbanas. À medida que serviços de transporte mais baratos vão-se disponibilizando, a estrutura econômica começa a assemelhar-se à de uma economia desenvolvida: grandes cidades resultam a partir de migração para os centros urbanos, regiões geográficas limitam-se a produzir um leque menor de itens e o nível de vida médio começa a elevar-se. Especificamente, melhor sistema de transportes contribui para (1) aumentar a competição no mercado, (2) garantir a economia de escala na produção e (3) reduzir preços das mercadorias.

1.1.1. Maior Competição

Quando não existe um bom sistema de transporte, a extensão do mercado fica limitada às cercanias do local de produção. A menos que os custos de produção sejam muito menores que num segundo ponto de produção, a ponto de a diferença

desses custos contrabalançar os custos de transporte para servir o segundo mercado, não há grande margem para a competição de mercado ocorrer. Entretanto, com melhores serviços de transporte, os custos de produtos postos em mercados mais distantes podem ser competitivos com aqueles de outros produtores que vendem nos mesmos mercados.

Além de encorajar a concorrência direta, transporte mais barato também incentiva uma forma indireta de competição, pois torna disponíveis ao mercado bens que normalmente não viriam. Várias frutas e vegetais são exemplos. Quando a produção local dessas mercadorias está na entressafra, carregamentos provenientes de outras regiões podem atender à demanda no mercado local. Isto aumenta a disponibilidade geral de bens além da produção local e pode ter efeito estabilizador nos preços de todas as mercadorias.

Exemplo: Laranjas são plantadas na Flórida e Califórnia. Suponha que as laranjas da Flórida podem ser produzidas a \$1,60 a dúzia e as da Califórnia por \$1,90 a dúzia. Os custos de transportes são de \$ 0,50 a dúzia para colocar laranjas da Flórida no mercado californiano. Como as frutas da Flórida deveriam ter preço de pelo menos \$2,10, acima do preço da laranja local, pode-se esperar apenas competição muito limitada das laranjas da Flórida na Califórnia. Por outro lado, se os custos de transporte puderem ser reduzidos para \$0,30 a dúzia, as laranjas da Flórida poderiam ser colocadas na Califórnia a custo semelhante ao do produto local. A competição seria incentivada.

1.1.2. Economias de Escala

Um segundo importante efeito de transporte barato para os negócios é que mercados mais amplos permitem economias de escala na produção. Com o maior volume providenciado por esses mercados, pode-se ter utilização mais intensiva das facilidades de produção, seguida de especialização no trabalho. Além disso, transporte barato permite desvincular os sítios de produção e consumo. Isto gera liberdade para a escolha de localização industrial mais adequada para usufruir vantagens geográficas.

Exemplo: gás natural, apesar de esta algumas vezes em falta nos EUA, é considerado rejeito em algumas partes do mundo, sendo então queimado na boca do poço. Seu transporte na forma gasosa é tão caro que não existiam mercados além dos locais de produção.

No final da década de 50, com o desenvolvimento de equipamento criogênico para liquefazer gás natural, navios que podiam manter temperaturas de -295°F do gás natural liquefeito foram construídos e o transporte para longas distâncias ficou mais barato. O custo do produto fabricado, por exemplo, na Argélia e posto nos Estados Unidos é agora competitivo com o gás natural disponível localmente.

Devido ao elevado investimento inicial nos equipamentos de transporte e produção para manipular tal produto, a expansão contínua dos mercados, iniciada pelo transporte mais barato, levará a maiores reduções no custo total do bem posto no mercado. O maior volume dilui os investimentos iniciais em maior quantidade de gás produzido, resultando em economias de escala.

1.1.3. Preços Reduzidos

Transporte barato também contribui para reduzir o preço dos produtos. Isto acontece porque, além de sua influência no aumento da competição no mercado o transporte é um dos componentes de custo que, juntamente com os custos de produção, vendas e outros, compõe o custo agregado do produto. À medida que o transporte se torna mais eficiente e oferece melhor desempenho, a sociedade beneficia-se de melhor padrão de vida.

Exemplo: Suponha que consumidores em Alabama e Ohio consomem quantidades iguais de milho e algodão à taxa anual de 2 alqueires de milho 10 lb de algodão *per capita*. Devido a diferenças nas condições de solo e clima, estes itens são produzidos com custos diferentes. Seus custos são:

	Milho	Algodão
Ohio	\$ 0,75/alq	\$ 0,20/lb
Alabama	\$ 1,00/alq	\$ 0,15/lb

Se os consumidores de Ohio ou Alabama só comprassem milho e algodão produzidos localmente, eles pagariam $2(\$ 0,75) + 10(\$ 0,20) = 2(\$ 1,00) + 10(\$ 0,15) = \$ 3,50$ per capita anualmente. Quando o custo de transporte excede a diferença nos custo de produção, não há vantagem econômica em importar os dois produtos. Compare os custos totais das primeira e segunda colunas da Tabela 1.1. Os preços são determinados pelos custos da produção local.

Caso transporte barato esteja disponível, existirá vantagem econômica para os Estados se especializarem nos bens que eles produzem com menores custos e então exportá-los. A vantagem comparativa dos consumidores é ilustrada nas terceira e quarta colunas da Tabela 1.1. Como o custo total da economia é menor, os preços podem ser reduzidos e o nível de vida melhorando neste modelo.

Tabela 1.1 *Benefícios potenciais da compra de produto local ou importado com transporte caro ou barato.*

	TRANSPORTE CARO ^a		TRANSPORTE BARATO ^b	
	COMPRA DE PRODUTO LOCAL	COMPRA DE PRODUTO IMPORTADO ^c	COMPRA DE PRODUTO LOCAL	COMPRA DE PRODUTO IMPORTADO
Consumidor de Ohio (2 alq. milho, 10 lb. algodão)	\$ 3.50	\$ 4.00	\$ 3.50	\$ 3.10
Consumidor do Alabama (2. alq. milhões, 10 lb. algodão)	<u>3.50</u>	<u>4.00</u>	<u>3.50</u>	<u>3.20</u>
Custo para a economia	\$ 7.00	\$ 8.00	\$ 7.00	\$ 6.30

^a \$ 0,50/alq. milho e \$ 0,10/lb. algodão.

^b \$ 0,10/alq. milho e \$ 0,01/lb. algodão.

^c Algodão do Alabama comprado por consumidor de Ohio e milho de Ohio comprado por consumidor do Alabama. Incluem custo de transporte.

^d A economia é formada por um consumidor em Ohio e um no Alabama.

1.2. Escopo do Sistema de Transporte

1.2.1. Visão Geral

O sistema de transporte doméstico refere-se a todo conjunto de trabalho, facilidades e recursos que compõem a capacidade de movimentação na economia. Esta capacidade implica o movimento de carga e de pessoas, podendo incluir o sistema para distribuição de intangíveis, tais como comunicações telefônicas, energia elétrica e serviços médicos. A maior parte da movimentação de carga é manipulada por cinco modos básicos de transporte interurbano (ferrovia, rodovia, hidrovia, dutos e aerovias) e pelas diversas agências de transporte, que facilitam e coordenam esses movimentos (agentes de transporte, transportadoras, associações de exportadores). Como mostra a Figura 1.1, transportadores e agências interagem frequentemente e transportadores interagem entre si para montar arranjos mais econômicos de frete.

De maneira geral, a importância relativa dos vários modais ou modos de transporte varia com tempo e, dadas as tendências atuais, deve continuar a mudar. Em 1982, as ferrovias americanas movimentavam a maior porcentagem das toneladas-milhas (uma tonelada de carga movimentada por uma milha - serve como medida de esforço de produção de transporte, pois leva em conta tanto a tonelagem transportada como a distância percorrida), aproximadamente 36,3% e também quase o maior valor absoluto de toneladas-milhas em sua história, 812 bilhões de toneladas-milhas (Tabela 1.2). Porém, a porcentagem da carga movimentada por ferrovias tem caído gradualmente nos 45 anos, apesar de o valor absoluto de toneladas-milhas ter aumentado neste período, devido ao crescimento do mercado total de transporte. Os modais rodoviários cresceram em importância relativa nesse mesmo período, assumindo 22,7 e 24,0% das toneladas-milhas totais, respectivamente. O transporte aquaviário mostrava ligeiro declínio até 1960, mas desde então tem demonstrado ligeiro incremento, chegando a 16,8% do total de toneladas-milhas. O transporte aéreo tem mostrado crescimento acelerado, especialmente após 1960. Somente entre os anos de 1960 e 1982 ele cresceu 517%. Apesar de o transporte aéreo prometer crescimento dramático no futuro, este fenômeno significa pouco em termos globais, pois a carga aérea representa apenas 0,2% das toneladas-milhas totais nos EUA.

Figura 1.1 *Sistema de transporte no sistema de logística.*

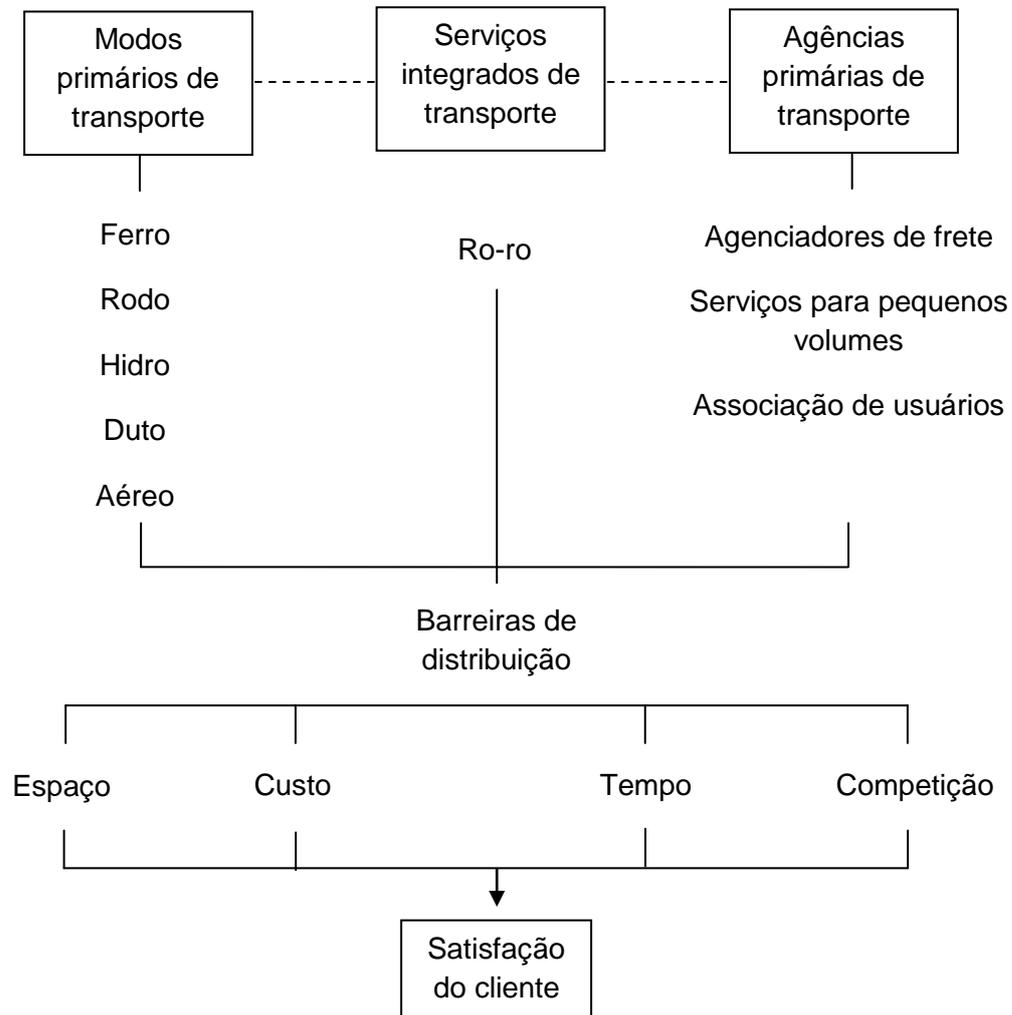


Tabela 1.2 *Movimentação interurbana de carga em milhões de toneladas-milhas.*

Modal de transporte	Volume	Porcentagem do volume total
Ferrovias ^a	812.000	36,3
Caminhões ^b	506.000	22,7
Hidrovias ^c	375.000	16,8
Oleodutos ^d	537.000	24,0
Aéreo ^e	5.000	0,2
	<u>2.235.000</u>	<u>100,0</u>

^a Estimativas preliminares.

^b Ferrovias de todos os tipos.

^c Toneladas-milhas entre cidades e entre regiões rurais e urbanas indevidas, tanto privadas quanto contratadas. Movimentos rurais e urbanos puros excluídos.

^d Não inclui cabotagem ou intercosteiro.

^e Cobre transporte doméstico, excluindo voos sobre águas intercosteiras.

Fonte: YEARBOOK OF RAILROAD FACTS. Washington: Association of American Railroads 1983. p.32.

1.2.2. Produtos Transportados

A importância relativa de cada modo de transporte e as alterações ocorridas nas participações relativas são parcialmente explicadas pela carga transportada e pela vantagem inerente do modo. Por exemplo, considere o modal dutoviário. O duto é um método altamente eficiente para mover produtos líquidos ou gasosos por grandes distâncias. Assim, o uso de dutos tende a limitar-se aos líquidos (quase inteiramente petróleo e derivados), gases movimentados em grande volume e alguns produtos que podem permanecer suspensos em líquidos e movidos como fluidos. Para estes últimos, o método ainda permanece experimental. Os dutos de gás natural ainda não conseguem competir com outras formas de transporte. Assim, a indústria de dutos restringe-se principalmente aos movimentos de petróleo, derivados e gás. Os custos de movimentação são baixos, mas a linha de produtos atendida é limitada.

Contrastando com esta situação, o frete aéreo não é tão limitado em seu escopo por problemas técnicos como por suas taxas de frete, relativamente altas quando comparadas com outros modais. Isto tem restrito o transporte aéreo aos

produtos que podem compensar efetivamente seus custos elevados por melhor nível de serviço.

Produtos normalmente transportados são peças e equipamentos eletrônicos, instrumentos óticos, confecções finas, peças de máquinas e flores colidas. Estes produtos geralmente têm valor elevado comparado com seu peso ou volume, ou então podem necessitar, para sua distribuição, de rapidez na entrega.

O transporte hidroviário opera principalmente com granéis. Carvão, minérios, coque, cascalho, areia, petróleo, ferro e aço semiprocessados, grãos e cimento compõem mais de 90% do tráfego nas hidrovias americanas. Ao contrário dos produtos transportados de avião, estes são de baixo valor específico e não-perecíveis, de maneira que seus custos de estoque não são excessivos e, portanto, utilizam serviço lendo e sazonal em troca de fretes baixos.

Finalmente, sobraram os modais ferroviário e rodoviário para movimentar a maioria dos produtos manufaturados e mais de dois terços das toneladas-milhas geradas entre os centros urbanos. As diferenças nos perfis de produtos carregados pelas ferrovias ou caminhões não são tão grandes quanto nos casos anteriores. Nos Estados Unidos, ferrovia e rodovia competem essencialmente nas mesmas rotas com fretes semelhantes. Caminhões têm sido concorrentes efetivos desde 1929 e sua presença como alternativa de serviço explica parcialmente o declínio da participação da ferrovia no transporte, juntamente com a ascensão do serviço rodoviário. Os produtos carregados por cada um desses modais são divididos principalmente em função de compensações entre custo e nível de serviço. O trem, com fretes mais baratos e desempenho global ligeiramente inferior, concentra-se nas cargas de relação valor-peso ou valor-volume (valor específico) mais baixas. Produtos químicos, siderúrgicos e plásticos são exemplos de cargas comumente encontradas nas ferrovias. Já o oposto ocorre com cargas rodoviárias. Tipicamente, temos instrumentos, móveis e acessórios, metais e bebidas.

A discussão anterior limitou-se apenas no transporte de carga. Se se comparar a importância relativa dos vários modais em função do tráfego de passageiros, os resultados mostram um flagrante constante com o transporte de cargas. Excluindo-se as viagens por automóveis particulares, as empresas aéreas

transportam a grande maioria do tráfego interurbano de passageiros (13,9% do tráfego total interurbano em 1982). Ferrovias têm diminuído sua participação no transporte de passageiros (Tabela 1.3) e em 1982 transportaram apenas 0,7%, comparado com 6,4% em 1950 e 0,9% em 1970. Não há grande movimento de passageiros por hidrovia, mas ônibus carregam quase 1/7 do tráfego interurbano, descontando automóveis particulares. Estes são responsáveis por 80-85% do tráfego total de pessoas entre cidades.

Tabela 1.3 *Passageiros-milhas interurbanos por modo de transporte.*

MODAL	PASSAGEIROS – MILHAS (%)			
	1950	1960	1970	1982
MOTOR	86,2	90,1	86,7	83,5
Automóveis próprios	5,2	2,5	2,1	1,7
Veículos comerciais	6,4	2,8	0,9	0,7
Ferrovias ^a	2,0	4,3	10,0	13,9
Companhias aéreas ^b	0,2	0,3	0,3	0,2
Hidrovias internas ^c	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

^a Ferrovias de todo o tipo.

^b Inclui aeronaves privadas.

^c Inclui Grandes Lagos.

Fonte: YEARBOOK OF RAILROAD FACTS, 1983. Washington: Association of American Railroads, 1983. p. 82.

1.3. Alternativas de Serviço e Suas Características de Desempenho

O usuário de transportes tem uma variada gama de serviços a seu dispor, todos eles girando em torno dos cinco modais básicos. A variedade é quase infinita: (1) os cinco modos podem ser usados combinadamente, (2) agentes, sindicato, associações e comissariaria podem prestar serviços indiretos e (3) pode ser usado exclusivamente um único modo de transporte. Dentre todas as alternativas possíveis, o usuário deve selecionar o serviço ou combinação de serviços que providencie o melhor balanço entre qualidade oferecida e custo. Esta tarefa de seleção de serviços não é tão complicada como parece à primeira vista, pois as circunstâncias que cercam uma situação particular geralmente reduzem a escolha para apenas poucas possibilidades razoáveis. Para auxiliar esta decisão, o serviço

de transporte pode ser encarado com base nas características gerais de todos os serviços. Estes critérios são: (1) custo, (2) tempo médio de entrega, (3) tempo de trânsito e sua variação e (4) perdas e danos. Presume-se que o serviço está disponível e pode ser fornecido com frequência adequada.

Custo de serviço. O custo para cada transportador é simplesmente o custo do transporte mais taxas de acessórios ou de terminais para serviços adicionais executados. No caso de serviço contratado de terceiros, o frete para transportar a carga mais quaisquer outras taxas adicionais, tais como recolher cargas na origem, entrega no destino final, seguros ou preparação e acondicionamento das mercadorias para transporte, compõem o custo total do serviço realizado. No caso de transporte próprio, o custo será a soma de todos os custos relevantes ao carregamento em gestão. Os custos relevantes incluem itens como combustível, mão-de-obra, manutenção, depreciação do equipamento e custos administrativos.

Custos variam bastante de um modal para outro. A Tabela 1.4 fornece comparações de custos entre os diversos modais usando a tonelada-milha com base. Ela mostra que o serviço mais caro é o modo aéreo e o mais barato a hidrovia. Usar caminhões sai mais de quatro vezes mais caro do que transportar por ferrovias, que, por sua vez, são três vezes mais dispendiosas que dutos ou hidrovia. Estes números são médias obtidas a partir da razão entre a receita total de frete gerada e o total de toneladas-milhas executadas para cada modal em particular, servindo apenas como indicador geral das diferenças de custo. Comparações de custos com o propósito de seleção de um serviço de transporte devem ser feitas a partir dos gastos reais, que vão refletir o transporte da mercadoria especificada, a distância e a direção do carregamento e qualquer manuseio especial que seja necessário.

Tabela 1.4 *Preço médio por toneladas-milhas conforme modal.*

<i>Modo</i>	<i>Preço</i> \$/tonelada-milha
Ferro	3,16
Rodo	14,00 ^b
Hidro	1,00
Duto	1,22

Aéreo

46,8

Tempo para entrega e sua variação. Existem muitos fatores a serem considerados quando se seleciona o transporte. Diversas pesquisas mostram que o tempo médio para entrega e sua variabilidade são algumas das mais importantes. O tempo para entrega é considerado geralmente como o tempo médio necessário para transportar a carga do ponto de origem até seu destino. Os diferentes modais variam em sua capacidade de prover conexão direta entre os pontos de origem e o destino: por exemplo, carga aérea movimenta-se entre aeroportos e cargas aquaviárias, entre portos. Porém, para a finalidade de comparar o desempenho de dado transportador, é melhor medir o tempo de entrega porta a porta, mesmo que mais de um modal seja envolvido. Apesar de a maior parte da viagem de um carregamento ferroviário ser por trem, o recolhimento e a entrega locais são frequentemente feitos por caminhão, pois nem sempre existem ramais ferroviários disponíveis no ponto de origem ou de destino.

Variabilidade refere-se às diferenças normalmente encontradas entre os carregamentos, ocorrendo em todos os modais. Todas as entregas que têm os mesmos pontos de origem e destino e que são feitas pelo mesmo modal não têm duração, variando seus tempos devido a causas climáticas, congestionamentos de tráfego, número de paradas e diferenças nos tempos necessários para consolidar as cargas. A variação do tempo de trânsito mede a incerteza no desempenho do transportador.

Não existem muitas estatísticas sobre o desempenho de transportadoras. Nenhuma empresa utiliza o sistema total de transportes a ponto de gerar dados suficientes para uma comparação confiável em larga escala. Entretanto, os militares americanos usam extensamente seu sistema doméstico de transporte para mover todo tipo de mercadorias e mantém grandes registros dos tempos de entrega. Cruzamentos seletivos de dados de entregas industriais disponíveis não mostraram diferenças significativas entre as fontes dos dados.

Um dos maiores estudos sobre o desempenho de transportadores foi realizado com mais de 16.000 entregas militares e industriais. Alguns dos resultados

estão resumidos na Tabela 1.5. Note que, para longas distâncias, carregamentos aéreos e ferroviários aproximam-se de tempos médios de entrega constantes, enquanto os tempos médios rodoviários continuam a aumentar. Naturalmente, o transporte aéreo é, na média, o modo mais rápido para distâncias superiores a 600 milhas, seguindo de rodoviário com carga completa, rodoviário com carga parcelada e ferroviário, respectivamente. Para distâncias menores que 600 milhas, caminhões e transporte aéreo se equivalem. Para distâncias muito curtas (menores que 50 milhas - 80 km), todos os modos têm tempos médios semelhantes.

Com relação à variação, os modais podem ser classificados como no caso dos tempos médios de entrega: ou seja, a ferrovia tem a maior variabilidade no tempo de entrega e o modo aéreo a menor, com o transporte rodoviário estando entre esses dois extremos. Se a variabilidade for determinada em relação ao tempo médio de entrega, o transporte aeroviário é o menos confiável e o rodoviário o mais confiável.

Perdas e danos. Transportadores variam em sua capacidade em proteger a carga de perda e danos. Por isso, perdas e danos devem ser fatores que influenciam na seleção de um transportador.

Nos Estados Unidos, transportadores regulamentados estão sujeitos a penalidades legais caso não trabalhem com certa regularidade e com certo cuidado para proteger a carga de danos. Eles são isentos de responsabilidade caso a perda ou dano forem resultado de graça divina, de ação ou descuido do contratante ou outras causas que não estão sob seu controle. Mesmo que o transportador reponha a perda direta, após a devida apresentação dos fatos pelo contratante, este último também deve levar em conta certos custos indiretos para realizar a escolha da firma contratada. A perda potencialmente mais séria está associada ao nível de serviço oferecido. Os bens transportados podem estar indo para ressuprir estoques de um cliente ou para seu consumo direto. Entregas atrasadas ou mercadorias em más condições resultam em inconvenientes para o cliente, ou mesmo em maiores custos de estoques, devido a maior quantidade de faltas ou pedidos extras, que ocorrem quando reposições programadas antecipadamente não são recebidas como planejado. Entretanto, nem sempre o responsável pela quebra é o transportador. Às

vezes, o próprio varejista utiliza mercadorias danificadas como esquema de vendas, conforme ilustrado adiante:

Tabela 1.5 *Comparação do tempo médio de trânsito e amplitude do tempo para 95% das entregas para os diversos modais.*

Distância (milhas)	FERRO, CARGA CHEIA		RODO, CARGA PARCELADA		RODO, CARGA CHEIA		TRANSPORTE AÉREO	
	Média	95% Amplitude	Média	95% Amplitude	Média	95% Amplitude	Média	95% Amplitude
0 – 49	1,5	0 ^a – 3,5	1,7	0 – 5,1	0,8	0 – 3,2	– ^b	– ^b
100 – 199	5,2	0 – 11,9	3,4	0 – 7,7	2,0	0 – 5,6	2,3	0 – 7,7
300 – 399	8,3	1,4 – 15,2	5,0	0,4 – 9,6	1,9	0 – 4,7	1,8	0 – 5,9
500 – 599	9,8	2,5 – 17,1	6,0	0 – 12,0	2,7	0 – 6,4	3,1	1,1 – 16,0
700 – 799	8,6	0,6 – 16,6	7,1	0 – 14,5	4,1	0 – 8,9	3,2	0,1 – 6,3
1000 – 1099	12,2	2,9 – 21,5	7,4	1,3 – 13,5	4,0	1,1 – 6,9	3,0	0,2 – 5,9
1500 – 1599	11,1	5,6 – 16,6	8,9	0,7 – 17,2	5,3	0,8 – 9,9	4,6	0,7 – 9,9
2000 – 2099	11,5	1,4 – 21,5	11,1	3,2 – 18,9	8,0	0 – 16,1	4,0	0 – 9,0
2500 – 2599	12,4	8,3 – 16,6	12,3	6,7 – 17,9	8,8	3,3 – 14,3	4,4	0 – 10,1
3000 – 3099	10,6	1,5 – 19,7	12,9	3,8 – 22,0	10,4	5,9 – 14,9	3,2	0,7 – 7,0

^a Zero significa entrega realizada em menos de um dia.

^b Dados insuficientes.

Fonte: A performance profilr of several transportation freoght services. Dissertação de doutorado da Case Western Reserve University (unoublished), 1977; DeHAYES JR., Daniel W. The general nature of transit performance of selected transportation modes in the movement of freight. Dissertação de doutorado da The Ohio State Universit, 1968. p. 163-177.

Exemplo. Veja o caso de nossas caixas acústicas, com preço normal de \$ 129 o par. Quando o movimento está baixo, eu amasso um pouco um dos pares com martelo e coloco uma placa sobre as caixas: ESPECIAL! PEQUENO DANO DE TRANSPORTE. \$ 129 O PAR. Os clientes as agarram. Acreditam no valor. Aí, o vendedor diz: “Olhe, pegue um par perfeito no lugar desse aí. Não vou dizer nada para o chefe.” O cliente vai embora entusiasmado.

O procedimento de reposição de perdas ou danos demanda tempo para coletar fatos pertinentes para corroborá-lo, exige trabalho do usuário para preencher o formulário apropriado, imobiliza capital durante o processamento da reclamação e pode envolver gastos consideráveis, se a reclamação tiver que ser resolvida na justiça. Obviamente, quanto menor o número de queixas contra um transportador, tanto mais vantajoso o serviço parecerá ao cliente. Uma reação contra probabilidade

de dano é providenciar embalagem protetor. Esta despesa deve ser coberta pelo cliente também.

1.4. Alternativas com um Único Interlocutor

Cada um dos cinco modos básicos de transporte vende seus serviços diretamente aos usuários. Isto não ocorre quando se usa um intermediário de transporte, como um agenciador de frete, que vende serviços de transporte, mas que não possui nenhuma capacidade própria de movimentação. Há também o serviço unimodal e o multimodal, quando dois ou mais modos individuais de transporte são envolvidos num único despacho.

Ferrovia. A ferrovia é basicamente um transportador lento de matérias-primas ou manufaturados de baixo valor para longas distâncias. A distância média da viagem é de 535 milhas, com velocidade média de 20 milhas horárias. A distância média diária para um vagão é de cerca de 57 milhas diárias. As baixas velocidades e pequenas distâncias diárias percorridas refletem o fato de que o vagão gasta 88% de seu tempo carregando e descarregando, locomovendo-se de um ponto a outro dentro do terminal, sendo classificado e agregado em composições ou mesmo ficando inativo durante uma queda sazonal de demanda.

Existem duas formas de serviço ferroviário, o transportador regular e o privado. Um transportador regular vende seus serviços para qualquer usuário, sendo regulamentado em termos econômicos e de segurança pelo governo. Já o transportador privado pertence a algum usuário particular, que o usa com exclusividade. Devido a seu escopo restrito, este último não necessita de regulamentação econômica. Virtualmente, todo movimento em ferrovias é feito pelos regulares.

O transporte é realizado tanto com carga cheia ou carga parcial. A carga cheia refere-se a um carregamento com tamanho predeterminado, geralmente igual ou maior que a capacidade média de um vagão para o qual se aplica uma taxa particular. O frete de carga cheia é menor do que o frete para a carga parcelada, refletindo o menor volume de manuseio exigido. Hoje, a maioria do serviço

ferroviário é feita com carga cheia, mostrando a tendência de caminhar-se no sentido dos grandes volumes. Vagões com maior capacidade são usados, capazes de transportar 92 t de carga, comparados com o antigo vagão de 65 t, em média. Além disso, existem trens carregando um único tipo de mercadoria (chamados de composições unitárias), com 100 ou mais vagões por composição e redução de frete da ordem de 25 a 40%.

Ferrovias oferecem diversos serviços especiais aos contratantes. Podem ser movimentação de granéis, como carvão ou cereais, ou produtos refrigerados e automóveis, que requerem equipamento especial. Existem também serviços expressos, que garantem a entrega de um prazo limitado; privilégios de parada, permitindo carga ou descarga parcial entre origem e destino; e flexibilidade para variação de roteiros ou alteração do destino final quando ainda em trânsito.

Rodovia. O transporte rodoviário difere do ferroviário, pois serve rotas de curta distância de produtos acabados ou semi-acabados. A distância média por viagem é de cerca de 300 milhas para caminhões de transportadoras e de aproximadamente 170 milhas para veículos de frota própria. A carga média por viagem também é menor do que no caso ferroviário, sendo mais da metade menor que 10.000 lb, ou seja, menor que a capacidade dos veículos (carga parcelada). As vantagens inerentes do uso de caminhões são (1) o serviço porta a porta, de modo que não é preciso carregamento ou descarga entre origem e destino, como frequentemente ocorre com os modos aéreo e ferroviário; (2) a frequência e disponibilidade dos serviços e (3) sua velocidade e conveniência no transporte porta a porta.

Serviços rodoviários e ferroviários mostram diferenças razoáveis, mesmo que normalmente compitam pelos mesmos produtos. Em primeiro lugar, além da distinção legal entre transportadoras regulares e frota privada, existem também transportadores contratados e isentos. Transportadores contratados servem apenas um número limitado de usuários com base em contratos de longa duração. Os clientes usam estes arranjos contratuais para obter o serviço mais adequado as suas necessidades particulares, sem ter que incorrer em despesas de capital ou problemas administrativos associados com uma frota própria. Transportadores isentos estão livres de regulamentação econômica. Exemplos deste tipo de

transporte são os veículos operados e controlados pelos os fazendeiros ou cooperativas agrícolas, utilizados para transportar mercadorias agrícolas, os veículos usados para o transporte de ponta de carga aérea e para transferência ocasional de propriedades.

Uma segunda diferença entre transporte rodoviário e ferroviário é que caminhões são capazes de manipular menor variedade de cargas, devido principalmente às restrições de segurança rodoviária, que limitam tamanho e peso de carregamentos. A maioria das cargas deve caber no baú de 40-45 pés usado tradicionalmente e ter largura e altura inferiores a 8 pés para obedecer ao gabarito das vias. Equipamento especialmente projetado pode aceitar cargas com dimensões fora desses padrões.

Finalmente, caminhões oferecem entrega razoavelmente mais rápida e confiável de cargas parceladas. O operador rodoviário necessita preencher apenas um veículo antes de despachar a carga, enquanto a ferrovia deve lotar um trem. Conseqüentemente, o modo rodoviário é mais competitivo no mercado de pequenas cargas.

Transporte aeroviário. O transporte aéreo tem tido uma demanda crescente de usuários no segmento de cargas com serviço regular, mesmo apesar de seu frete exceder o valor do frete rodoviário mais de três vezes e quatorze vezes o ferroviário. A vantagem do modo aéreo está em sua velocidade sem paralelo, principalmente para longas distâncias. Jatos comerciais têm velocidade de cruzeiro entre 545 e 585 milhas horárias, mas a velocidade média entre dois aeroportos é menor, devido aos tempos de taxiamento e espera em cada aeroporto e aos tempos de ascensão até a altitude de cruzeiro e de descida. Entretanto, não se pode comparar esta velocidade média diretamente com outros modais, pois ela ainda não inclui os tempos de coleta e entrega de carga, nem os tempos de manuseio no solo. Quando todos estes componentes são somados, obtém-se o tempo de entrega aérea porta a porta. Como as porções mais lentas do tempo total porta a porta são o manuseio e transporte terrestre, o tempo total de entrega pode ser reduzido, de modo que uma operação rodoviária ou ferroviária bem administrada pode alcançar a velocidade oferecida pelo modo aéreo. Evidentemente, podem existir casos particulares onde isto não é verdadeiro.

A disponibilidade e a confiabilidade do serviço aéreo podem ser consideradas boas sob condições normais de operação. A variabilidade do tempo de entrega é baixa em termos absolutos, apesar de o tráfego aéreo ser bastante sensível a falhas mecânicas, condições meteorológicas e congestionamentos. Comparando-se sua variabilidade com seu tempo médio de entrega, a situação se inverte, pois se apresenta então como um dos modais menos confiáveis.

A capacidade do transporte aéreo foi sempre restrita pelas dimensões físicas dos porões de carga e pela capacidade de carga dos aviões. Estas restrições vão sendo relaxadas, entretanto, à medida que aeronaves maiores entram em serviços. Por exemplo, aviões “jumbo” como no Boeing 747 e o Lockheed 500 (versão comercial do C-5A militar) podem levantar cargas de 125-150 t. Os custos porta a porta por tonelada-milha devem cair para metade dos custos atuais devido aos benefícios de novas tecnologias, desregulamentação e programas de melhoria de produtividade. Isto deixará o transporte aéreo mais competitivo com relação aos serviços especiais de transporte terrestre.

O transporte aéreo é vantajoso em termos de perdas e danos. Conforme conhecido estudo de Lewis, Culliton e Steele, a relação entre custo de reclamação de carga aérea e receita de frete é de apenas 60% do caso rodoviário ou ferroviário. Geralmente, precisa-se de menos embalagem de proteção no frete aeronáutico, desde que o trecho terrestre do mesmo não exponha a carga a danos e que o roubo no aeroporto não seja excessivo.

No modo aéreo existem os serviços regulares, contratuais e próprios. O serviço aéreo é oferecido em alguns dos setes tipos: (1) linhas-tronco domésticas regulares, (2) linhas exclusivamente cargueiras, (3) linhas locais, (4) linhas suplementares, (5) táxi aéreo, (6) linhas de alimentação regional e (7) linhas internacionais. Cerca de uma dúzia de companhias operam atualmente nas rotas americanas mais densas. Essas companhias aéreas oferecem serviço de carga, além de suas operações programadas de passageiros. Todas as companhias cargueiras são operadores regulares exclusivamente de carga. Seu serviço concentra-se à noite e seus fretes são geralmente 30% são menores do que os das linhas-tronco, domésticas. Linhas locais providenciam serviços de conexão entre as principais rotas e os centros menos populosos. Trabalham tanto com passageiros

quanto com carga. Transportadores suplementares (*charters*) operam como companhias das linhas-tronco, mas seus serviços não têm programação regular. Linhas regionais operam como companhias locais, preenchendo rotas abandonadas pelas companhias domésticas maiores após a desregulamentação americana. Trabalham geralmente com aviões menores. Táxis aéreos são pequenos aviões e helicópteros que oferecem serviços de ligação para passageiros e carga entre o centro da cidade e grandes aeroportos. Em geral, seu serviço é oferecido de forma irregular. Companhias internacionais transportam carga e passageiros além das fronteiras dos Estados Unidos e seus territórios.

Transporte hidroviário. O serviço hidroviário tem sua abrangência limitada por diversas razões. As hidrovias domésticas estão confinadas ao sistema hidroviário interior, exigindo, portanto, que usuário ou esteja localizado em suas margens ou utilize outro modal de transporte, combinadamente. Além disso, o transporte aquático é, em média, mais lento que a ferrovia. Por exemplo, a velocidade média no sistema Mississippi é de 5 a 9 milhas horárias, dependendo da direção. A viagem média é de 507 milhas. Disponibilidade e confiabilidade são fortemente influenciados pelas condições meteorológicas. O movimento nas hidrovias do norte dos Estados Unidos é impossível durante o inverno e o serviço é interrompido por inundações ou secas. Existe tremenda capacidade disponível nos transportadores hidroviários, com comboios de até 40.000 t. Manuseio e capacidade vão sendo incrementados com o surgimento de navios porta-barcaças e aperfeiçoamentos, tais como radar, eco-batímetros e controles de navegação automáticos, permitindo operação ininterrupta.

Serviços hidroviários existem nas quatro formas legais citadas anteriormente, mas a maioria dos bens transportados por hidrovias americanas são livres de regulamentação econômica. Além do transporte privado, granéis líquidos movidos em embarcações-tanque e outro granéis, como areia, carvão e cereais, são cargas isentas e representam mais de 75% das toneladas-milhas anuais em hidrovia. Afora manusear mercadorias a granel, transportadores hidroviários também levam bens de alto valor, principalmente operadores internacionais. Essas mercadorias costumam ir em contêineres, que são transportados em navios especializados (porta

contêineres), para reduzir o tempo de carga ou descarga e para desempenhar melhor operação intermodal.

Os custos de danos e perdas do transporte hidroviário são considerados baixos comparados com outros modais, pois não é dada importância a danos físicos em mercadorias de baixo valor e as perdas devidas aos atrasos não são grandes (compradores costumam manter grandes inventários). Queixas envolvendo o transporte de mercadorias de alto valor, como no caso de transporte oceânico, podem envolver valores elevados (cerca de 4% das receitas marítimas). É preciso substancial embalagem protetor, principalmente devido ao manuseio rude das operações de carga e descarga.

Transporte por dutos. Até hoje, o transporte dutoviário oferece um rol muito limitado de serviços e capacidades. Petróleo bruto e derivados são os principais produtos que têm movimentação economicamente viável por dutos. Entretanto, existem algumas experiências no transporte de sólidos em suspensão num líquido, chamado de “pasta fluída” (*slurry*), ou sólidos contidos em cilindros, que se movem dentro do líquido. Caso estas inovações demonstrem sua economicidade, o uso de dutos pode ter grande expansão.

A movimentação via dutos é bastante lenta, sendo apenas de 3 a 4 milhas horárias. A lentidão é contrabalançada pelo fato de que o transporte opera 24 horas por dia e sete dias por semana. Isto gera uma velocidade efetiva muito maior quando comparada com outros modos. A capacidade é alta, pois um fluxo de 3 milhas horárias num tubo de 12 polegadas movimenta 338.000 litros por hora.

Com relação ao tempo de trânsito, o transporte dutoviário é mais confiável de todos, pois existem poucas interrupções para causar variabilidade nos tempos de entrega. Fatores meteorológicos não são significativos e bombas são equipamentos altamente confiáveis. Além disso, a disponibilidade dos dutos é limitada apenas por seu emprego por outros usuários.

Danos e perdas de produtos em dutos são baixos, pois (1) líquidos e gases não estão sujeitos a danos no mesmo grau que produtos manufaturados e (2) a quantidade de perigos que podem ocorrer na operação dutoviária é limitada. Há

responsabilidade legal por danos ou perdas, uma vez que dutos têm o mesmo status que transportadores regulares, mesmo que muitos deles sejam de operação própria.

Para resumir a qualidade dos serviços oferecidos pela indústria do transporte, a Tabela 1.6 mostra uma classificação dos diversos modais utilizando quatro características de desempenho e custo comentadas no início desta seção. Deve-se reconhecer que esta classificação pode mudar sob circunstâncias específicas, como tipo do produto transportado, distância percorrida, administração do transportador, relações com usuários e condições meteorológicas, assim como nem todos os modais citados podem estar disponíveis.

Tabela 1.6 *Classificação relativa de custos e desempenho operacional dos diversos modais de transporte.*

Desempenho					
			Variabilidade dos tempos de entrega		
Modal de transporte	Custo ^b 1º = Máximo	Tempo médio de entrega ^c	Absoluto 1 = Mínimo	Porcentual ^d 1 = Mínimo	Perdas e danos 1 = Mínimo
Ferroviário	3	3	4	3	5
Rodoviário	2	2	3	2	4
Hidroviário	5	5	5	4	2
Dutoviário	4	4	2	1	1
Aeroviário	1	1	1	5	3

^a Assume-se disponibilidade dos serviços.

^b Custo por tonelada-milha.

^c Velocidade porta a porta.

^d Razão entre a variação absoluta do tempo de entrega e o tempo médio de entrega

Fonte: Estimativa do autor para o desempenho médio em circunstâncias variadas.

1.5. Serviços Integrados (Multimodais)

Recentemente, houve renovado interesse na ideia de integrar os serviços de mais de um modo de transporte. Uma característica importante do serviço integrado é a livre troca de equipamentos entre os diversos modais. Por exemplo, uma carreta rodoviária (*trailer*) é embarcada num avião ou um vagão ferroviário é transportado por um navio. Este intercâmbio de equipamentos cria serviços que usam mais de um Curso Técnico Integrado em Logística – Gestão de Transporte e Movimentação

modal de transporte. Serviços integrados são geralmente um compromisso entre os serviços oferecidos pelos transportadores associados individualmente. Ou seja, custo e desempenho situam-se entre as características dos operadores participantes.

Existem dez combinações de serviço integrado: (1) ferro-rodoviário, (2) ferro-hidroviário, (3) ferro-aeroaviário, (4) ferro-dutoviário, (5) rodo-aéreo, (6) rodo-hidroviário, (7) rodo-dutoviário, (8) hidro-dutoviário, (9) hidro-aéreo e (10) aero-dutoviário. Nem todas estas combinações mostram-se práticas. Mesmo algumas daquelas que são viáveis ganharam pouca aceitação. A alternativa de equipamento mais popular é o contêiner, empregado em muitas das combinações multimodais.

Carga containerizada. O contêiner-padrão é uma peça de equipamento que é transferível para todos os modais de transporte de superfície, com exceção dos dutos. Como a carga em contêineres evita remanejamentos custosos de pequenas unidades de carga nos pontos de transferência intermodal e oferece serviço porta a porta quando combinado com caminhões, empresas de navegação agora têm navios porta-contêineres, de forma que serviços integrados navio-caminhão podem ser oferecidos. Este tipo de operação está expandindo-se, especialmente graças ao incremento do comércio internacional. O contêiner também é utilizado em serviços combinados de transporte aéreo, dos quais o mais promissor é a combinação aero-rodoviária. O contêiner é peça importante neste caso, pois o alto custo do frete aéreo inibe o uso de um chassi rodoviário conjuntamente. A utilização de grandes contêineres no transporte aéreo é limitada pelas dimensões das aeronaves atuais e pelos pequenos lotes predominantes nesse modal, mas à medida que os fretes diminuirão com a colocação de aviões maiores em serviço, o transporte combinado aero-rodoviário deverá expandir-se.

Os serviços integrados vão girar em torno do tamanho de contêiner adotado como padrão. Um contêiner muito grande para caminhões ou incompatível com equipamento rodoviário excluiria os caminhões de participar no esquema. O mesmo argumento vale para os outros modais. Os tamanhos-padrão que estão emergindo são os 8x8x20 pés e 8x8x40 pés (padrões ISO). Ambos são compatíveis com a carreta rodoviária padrão de 40 pés americana e com maioria dos outros modais.

1.6. **Agências e Serviços de Pequenos Volumes**

Existem diversas agências que oferecem serviços de transporte para usuários, mas que não possuem nenhum equipamento para prestar o serviço. Em geral, elas manipulam numerosa quantidade de pequenos carregamentos e então os consolida em cargas completas para um veículo. Cobram taxas competitivas com cargas parceladas e a agência, via consolidação dos muitos pequenos carregamentos, pode obter fretes de carga cheia. O diferencial nos fretes auxilia a cobrir as despesas operacionais. Além da consolidação, as agências podem providenciar serviços de coleta ou entrega aos usuários. Agências de transporte incluem despachantes de frete aéreo ou de superfície, correios ou equivalentes e associações de usuários.

Despachantes de frete são legalmente considerados como transportadores regulares de carga e têm os direitos e obrigações dos mesmos. Eles costumam possuir algum equipamento, mas este serve principalmente para operações de coleta ou entrega final (transporte de ponta). Compram serviços de longa distância de operadores aéreos, terrestres e marítimos. Uma grande vantagem no uso de despachantes é que os mesmos podem cotar taxas para carregamentos de até 300.000 lb, mesmo que seu carregamento médio seja de apenas 300 lb.

Correio é um serviço de entregas para pequenos volumes oferecido pelo Serviço Postal Americano. Os carregamentos podem pesar até 70 lb e ter tamanho de 100 pol, tendo entrega garantida em qualquer ponto dos Estados Unidos. As taxas são calculadas em função da distância da origem até o ponto de entrega. Os correios utilizam os serviços de transportadores regulares. O United Parcel Service (UPS) é um serviço similar aos correios, com taxas competitivas, mas é uma empresa privada. Seus serviços de coleta e entregas agora são feitas em todos os estados.

Associações de usuários são cooperativas que operam sem fins lucrativos. Elas são formadas para desempenhar serviços semelhantes aos dos despachantes de frete. Elas atuam como um único usuário para obter taxas de grandes volumes. Cada usuário real paga uma porção do frete total, baseada em seu total transportado.

Além das agências criadas para providenciar serviços para pequenos carregamentos, transportadores regulares também trabalham com pequenos volumes. Existe geralmente uma taxa única para cargas que pesam menos de certo mínimo, sendo usualmente 100 lb para transporte rodoviário. O serviço ocorre frequentemente em condições menos favoráveis que no caso de grandes volumes.

1.7. Transporte Controlado Pela Própria Companhia

Uma alternativa possível é providenciar transporte através de frota e equipamentos próprios ou contratar serviços diretamente. Idealmente, o usuário espera ganhar melhor desempenho operacional, maior disponibilidade e capacidade de transporte e menores custos. Ao mesmo tempo, parte da flexibilidade financeira é sacrificada, pois a companhia deve investir numa capacidade de transporte ou deve comprometer-se com um arranjo contratual de longo prazo. Caso o volume de carga seja elevado, pode ser mais econômico possuir o serviço de transporte do que contratá-lo. Entretanto, algumas empresas são obrigadas a possuir ou contratar o transporte mesmo com maiores custos, pois têm requisitos especiais que não podem ser atendidos por transportadores comuns. Tais necessidades podem incluir (1) entrega rápida com confiabilidade muito elevada, (2) equipamento especial geralmente indisponível, (3) manuseio especial da carga e (4) um serviço que deve estar disponível assim que necessário. Transportadores regulares atendem muitos usuários e nem sempre podem alcançar os requisitos específicos de clientes individuais.

1.8. Transporte Internacional

O sucesso da indústria de transporte em desenvolver um sistema de transporte rápido, confiável e eficiente contribuiu para a dramática expansão do comércio internacional ocorrida nos últimos 25 anos (um incremento, medido em dólares, de 12 vezes). Transporte mais barato permitiu às firmas domésticas tirar vantagens das diferenças nos custos do trabalho em nível mundial, assegurar matérias-primas geograficamente dispersas e colocar mercadorias competitivamente

em mercados muito além das fronteiras americanas. Assim, o especialista em logística deve conhecer os requisitos especiais para o transporte internacional.

O transporte internacional é dominado por operadores marítimos, os quais movimentam mais de 70% do comércio mundial em volume. Aproximadamente 16% das receitas está nas mãos dos operadores aéreos, mas estes detêm apenas uma pequena parcela do total em peso. O restante, cerca de 20%, é transportado por caminhão, trem ou duto entre países onde a geografia torna o transporte terrestre viável.

O domínio de determinado modal é afetado em grande parte pela geografia do país e pela proximidade de seus maiores parceiros comerciais. Países isolados por mar, como o Japão ou a Austrália, devem usar maciçamente os modos aéreo e marítimo, pois serviços integrados para vencer longas distâncias aquáticas ainda não são amplamente utilizados. Entretanto, muitos países da Comunidade Econômica Européia podem usar os modos ferroviário, rodoviário e dutoviário.

A escolha de roteiros é muito mais restrita do que no caso da movimentação doméstica, pois as mercadorias devem mover-se ao longo de um número limitado de portos e postos aduaneiros para deixar um país ou entrar em outro. Apesar de isto facilitar o trabalho de roteirização, os problemas gerados pelos requisitos legais para transportar mercadorias entre dois ou mais países e a responsabilidade por carga mais limitada por transportadores internacionais deixam o transporte internacional mais complicado. Isto acarreta que os carregamentos devem ser acompanhados por uma quantidade muito maior de documentos do que no caso doméstico, estando sujeitos a atrasos devidos aos requisitos legais de entrada ou saída de um país e a restrições de trânsito de dois ou mais países. Além disso, a responsabilidade limitada do transportador (armadores necessitam apenas providenciar uma embarcação de longo curso navegável como evidencia de responsabilidade) resulta em embalamento protetor reforçado, seguros mais caros e custos maiores de documentação para proteger o usuário de perdas potenciais. Isto explica parcialmente a popularidade do contêiner para o transporte internacional de bens de alto valor.

1.9. Resumo

O sistema de transporte dos Estados Unidos é composto de equipamentos, com os quais pessoas, bens e serviços são movimentados, e da rede física sobre a qual este movimento acontece. Existem cinco modos básicos de transporte para mover cargas e passageiros entre as cidades, a saber: modo ferroviário, rodoviário, hidroviário, dutoviário e aeroviário. Estes transportadores movimentaram quase 2,2 trilhões de toneladas-milhas e 1,6 trilhões de passageiros-milhas em 1982. Estes números não incluem o enorme volume de bens transportados dentro das áreas metropolitanas ou por intermédio de automóveis particulares ou mesmo a pé, que não são contados nas estatísticas.

Nos Estados Unidos, o usuário de transportes tem um número de opções. Ele pode escolher qualquer um dos serviços oferecidos pelos cinco modais básicos, selecionar um serviço integrado multimodal ou mesmo possuir ou contratar equipamento para providenciar seu próprio serviço. Para o usuário, o transporte é redutível a algumas características quantificáveis de custo e desempenho: (1) custo direto do serviço, (2) tempo médio para entrega, (3) variabilidade do tempo de entrega e (4) perdas e danos. Dados sobre essas características para os vários modais dão apoio ao processo de tomada de decisões logísticas.

O transporte internacional é uma área de interesse crescente e interessa ao profissional de logística. O equipamento utilizado é igual ao utilizado domesticamente, com exceção de que certos elementos têm sua importância relativa alterada. Por exemplo, o contêiner é popular no transporte internacional. As rotas, naturalmente, são diferentes daquelas usadas internamente. O usuário de transporte internacional pode sentir-se sufocado pela maior documentação, pelas diferenças na responsabilidade do transportador, pelos vários procedimentos aduaneiros - todos eles complicados por que dois ou mais governos têm jurisdição sobre a movimentação. Por sorte, existe um excesso de intermediários, agentes, despachantes de frete e comissariarias para auxiliá-lo.

✓ **Questões e Problemas**

1. Por que o transporte é considerado tão importante para a economia de um país? Por que ele é tão importante para a empresa individual?
2. No país mítico do Saara, o clima é quente e seco, de modo que o trigo, base da dieta local, é cultivado com irrigação, implicando custos elevados. Entretanto, o país foi abençoado com reservas substanciais de petróleo, o qual pode ser extraído de forma relativamente barata. Entretanto, a Greenlândia tem solo fértil, chuvas adequadas e longa estação de crescimento, de modo que o cultivo do trigo é barato. Suas reservas de petróleo são adequadas, mas este é de baixa qualidade relativamente cara para refinar.

Ambos os produtos são essenciais para as economias dos dois países e devem ser ou produzidos localmente ou importados. No Saara, 100 milhões de alqueires de trigo e 100 milhões de barris de petróleo são consumidos anualmente. Na Greenlândia, o consumo é de 150 milhões de alqueires de trigo e 75 milhões de barris de petróleo por ano.

O trigo é produzido por \$ 6/alqueire no Saara e \$ 3/alqueire na Greenlândia. O óleo cru é produzido e refinado no Saara por \$ 5/barril e por \$ 7/barril na Greenlândia. O trigo pode ser transportado entre os dois países por \$ 0,50/ alqueire e o petróleo, por \$ 1/barril.

- a) Como um especialista em logística, que recomendações você daria para os planejadores agrícolas e os agentes comerciais do Saara e da Greenlândia?
 - b) Se o Saara aumentar o custo da produção e refino do petróleo em 20% e restringir suas exportações para 35 milhões de barris por ano, quais seriam as alterações que você faria em suas recomendações? Por que e por que não?
3. Identifique o tipo característico de produtos que são movidos para cada modal de transporte. Por que você considera que o modal adotado tem vantagens para transportar estes produtos?
 4. Considerando a Figura 1.4, explique o seguinte:
 - a) Carga parcelada em média demora mais tempo para ser entregue do que carga completa, no caso de transporte rodoviário.
 - b) A curva de carga ferroviária tem um patamar maior que o da curva para carga rodoviária.

- c) Fretes aéreos além de 500 milhas têm o mesmo tempo médio de trânsito, não importa a distância.
 - d) Carga cheia ferroviária apresenta maior variabilidade no tempo de viagem do que os outros modais.
5. Quais razões você é numeraria para justificar a existência de serviços de pequenas encomendas e agências do sistema de transporte? Quais são os tipos mais comuns? Como funcionam?
6. Quando o transporte próprio é mais conveniente do que o uso de uma transportadora? Discuta este assunto em função das características do produto, do nível de serviço, da administração e do custo.

2. **Administração de Tráfego**

O magnífico sistema de transporte dos Estados Unidos é a influência individual mais importante que guia o crescimento de nosso processo de distribuição.

Clare W. Barker
Melvin Anshen
(1930)

A administração de tráfego ou de transportes é o braço operacional da função de movimentação realizada pela atividade logística. Sua principal responsabilidade é garantir, todo dia, que as operações de transporte sejam executadas eficaz e eficientemente. A ênfase situa-se na movimentação de carga e não no tráfego de passageiros ou no deslocamento de bens domésticos, que também podem ser responsabilidade da administração de tráfego.

2.1. **Seleção do Transportador: Próprio ou Terceiros?**

Talvez o principal problema com que o gerente de transportes deve confrontar-se inicialmente é a seleção do operador que vai transportar as mercadorias da empresa. A escolha dá-se geralmente entre o uso do serviço de terceiros ou de frota própria. O serviço de terceiros, especialmente aquele prestado por transportadoras regulares, deve ser avaliado com base no balanço entre seus custos e seu desempenho. Existem muitos tipos de serviços oferecidos. Por

Curso Técnico Integrado em Logística – Gestão de Transporte e Movimentação

exemplo, uma transportadora rodoviária pode oferecer rotas regulares (compartilhadas por diversos usuários) ou viagens exclusivas (sob contrato de um único usuário ou grupo de usuários). Uma ferrovia pode operar serviços regulares, especiais ou expressos. A escolha não é simplesmente uma questão de selecionar a alternativa de mínimo custo dentre os transportadores ou de mínimo custo dado certo requisito de desempenho. O gerente de transporte deve observar também os efeitos indiretos dessa escolha. Ou seja, o modal mais barato é geralmente aquele mais lento e que necessita do maior lote de movimentação. Utilizar esse modo de transporte pode acarretar elevados níveis de estoque em ambas as pontas da operação, assim como aumenta o estoque em trânsito (também chamado de estoque em *pipeline*), gerando maiores custos de inventário. A melhor alternativa seria balancear os custos de estoque com os custos de transporte, de forma a encontrar o mínimo custo total.

Exemplo. Certo gerente de tráfego pode escolher entre transporte aéreo e caminhões para entregar peças de computador produzidas na fábrica de componentes localizada em Denver, Colorado, para a facilidade de montagem final de Asheville, Carolina do Norte. As peças valem \$ 30.000 por caixa e a fábrica montadora necessita de 100 caixas por mês para atender sua programação da produção. A entrega aérea exige um lote mínimo de cinco caixas ao frete de \$100 por caixa, com tempo de trânsito de um dia. Por outro lado, o lote mínimo para o transporte rodoviário é de 20 caixas ao frete de \$ 10 por caixa, com tempo de trânsito de quatro dias. Os custos de manutenção de estoque equivalem a 25% do valor médio do produto ao ano.

A seleção do melhor modo de transporte vai exigir a compreensão do que ocorre com os estoques em ambos os lados do canal de entregas. Se o lote mínimo de transporte for de cinco caixas, o estoque máximo disponível por parte da fábrica de componentes deve ser de cinco caixas, de forma a viabilizar a entrega. O estoque máximo na planta de montagem deve ser também de cinco caixas, pois a entrega é descarregada na hora. O estoque médio em ambas as fábricas pode ser estimado como a metade do seu estoque máximo. O estoque em trânsito será o tamanho do lote de entrega multiplicado pela fração de tempo no ano que a carga está em trânsito.

A comparação dos dois modos está na Tabela 2.1. Note que, apesar de o transporte terrestre ser de dez vezes mais barato que o aéreo, este último tem menor custo total devido aos efeitos dos custos de manutenção de estoque.

Naturalmente, transportadores podem ser selecionados com base em outros fatores, não relacionados diretamente com o seu custo ou desempenho. Estes podem ser flexibilidade do operador, crédito, reciprocidade ou relacionamento de longo prazo com o transportador.

Tabela 2.1. Avaliação das alternativas de transporte.

Classe de custo	Fórmula de custo	Aéreo	Rodoviário
Transporte	$D \times F$	$1200 \times 100 = 120,000$	$1200 \times 10 = 12,000$
Estoque na fábrica de componentes	$ECQ/2$	$25 \times 30000 \times 5/2 = 18,750$	$25 \times 30000 \times 20/2 = 75,000$
Estoque na fábrica de montagem final	$ECQ/2$	$25 \times 30000 \times 5/2 = 18,750$	$25 \times 30000 \times 20/2 = 75,000$
Estoque em trânsito	$ECtD/365$	$25 \times 30000 \times 1 \times 1200/365 = 24,657$	$25 \times 30000 \times 4 \times 1200/365 = 98,630$
Custo total anual		\$ 182,157	\$ 260,630

F = Frete do transporte, \$/caixa.

E = Custo anual de manutenção do estoque, %/ano.

C = Valor unitário do produto, \$/caixa.

D = Necessidade anual do produto, caixas.

t = Tempo de trânsito, dias.

Q = Tamanho do lote de entrega, caixas.

2.2. Administração do Transporte Contratado de Terceiros

A administração da função de transporte contratado de terceiros é diferente da movimentação realizada por frota própria. Para serviços contratados, a negociação de fretes, a documentação, a auditoria e consolidação de fretes são assuntos relevantes. Para transporte próprio, o despacho, o balanceamento de carga e a roteirização são outros assuntos que devem ser gerenciados. Muitas

vezes o gerente de tráfego deve administrar uma mistura de transporte próprio e de terceiros. Inicialmente, consideremos a administração do transporte contratado de terceiros.

2.2.1. **Negociação de Fretes**

Negociar fretes favoráveis com os transportadores é atividade que costuma consumir boa parte do tempo do gerente de tráfego. Fretes publicados por transportadores nunca devem ser considerados como fixos. Muitos deles são valores médios derivados de condições médias. Portanto, se o gerente de transporte considera que existe uma condição que favorece as circunstâncias operacionais, este é o caso de solicitar redução nos fretes. Existem pelo menos quatro ocasiões típicas onde fretes menores podem ser negociados com as transportadoras.

Competição. Quando existem diferenças significativas entre os fretes de modais ou serviços de transporte diferentes, o gerente de tráfego pode usar a ameaça de mudança para outro transportador para obter fretes mais favoráveis. O transportador pode considerar mais conveniente trabalhar com menores margens de lucro para manter o cliente. Entretanto, este método só funciona quando sua empresa tiver boa alavancagem com o transportador e este considerá-la como cliente importante.

Produtos semelhantes. Quando existe diferença nos fretes entre dois produtos essencialmente similares que se movem na mesma rota, podendo inclusive ser o caso do mesmo transportador, o gerente de transporte pode argumentar que seu produto merece ter o mesmo frete. Os produtos devem ser semelhantes em termos de peso, volume, fragilidade e risco. A comparação com produtos similares também pode ser útil quando não existe o frete específico do produto.

Maior volume de carga. O gerente de tráfego pode argumentar que fretes menores podem resultar em maior volume de carga para o transportador, pois a empresa usuária fica mais competitiva. Redução no frete pode ser conseguida se o lucro total para o transportador for maior do que o conseguido com o frete original.

Desta forma, tanto a companhia usuária como o transportador beneficiam-se com a diminuição nas taxas de frete.

Grandes volumes. Um dos melhores argumentos para redução de fretes é oferecer para o transportador volume substancial de carga em troca de menores preços. Esta diminuição pode ser justificada com base no maior fluxo transportado entre localizações específicas. O transportador pode conceder a redução se for possível demonstrar que todos os seus custos podem ser cobertos e que isto não criaria problemas com outros clientes, que poderiam desejar o frete reduzido mas que não têm o mesmo volume de tráfego para justificá-lo.

2.2.2. Auditoria da Cobrança de Fretes

Transportadores contratados têm a responsabilidade de não cobrar a mais ou a menos por serviços prestados aos seus usuários. O gerente de transportes deve ficar particularmente atento para que sua empresa não seja cobrada acima do combinado. Erros nos cálculos de fretes podem ocorrer devido ao uso de tabelas incorretas, de descrições ou pesos errados de produtos ou de roteiros equivocados. Não raro grandes companhias geram até 750 mil entregas por ano e mesmo baixas taxas de erros no faturamento dos fretes podem resultar no pagamento em excesso de somas consideráveis. J. H. Miner estimou que há de 3% a 5% de sobrefaturamento nos fretes anualmente.

Departamentos de transportes devem conferir suas faturas de fretes. Este esforço pode ser justificado pelos erros que serão descobertos e pelas devoluções esperadas. As companhias são agora auxiliadoras pelo uso de elaborados programas de computador para roteirização e cálculo de fretes. Mas a empresa pode contratar uma agência externa para auditar as faturas de transporte. Este terceiro pode trabalhar por uma percentagem dos sobrefaturamentos que encontrar. Este último arranjo é particularmente atrativo para o gerente de tráfego, pois nada será pago caso não se encontre faturamento em excesso não sendo necessário alocar mão-de-obra interna para executar a auditoria.

Além dos fretes cobrados em excesso, a auditoria inclui a verificação de pagamentos duplicados para os transportadores. Isto pode ocorrer quando o transportador cobra tanto o remetente como o destinatário da mercadoria, na origem

e no destino da entrega. Além disso, a companhia de transporte pode enviar uma segunda fatura, que seria paga pela empresa usuária após o pagamento da primeira.

2.2.3. **Monitoração e Serviço Expresso**

Às vezes, o gerente de tráfego precisa saber onde está uma carga que se encontra em trânsito. Isto acontece quando existe atraso na entrega de uma carga, prometida para uma data determinada e cujo cliente está ansioso pela sua pronta recepção. Muitas transportadoras americanas que possuem linhas regulares têm agora extensas redes de computadores para localizar carregamentos em qualquer parte dos seus sistemas de transporte. A monitoração de cargas normalmente faz parte do serviço oferecido por transportadores para os seus usuários.

Serviço expresso é executado pelo departamento de tráfego quando se deve movimentar um carregamento mais rapidamente que o usual. Transportadores podem providenciar serviço expresso de carga com ou sem acréscimo nas tarifas normais. O seguinte exemplo mostra como certa companhia utiliza monitoração e serviço expresso para manter suas operações ocorrendo de forma balanceada:

Exemplo. Um fabricante de artigos de vidro compra barrilha (um componente na manufatura de vidro) de lavras situadas em Green River, Wyoming. Os carregamentos são realizados por via férrea até as plantas localizadas no Texas, Ohio, Pennsylvania e Flórida. Por vezes, deve-se alterar a programação de produção nas indústrias, acarretando problemas no suprimento. As fábricas mantêm relativamente pouca barrilha no seu estoque e o tempo de trânsito para entregas a partir de Green River pode chegar a duas semanas. Caso uma fábrica esteja perto de ficar sem a matéria-prima e não seja possível abastecê-la a tempo a partir de Green River, os responsáveis pela expedição no Departamento de Transporte inicialmente entram em contato com a ferrovia para determinar a localização dos vagões de barrilha em rota para as fábricas. Em seguida, utilizando privilégios de desvio e reconsignação da ferrovia, pode-se desviar parte do carregamento para a planta com risco de falta, acelerando assim seu ressurgimento. Agora, deve-se apenas preocupar-se com os carregamentos desviados das outras fábricas!

2.2.4. Pequenas Cargas

O gerente de tráfego fica geralmente procurando alternativas que possam reduzir o dispêndio total de transportes para a companhia. As pequenas cargas representam uma oportunidade para isto. Elas têm fretes que são proporcionalmente maiores que os fretes para carregamentos maiores, isto é, têm fretes unitários maiores. Caso pequenos carregamentos sejam consolidados em cargas maiores, podem-se conseguir substanciais reduções de custos. Quanto menor o tamanho do carregamento, maior o benefício da consolidação. Há, entretanto, uma desvantagem típica em consolidar cargas. Agregar maiores quantidades para entregá-las de uma única vez significa que alguns pedidos deverão ser mantidos em espera. Isto pode piorar o nível de serviço e causar alguma perda de receita para a empresa. Encontrar o ponto de equilíbrio é justamente uma decisão do gerente de transporte.

Exemplo. Um produtor de equipamentos eletrônicos despacha produtos a partir de sua fábrica de alta tecnologia na Califórnia até seus distribuidores no Oregon. Normalmente, os pedidos dos distribuidores eram montados e despachados no mesmo dia em que eram recebidos. O gerente de tráfego achava que poderia realizar boas economias nos custos de transporte caso a política de marketing da companhia fosse alterada para autorizar o acúmulo de pedidos, permitindo o despacho das ordens a cada dois ou três dias. A partir de uma amostra dos pedidos encontrou-se os seguintes volumes e distâncias médias:

	<i>De San José</i>	<i>Dia 1</i>	<i>Dia 2</i>	<i>Dia 3</i>	<i>Distância</i>
Para	Portland	12.000 lb	15.000 lb	10.000 lb	650 milhas
	Eugene	7.000 lb	9.000 lb	6.000 lb	550 milhas
	Grants Pass	1.500 lb	2.000 lb	4.000 lb	400 milhas

Os fretes foram retirados da tabela para produtos eletrônicos do transportador. Os seguintes cálculos foram feitos:

	FRETE x VOLUME x CUSTO			Totais
	Dia 1	Dia 2	Dia 3	
Portland	.1174 ^a x 12,000 = \$ 1408.8	.1165 x 15,000 = \$ 1747.5	.1174 x 10,000 = \$ 1174.0	\$ 4,330.3
Eugene	.1140 x 7,000 = 798.0	.1140 x 9,000 = 1026.0	.1140 x 6,000 = 684.0	2,508.0
Grants Pass	.1586 x 1,500 = 237.9	.1418 x 2,000 = 283.6	.1418 x 4,000 = 567.2	1,088.7
	Total \$ 2,444.7	Total \$ 3,057.1	Total \$ 2,425.2	Total \$ 7,927.0

^a A contagem por milha foi extrapolada.

Agora suponha que os pedidos sejam mantidos por três dias para então serem despachados.

Frete x Volume = Custo		
Portland	0,1160 x 37.000 =	\$ 4.292,0
Eugene	0,1087 x 22.000 =	2.391,4
Grants Pass	0,1013 x 7.500 =	759,8
		Total = \$ 7.443,2

Há uma economia de \$ 7.927,00 – 7.443,20 = \$ 483,80. Caso existam 250 dias úteis no ano, esta economia pode significar mais de \$ 40.000 no mesmo período. O gerente de transporte deve levar também em consideração qual será a redução de receita devida ao menor nível de serviço oferecido aos clientes por segurar seus pedidos três dias.

2.3. Transporte Próprio

Uma empresa adquire meios de transporte pela compra ou pelo aluguel (*leasing*) de equipamentos. Nem todos os modais se prestam para o controle próprio. Poucas companhias consideram conveniente comprar ou alugar oleodutos e ferrovias. Outras realmente possuem seus próprios navios e aviões, usados principalmente para a movimentação de carga. Geralmente, a empresa que controla seu próprio transporte é aquela que comanda uma frota de caminhões. Portanto, nossa atenção será dirigida primariamente aos problemas associados com operações rodoviárias.

Uma das principais razões para possuir ou alugar uma frota de veículos é obter menores custos e melhor desempenho na entrega do que seria possível através do uso de transportadoras convencionais. O gerente de tráfego geralmente concentra-se nas decisões de utilização da frota. Melhor utilização traduz-se em menos caminhões e em menores custos operacionais. Algumas das decisões mais comuns encontradas no dia-a-dia operacional são discutidas nesta seção.

2.3.1. Rota ou Plano de Viagem

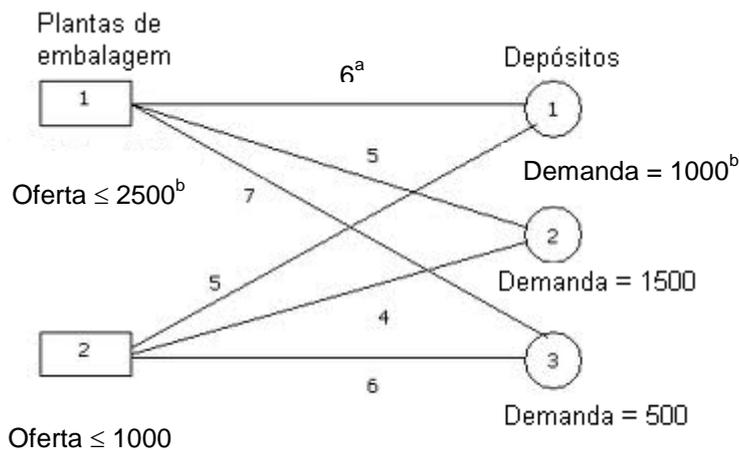
A montagem da rota ou plano de viagem é o problema encontrado para direcionar veículos através de uma rede de vias, rios ou corredores aéreos. O

movimento pode ser feito pela mínima distância, mínimo tempo ou por uma combinação destes. Embora possam-se testar manualmente várias combinações de trechos viários, caso o problema envolva muitas rotas viáveis ou deva ser resolvido frequentemente, técnicas matemáticas programáveis em computadores podem ser bastante atrativas. Um método bem conhecido é o do caminho mais curto, que pode ser calculado tanto manualmente como por meio de computadores.

Exemplo. A Logistics Systems, Inc., desenvolveu um *software* comercial para organizar rotas de viagem para caminhões na rede rodoviária que liga os 48 estados contíguos dos Estados Unidos. Este programa (o COMPU.MAP), com a entrada dos pontos de origem e destino, calcula o melhor plano de viagem possível. Suponha que um carregamento deva ser roteirizado de Wellesley, Massachusetts, para Phoenix, Arizona. COMPU.MAP produz a rota com informações necessárias para orientar a viagem.

Um problema de rota também pode envolver múltiplas origens e destinos. Deve ser resolvido considerando-se as restrições das capacidades de suprimento nos pontos de origem (fontes) e das necessidades de produtos nos pontos de destino (demandas), assim como os custos associados aos diversos caminhos possíveis. É um problema comum, que ocorre ao roteirizar bens de fornecedores às fábricas, de fábricas aos depósitos e de depósitos aos clientes, sendo um subproblema da maioria dos problemas de localização industrial. Ele é frequentemente resolvido mediante procedimentos matemáticos populares, como programação linear. Esses procedimentos estão facilmente disponíveis em muitos *software* comerciais.

Exemplo. Um fabricante enlata produtos vegetais à medida que a colheita é realizada. Existem duas fábricas que abastecem três depósitos. São feitas projeções de demanda para cada depósito ao longo da temporada. As fábricas têm um nível máximo de produção baseado na sua dimensão e na safra prevista. O Departamento de Transporte deseja atender a demanda dos depósitos sem exceder a capacidade de suprimento das plantas industriais, minimizando o custo total de transporte. A Figura 2.1 ilustra o problema.



^a Frete em \$ 1000 lb para a melhor rota entre as plantas 1 e o depósito 1.

^b Oferta a demanda em milhares de libras.

Figura 2.1. Um problema de transporte com múltiplas origens e destinos.

Uma solução para este problema aparentemente simples é designar a máxima demanda possível para a rota mais barata (ou seja, 1000 unidades devem mover-se da planta 2 para o depósito 2). A demanda restante deve ser suprida a partir da fábrica 1. Esta é a solução ótima e ela pode ser verificada pelo uso do método de transporte da programação linear.

2.3.2. Roteirização e Programação de Veículos

Quando uma firma possui frota própria, ela frequentemente encontra o problema de despachar um veículo a partir de uma base central para uma série de paradas intermediárias, devendo o veículo retornar então à base central. Tal problema ocorre comumente em rotas aéreas de carga regionais, operações de entregas de mercadorias, roteiros de ônibus escolar ou de abastecimento de supermercados a partir de um depósito central.

O problema de programação envolve (1) a determinação do número de veículos envolvidos, (2) suas capacidades, (3) os pontos de parada para coleta ou entrega em cada roteiro de um dado veículo e (4) a sequência das paradas para coleta ou entrega. Um problema típico de roteirização, envolvendo muitas paradas e veículos, o total de roteiros possíveis é astronômico. Por isso, princípios operacionais que resultem em boas soluções podem ser muito úteis. Por exemplo, roteiros formando um desenho que lembre as pétalas de uma margarida (ou seja,

onde roteiros adjacentes não se tocam e nenhuma das rotas têm caminhos que se cruzam – veja Figura 2.2) representam um roteamento ideal, no caso de o volume de carga em cada parada ser apenas pequena parte da capacidade do veículo. Bons roteiros geralmente podem ser conseguidos pela aplicação das seguintes regras:

1. Inicie o agrupamento pelo ponto (parada) mais distante do depósito.
2. Encontre o próximo ponto, tomando o ponto disponível que esteja mais perto do centro (centróide) dos pontos no grupo. Agregue esse ponto ao grupo (veículo), caso a capacidade do veículo não tenha sido excedida.
3. Repita o passo 2 até que a capacidade do veículo tenha sido atingida.
4. Sequencie as paradas de maneira a ter a forma de uma gota d'água.
5. Encontre o próximo ponto, que é a parada mais distante do depósito ainda disponível, e repita os passos 2 a 4.
6. Continue até que todos os pontos tenham sido designados.

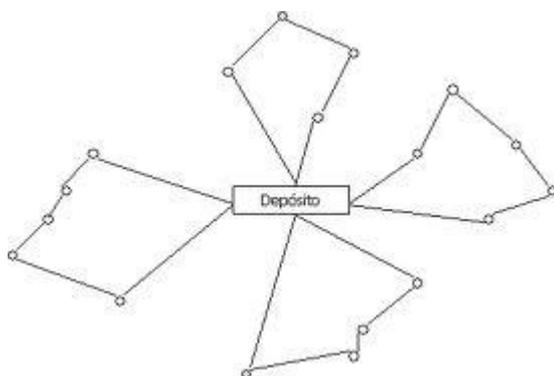


Figura 2.2. Padrão tipo “gota” para roteiros ótimos.

O método acima descrito pode coerentemente gerar bons roteiros, que usualmente rivalizam com os obtidos por métodos matemáticos e computacionais desse problema.

2.3.3. Despacho de Veículos

Despachar caminhões para apanhar ou entregar mercadorias poderia ser considerado como um problema semelhante ao da roteirização de veículos. A principal diferença com a roteirização é que, nesta última, assume-se que os volumes de carga e as paradas são conhecidas antes de determinar a programação.

Na prática, isto não ocorre sempre. A demanda por transporte pode acontecer enquanto os veículos percorrem suas rotas. Este é o caso para algumas atividades bem conhecidas, como táxis, veículos dos Correios que fazem coleta e entrega de correspondência e viaturas policiais. A chave para este tipo de problema é a capacidade de direcionar os veículos à medida que a demanda ocorre, de forma a utilizá-los eficientemente. Uma maneira de fazê-lo é dirigir os veículos à parada mais próxima adequada às suas capacidades. Caso o responsável pelo despacho conheça antecipadamente os volumes e as paradas, o método apresentado anteriormente para solução do problema de roteirização pode ser utilizado.

Exemplo. Um fabricante de produtos químicos industriais transporta suas mercadorias para os clientes e também recolhe os suprimentos para suas fábricas. Os volumes de entrega são emitidos toda manhã. Entretanto, os veículos deixam as plantas industriais nas segundas e não voltam até a sexta-feira. Com base nas necessidades de entregas e recolhimentos da segunda os caminhões são despachados. Então, após a realização de uma entrega ou de uma coleta, o motorista telefona para o despachante antes das 11 horas da manhã do dia seguinte, para receber instruções da sua próxima parada. O despachante tenta dirigir o caminhão para a parada mais próxima, desde que a mesma esteja dentro de um raio de 150 milhas do local onde o motorista realizou sua chamada. Este procedimento é repetido ao longo da semana. O gerente de transporte interessava-se em saber se o despachante estava utilizando métodos de decisão que resultassem no número mínimo de caminhões e na quilometragem mínima percorrida.

Nós provavelmente estamos tão interessados quanto o gerente de tráfego. Esta é certamente uma solução limitada do problema. Será que o roteiro decidido na terça poderia colocar um caminhão numa posição ruim para o roteiro da quinta-feira? O que aconteceria se um motorista telefona e tem uma parada alocada, que teria sido melhor se fosse designada para outro motorista que ligasse logo em seguida? Você consegue imaginar outros problemas que poderiam acontecer com este método de despacho?

2.3.4. Sequenciação de Roteiros

Por vezes o gerente de transporte pode estar menos interessado no projeto dos roteiros e mais na minimização da quantidade de caminhões necessários para atender uma dada programação. Isto exige a sequenciação dos roteiros, de maneira a minimizar o tempo ocioso no programa e, portanto, a quantidade de caminhões necessária.

Exemplo. Uma indústria de bebidas envia produtos acabados de sua planta para nove armazéns. Os caminhões são enviados com carga completa e tanto os tempos de viagem como os de descarga são bastante previsíveis. Cerca de 150 entregas (rotas) são programadas semanalmente. A tarefa do programador era sequenciar estes roteiros de modo que houvesse o menor número de veículos possível para atender o programa.

2.3.5. Balanceamento de Viagens com e sem Carga

Uma preocupação comum no gerenciamento de uma frota é o balanceamento das perdas de ida e de retorno. Um caminhão pode partir do seu depósito totalmente carregado para realizar uma entrega e, após executá-la, retornar completamente vazio. Para melhor utilizar seu equipamento, os gerentes de tráfego conscientizam-se do uso da viagem de retorno para transportar mercadorias para o depósito, geralmente a partir dos fornecedores da própria companhia. Desde a desregulamentação, as companhias têm passado a operar desta forma. Portanto, a programação de veículos tornou-se também um problema de integrar fretes de retorno com a distribuição de produtos.

2.4. Resumo

Tentou-se descrever brevemente algumas das decisões que o gerente de tráfego ou transportes deve enfrentar para cumprir suas responsabilidades na administração do transporte, tanto contratado de terceiros como próprio. Quando são utilizados transportadores contratados, as principais preocupações estão no uso eficiente deles em negociar os melhores fretes possíveis e na documentação necessária para iniciar o movimento de mercadorias, que serve para cobrança dos pagamentos e para estabelecer responsabilidade pelas mercadorias em trânsito. O transporte próprio interessa-se principalmente em programar o uso eficiente do

equipamento (minimizar os custos da firma) e em garantir o nível de serviço desejado. Diferentes tipos de decisão são tomadas em cada caso.

✓ **Questões e Problemas**

1. Compare a administração de transporte contratado de terceiros com a administração de frota própria.
2. A Baxter Industrial Equipment compra motores elétricos fracionais de um fornecedor da Carolina do Norte. O Departamento de Transporte deseja escolher entre os modais rodoviário e ferroviário para mover os produtos. A ferrovia cobra um frete de \$ 0,05/lb para um lote mínimo de carga de 80.000 lb, enquanto o frete rodoviário é de \$ 0,09/lb para o mínimo de 40.000 lb. informações adicionais estão resumidas na tabela a seguir:

Necessidades de produção	1.000 motores/mês
Peso de cada motor, embalado	175 lb
Preço FOB fábrica	\$ 200 por motor
Custo de manutenção do estoque como porcentagem do valor médio do inventário mantido anualmente	25%
Tempo de trânsito	
Ferrovia	14 dias
Caminhão	7 dias

- a) Qual modo de transporte você recomendaria?
- b) O estoque do fornecedor deve ser levado em consideração?
3. A RanX Corporation produz uma linha de malas de viagem. O plano normal de distribuição abastece estoques de produtos acabados localizados no próprio sítio da fábrica. As mercadorias são então enviadas aos depósitos regionais da empresa por intermédio de transportadoras comuns. Para abastecer o armazém da Costa Oeste a partir da planta situada na Costa Leste é utilizado modo ferroviário. Seu tempo de trânsito é de 21 dias. Em cada ponto de armazenagem são mantidas, em média, 100.000 unidades de produto com valor médio de \$ 30/unidade. O custo anual de manutenção de estoque é de 30% do valor do produto.

A companhia deseja selecionar o modo de transporte que minimiza o custo total. Estima-se que, para cada dia retirado do tempo de trânsito de 21 dias, os estoques podem ser reduzidos de 1%. O depósito da Costa Oeste vende 700.000 unidades por ano. A companhia pode usar os seguintes serviços:

<i>Tipo de serviço de transporte</i>	<i>Frete \$/unidade</i>	<i>Tempo de trânsito porta a porta (dias)</i>	<i>Total de viagens por ano</i>
Ferrovia	0,10	21	10
Piggyback ^a	0,15	14	20
Caminhão	0,20	5	20
Aéreo	1,40	2	40

^a Tipo de transporte integrado, com a carga transportada dentro de carretas rodoviárias, que, por sua vez, são carregadas a maior parte da viagem sobre vagões ferroviários abertos, combinando a característica porta a porta do caminhão com a economia para transportes de grandes volumes a grandes distâncias da ferrovia.

Qual serviço de transporte deve ser utilizado? (Assuma que os custos de emissão de pedidos são desprezíveis.)

4. Dê exemplos para quatro circunstâncias nas quais o gerente de transporte pode negociar fretes menores com uma transportadora comum.
5. Por que a auditoria das cobranças de frete pelas transportadoras é uma prática recomendável?

3. Transporte Logístico

O termo transporte logístico foi criado pela necessidade de transportar tropas durante a Segunda Guerra Mundial. O sistema mundial de transportes passou a usar a logística em suas atividades, antes de qualquer outro setor industrial.

É o deslocamento de bens de um ponto a outro da rede logística, respeitando as restrições de integridade da carga e de confiabilidade de prazos. Não agrega valor aos produtos, mas é fundamental para que eles cheguem ao seu ponto de aplicação, de forma a garantir o melhor desempenho dos investimentos dos diversos agentes econômicos envolvidos no processo.

A logística no transporte tem como fundamento básico a precisão de suas operações, tornando-o mais rápido, com melhor aproveitamento de carga, possibilitando o uso de carga de retorno com o mínimo de perda.

O transporte dentro das atividades da logística industrial integrada segue o mesmo princípio de prever e prover com o menor custo possível.

Mesmo que o sistema de transporte da empresa seja terceirizado, é necessário fazer o planejamento e a programação das entregas do produto final, para manter um rígido controle dos custos e prazos.

O sistema JIT (Just in Time) deve ser planejado de tal forma que as entregas e retiradas tenham suas datas combinadas, otimizando o aproveitamento da frota de veículos.

Para isso é necessário um perfeito entrosamento entre as equipes de vendas e suprimentos. Quanto maior for o entrosamento entre eles, menor o custo do transporte, e isso também vai permitir que a lista crítica seja reduzida.

O planejamento de transporte deve levar em conta muitos fatores. Vamos conhecer os mais importantes:

- O que transportar em peso e volume, mensal, semanal e diariamente.
- O que transportar de matéria-prima de retirada nos fornecedores em peso e volume, mensal, semanal e diariamente.
- Definir o tipo de transporte a ser utilizado (rodoviário, ferroviário, aéreo, marítimo e fluvial).
- Definir o tipo de veículo a ser utilizado.
- As distâncias mínimas e máximas a serem percorridas.
- As entregas e retiradas com bloqueio de horário.
- Programar primeiramente as entregas e retiradas com horário preestabelecido.
- Definir tráfego e horário para carga perigosa ou perecível.
- Executar o PEPS (primeiro que entra, primeiro que sai).
- Definir necessidade de criação de entreposto, armazém regional ou distrital.
- Determinar a porcentagem do custo de transporte sobre o faturamento líquido da empresa.

- Definir o programa computadorizado a ser utilizado.
- Elaborar os formulários de controle a serem utilizados.

3.1. Tipos de Modais de Carga

- **Modal** – é o deslocamento de carga por um único meio de transporte, em que cada transportador emite seu próprio documento de transporte.
- **Intermodal** – é o deslocamento de carga por vários meios de transporte, em que um único transportador organiza o transporte desde o ponto de origem, via um ou mais pontos de interligação, até o ponto ou porto final. Dependendo de como a responsabilidade pelo transporte total foi dividida, diferentes tipos de documentos são utilizados.
- **Multimodal** – quando o transportador que organiza o transporte assume inteira responsabilidade pelo transporte “porta a porta” e emite um documento único de transporte, o Conhecimento de Transporte Multimodal de Cargas (CTMC). É, portanto, um conceito que coloca a responsabilidade das atividades de transporte sob um único operador, o qual gerencia e coordena o processo todo desde o embargador até o importador.

O transporte multimodal de cargas é aquele que, regido por um único contrato, utiliza duas ou mais modalidades de transporte, desde a origem até o destino, e é executado sob a responsabilidade única de um operador de transporte multimodal (OTM).

O conhecimento de Transporte Multimodal de Cargas (CTMC) evidencia o contrato de transporte multimodal e rege a operação de transporte, desde o recebimento da carga até a sua entrega no destino, podendo ser negociável ou não negociável, a critério do expedidor.

O OTM assume a responsabilidade pela execução desses contratos, pelos prejuízos resultantes de perda, por danos ou avaria às cargas sob a custódia, assim como por aqueles decorrentes de atraso em sua entrega, quando houver prazo acordado. Além do transporte, inclui os serviços de coleta, unitização, desunitização, consolidação, desconsolidação, movimentação, armazenagem e entrega da carga ao destinatário.

O OTM é a pessoa jurídica contratada como principal contratada como principal para a realização do transporte multimodal de cargas, da origem até o destino, por meios próprios ou por intermédio de terceiros. O OTM pode ser transportador ou não.

O exercício da atividade do OTM depende de prévia habilitação e registro na ANTT. Caso o OTM deseje atuar em âmbito internacional, deve também licenciar-se na Secretaria da Receita Federal. Essas habilitações são concedidas por um prazo de dez anos.

Conhecimento de transporte multimodal de cargas					
Logomarca:			Código de barras:		
Nome do emitente:			Conhecimento de transporte:		
Endereço:			Nº		
Inscrição no CNPJ:			Série:	Subsérie:	
Certificado de registro do OTM:			Local e data da emissão:		
Frete ____ pago			Frete ____ a pagar no destino		
Negociável ____			Não negociável ____		
Local de início da prestação:			Local de término da prestação		
Remetente:			Destinatário:		
Endereço:			End:		
Município:		UF:	Município:		UF:
Inscrição no CNPJ:			Inscrição no CNPJ:		
Identificação dos modais e dos transportadores					
Nº ordem:	Modal:	Local de início:		Local de término empresa:	
Município – UF:			Município – UF:		
Mercadoria transportada:			Natureza da entrega:		
Quantidade:			Espécie ou acondicionamento:		
Metro cúbico ____		Litros ____		Peso (KGS):	
Composição do frete em R\$			Nota Fiscal nº:		
Frete peso ____			CMIS	Pedágio	Outros
Frete valor ____			Total	Alíquota	

Tabela 3.1

3.2. Modal Aéreo

É o transporte adequado para mercadorias de alto valor agregado, pequenos volumes ou com urgência na entrega.

O transporte aéreo possui algumas vantagens sobre os demais modais, pois é mais rápido e seguro e são menores os custos com seguro, estocagem e embalagem, além de ser mais viável para remessa de amostras, brindes, bagagem desacompanhada, partes e peças de reposição, mercadoria perecível, animais.

- **Vantagens** – é o transporte mais rápido e não necessita de embalagem mais reforçada (manuseio mais cuidadoso).
- **Desvantagens** – menor capacidade de carga, valor do frete mais elevado em relação aos outros modais.
- **Frete** – a base de cálculo do frete aéreo é obtida por meio do peso ou do volume da mercadoria, sendo considerado aquele que proporciona o maior valor. Para saber se devemos considerar o peso ou o volume, a IATA (*International Air Transport Association*) estabeleceu a seguinte relação:

Relação IATA (peso/volume): $1 \text{ Kg} = 6000 \text{ cm}^3$ ou $1 \text{ ton} = 6\text{m}^3$. Por exemplo: no caso de um peso de um quilo acondicionado em um volume maior que 6000m^3 , considera-se o volume como base de cálculo do frete; caso contrário, considera-se o peso. A IATA é uma entidade internacional que congrega grande parte das transportadoras aéreas do mundo, cujo objetivo é conhecer, estudar e procurar dar solução aos problemas técnicos, administrativos, econômicos ou políticos surgidos com o desenvolvimento do transporte aéreo.



Figura 3.1

Conhecimento de embarque aéreo – aéreo (AWB)	
Remetente: Nome: Endereço:	Nº da conta:
Destinatário: Nome: Endereço:	Nº da conta
Transportador: Nome: Endereço:	Nº da conta
Aeroporto de embarque:	Conta do seguro:
Aeroporto de destino:	Conta do seguro:
Mercadorias:	Nota Fiscal: Valor R\$:
Documentos que acompanham as mercadorias:	
Informações para movimentação	
Quantidade de volumes: Espécie:	Peso: Cubagem:
Frete pago:	Frete e pagar:
Frete R\$:	Seguro R\$:
Frete total R\$:	
Nota: As mercadorias foram entregues em perfeitas condições de uso.	Local, data e assinatura do transportador.

Tabela 3.2

3.3. Modal Ferroviário

A malha ferroviária brasileira possui aproximadamente 29.000km e no Estado de São Paulo cerca de 5.400km.

Os processos de privatização do sistema iniciou-se em 1996, e as empresas que adquiriram as concessões de operação dessa malha assumiram com grandes problemas estruturais. A transferência da operação das ferrovias para o setor privado foi fundamental para que esse setor voltasse a operar.

- **Vantagens:** adequado para longas distâncias e grandes quantidades, menor custo de seguro, menor custo de frete.
- **Desvantagens:** diferença na largura de bitolas, menor flexibilidade no trajeto, necessidade maior de transbordo.

3.3.1. Frete Ferroviário

O transporte ferroviário não é tão ágil e não possui tantas vias de acesso quanto o rodoviário, porém é mais barato, propiciando menor frete, transporta quantidades maiores e não está sujeito a riscos de congestionamento.

O frete ferroviário é baseado em dois fatores: quilometragem percorrida e distância entre as estações de embarque e desembarque.

Quanto ao peso da mercadoria, o frete ferroviário é calculado por meio da multiplicação da tarifa ferroviária pelo peso ou volume, utilizando aquele que proporcionar maior valor. O frete também pode ser calculado pela unidade de contêiner, independente do tipo de carga, peso ou valor da mercadoria.

Não incidem taxas de armazenagem, manuseio ou qualquer outra. Pode ser cobrada taxa de estadia do vagão.



Figura 3.2

Conhecimento de embarque ferroviário				
Conhecimento de embarque de mercadorias por ferrovia nº				
À ordem		Não há ordem		Guia de embarque:
Data:		Consignação nº		Condição de frete:
Procedência:				
Remetente:				
Endereço:				
Destinatário:				
Endereço:				
Notificar:				
Endereço:				
Transportador:				
Endereço:				
Volumes	Quantidade	Espécie	Marcas	Descrição das mercadorias
Cláusulas especiais:				
Documentos que acompanham as mercadorias:				
Número de original:				
Valor do frete:		Valor do seguro:		Valor total:
Recibo a borbo: declaro que as mercadorias se encontram em perfeitas condições de uso.				
Local:				
Data:				
Assinatura:				

Tabela 3.3

3.4. Modal Hidroviário

O modal hidroviário (fluvial) é usado principalmente no transporte de soja, óleo, vegetal, trigo, milho, açúcar, cana-de-açúcar, sorgo, madeira e outros.

Devido ao baixo custo do frete desenvolve papel importante na logística de transportes em algumas regiões do Brasil. Nas regiões Sul e Sudeste passa a ter forte integração com os países do bloco do Mercosul.

A administração e a operação das hidrovias interiores e dos portos fluviais e marítimos são exercidas de duas maneiras:

- Pelo poder federal, por meio de sociedade de economia mista, as companhias docas federais.
- Na forma de convênios de delegação, em que estados ou municípios são os responsáveis pelas sociedades de portos ou navegação, empresas de administração ou superintendência de portos.

Pontos fortes – custo baixo, carregamento de grande quantidade de carga, baixo impacto ambiental.

Pontos fracos – transporte regional (não abrange o país inteiro), rios e planícies e assoreamento dos rios.

As principais bacias nacionais são: Amazônica Ocidental, Amazônica Oriental, do Tocantins e Araguaia, do Nordeste, do São Francisco, do Paraná, do Paraguai e do Sul.



Figura 3.3



Figura 3.4

3.5. Modal Marítimo

O transporte marítimo é o modal mais utilizado no comércio internacional ou longo curso e refere-se ao transporte marítimo internacional. Inclui tanto os navios que realizam tráfego regular, pertencentes a conferências de frete, acordos bilaterais e os *outsiders*, como aqueles de rota irregular.

- **Vantagens** – carrega qualquer tipo de carga, menor custo do frete.
- **Desvantagens** – necessidade de transbordo nos portos; maior exigência de embalagens; menor flexibilidade nos serviços, aliado a frequentes congestionamentos nos portos.

O frete marítimo é composto basicamente dos seguintes itens:

- **Frete básico** – valor cobrado segundo o peso ou o volume da mercadoria (cubagem), prevalecendo sempre o que propiciar maior receita ao armador.
- **ad valorem** – percentual que incide sobre o valor FOB da mercadoria. Aplicado normalmente quando esse valor corresponder a mais de US\$ 1000 por tonelada. Pode substituir o frete básico ou complementar seu valor; sobretaxa de combustível, destinado a cobrir custos com combustível.
- **Taxa para volumes pesados** – valor de moeda atribuído às cargas cujos volumes individuais, excessivamente pesados (normalmente acima de 1500 kg), exijam condições especiais para embarque/desembarque ou acomodação no navio.
- **Taxa para volumes com grandes dimensões** – aplicada geralmente a mercadorias com comprimento superior a 12 metros.
- **Sobretaxa de congestionamento** – incide sobre o frete básico, para portos onde existe demora para atracação dos navios.

Alguns tipos de navios:

- **Cargueiros** – são navios construídos para o transporte de carga geral, ou seja, carga acondicionada. Normalmente, seus porões são divididos horizontalmente, formando o que poderíamos chamar de 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.
- **Porta-contêiner** – são especializados, utilizados exclusivamente para transportar contêineres, dispondo de espaços celulares. Os contêineres são movimentados com equipamento de bordo ou de terra. As unidades são transportadas tanto nas células como no convés.



Figura 3.5

- **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 sem linhas regulares. Considerando que transportam mercadorias de baixo valor, devem ter baixo custo operacional. A sua velocidade é inferior à dos cargueiros.

3.6. Cabotagem

A cabotagem inclui o transporte marítimo realizado ao longo da costa brasileira. No meio marítimo ouve-se falar também em “grande cabotagem”, o que se refere ao transporte marítimo realizado ao longo da costa até os países vizinhos, mas, em termos oficiais, sempre quando se fala de cabotagem, refere-se ao transporte realizado ao longo da costa brasileira do Rio Grande do Sul até Manaus. Segundo armadores e usuários, o maior problema da cabotagem está na regulamentação, nos impostos e na infra-estrutura portuária.



Figura 3.6

Conhecimento de embarque marítimo – B/L	
B/L nº	
Remetente:	
Endereço:	
Destinatário:	
Endereço:	
Embarcador:	
Navio:	
Porto de embarque:	
Porto de descarga:	
Descrição das mercadorias:	Peso:
	Espécie:
	Volume:
	Marcas:
Documentos que acompanham as mercadorias:	
Frete pago:	Valor do frete:
Seguro:	Valor total do frete:
Frete a pagar:	Valor do frete:
Seguro:	Valor total do frete:
Recebi as mercadorias em perfeitas condições de uso.	
Local, data e assinatura do embarcador	

Tabela 3.4

3.7. Modal Rodoviário

O modal rodoviário representa no Brasil 62% da carga transportada. Algumas rodovias ainda apresentam estado de conservação ruim, o que aumenta os custos com manutenção dos veículos. Além disso, a frota é antiga (aproximadamente 18 anos) e sujeita a roubo de cargas.

O transporte rodoviário caracteriza-se pela simplicidade de funcionamento.

- **Desvantagens** – fretes mais altos em alguns casos, menor capacidade de carga entre os modais, mais vulnerável ao roubo de cargas.
- **Vantagens** – ponto de carga e ponto de descarga (ponto de origem e ponto de destino), maior frequência e disponibilidade de vias de acesso, maior agilidade e flexibilidade na manipulação da carga, facilidade na substituição do veículo no caso de quebra, ideal para viagens de curta e média distâncias.

É importante lembrar a menor capacidade de carga e o maior custo operacional, comparado ao ferroviário ou aquaviário, e a diminuição da eficiência das estradas em épocas de chuvas, grandes congestionamentos.

Em princípio, é indispensável que a carga esteja devidamente embalada para transporte, seja ela em qualquer modalidade de transporte, respeitando as exigências de cada modalidade em função do tipo de carga. No ato da coleta deve ser feita uma rápida análise das condições das embalagens e caso não esteja de acordo, solicitar ao cliente autorização para que, ao chegar à transportadora, receba uma nova embalagem. Quando não há necessidade de embalagens para a carga, o cliente deve assumir os riscos de danos que possam surgir.

3.7.1. O Modal Rodoviário no Mercosul

O Decreto nº 99.704, de 20/11/90, dispõe sobre a execução no Brasil do Acordo sobre Transporte Internacional Terrestre, entre Brasil, Argentina, Bolívia, Chile, Paraguai, Peru e Uruguai, que propicia regulamentação conjunta do transporte internacional terrestre no Cone Sul da América, garantindo a regularidade

de atendimento, bem como definições pertinentes a direitos e obrigações de usuários e transportadores.

Ao se escolher a via rodoviária para exportação, alguns cuidados básicos devem ser tomados, tais como:

- Verificar se a empresa está autorizada a efetuar o transporte de forma direta ou se atua de forma combinada com empresa de outro país.
- O seguro é obrigatório, cabendo a cada empresa contratar seu seguro pela responsabilidade emergente do contrato de transporte, extensivo aos proprietários ou condutores dos veículos destinados ao transporte próprio.
- As tarifas de frete são organizadas por cada empresa de transporte e o frete pode ser calculado por peso, volume ou por lotação o veículo.



Figura 3.7



Figura 3.8

3.7.2. Frete Rodoviário

As tarifas de frete são organizadas individualmente pela empresa de transporte e o frete pode ser calculado por peso, volume ou por lotação do veículo. A composição do frete rodoviário é a seguinte:

- **Frete básico** – tarifa x peso da mercadoria. Se a carga for “volumosa”, pode-se considerar o volume no lugar do peso.
- **Taxa de *ad valorem*** – percentual cobrado sobre o valor da mercadoria.
- **Seguro rodoviário obrigatório** – os percentuais são aplicados sobre o preço FOB da mercadoria.

O usuário deve consultar a transportadora para conhecer quais cláusulas da apólice de seguro dão cobertura e quais ele deve complementar com sua seguradora.

Os sindicatos das empresas transportadoras de carga emitem periodicamente tabelas de frete cobrados pelos associados, que podem ser pesquisadas e analisadas para futuras comparações.

No transporte rodoviário a carga só pode ser transportada se estiver acompanhada de uma Nota Fiscal devidamente preenchida de acordo com as exigências ligais no que requerer à fiscalização de ICMS, além de alguma outra documentação exigida em cargas que tenham características especiais (corrosivos, inflamáveis).

Os seguintes documentos devem acompanhar a Nota Fiscal: Conhecimento do frete, Manifesto do frete e o Romaneio.

O conhecimento é o documento para a cobrança do frete e serve de recibo quando o frete for a cobrar, e também para que o cliente dê aceite de que as mercadorias foram recebidas em perfeitas condições, evitando futuras reclamações.

Sendo material de natureza perigosa como inflamáveis, corrosivos, substâncias infectocontagiosas, entre outras características, deve ser feita uma consulta prévia do tipo de documentação exigida para que não haja contratempo no aceite da carga e também verificar se as embalagens requerem um cuidado especial.

O frete rodoviário é calculado com base na taxa de coleta, taxa de entrega, no frete pelo volume (cubagem) ou peso, o que for mais vantajoso para a transportadora, pedágio, lotação, seguro e quando houver, a embalagem.

A cubagem é a relação existente entre o volume e o peso da mercadoria que é mensurado por um cálculo matemático em que se verifica o quanto a carga vai corresponder em peso em função do volume que ela ocupar na aeronave, ou seja, será cobrado o que for maior. A cubagem normalmente incide quando a caixa tem uma dimensão grande com um peso pequeno. O mesmo vale para transporte rodoviário, embora o cálculo seja diferente para cada modalidade.

Conhecimento de embarque rodoviário				
Data da emissão:.....		Nº.....		
Nome e endereço do remetente:				
Nome e endereço do destinatário:				
Nome e endereço do transportador:				
Notificar:				
Descrição das mercadorias	Quantidade	Peso	Volume	Marca
Documentos que acompanham as mercadorias:				
Frete pago:		Seguro:		Frete total:
Frete a pagar:		Seguro:		Frete total:
Recebi as mercadorias em perfeitas condições de uso:				
Local:				
Data:				
Assinatura do transportador:				

Tabela 3.5 – Exemplo de conhecimento de carga para uso no Brasil.

3.8. Modal Dutoviário

O transporte dutoviário pode ser dividido em:

1. Oleodutos, cujos produtos transportados são, em sua grande maioria, petróleo, óleo combustível, gasolina, diesel, álcool, GLP, querosene e nafta e outros.

2. Minerodutos, cujos produtos transportados são: sal-gema, minério de ferro e concentrado fosfático.
3. Gasodutos, cujo produto transportado é o gás natural. O Gasoduto Brasil-Bolívia (2950Km de extensão) é um dos maiores do mundo.

Essa modalidade de transporte vem se revelando como uma das formas mais econômicas de transporte para grandes volumes principalmente de óleo, gás natural e derivados, especialmente quando comparados com os modais rodoviário e ferroviário.

3.9. Tipos de Carga

Carga é todo e qualquer material a ser transportado, independentemente do tipo, forma, tamanho e embalagem. Ela é o principal objetivo de uma empresa de transporte de carga.

Transportá-la de um lugar a outro, no menor tempo possível e sem danificá-la, é uma obrigação das transportadoras.

- **A granel**

São as cargas transportadas em grande quantidade, sem nenhum tipo de embalagem.



Gás liquefeito de petróleo

Figura 3.9



Cimento a granel

Figura 3.10

- **Embaladas**

São as cargas embaladas em caixas, fardo, feixes, sacarias etc.



Figura 3.11

- **Diversas**

São as cargas de diferentes tipos e que são transportadas sem nenhum tipo de embalagem.

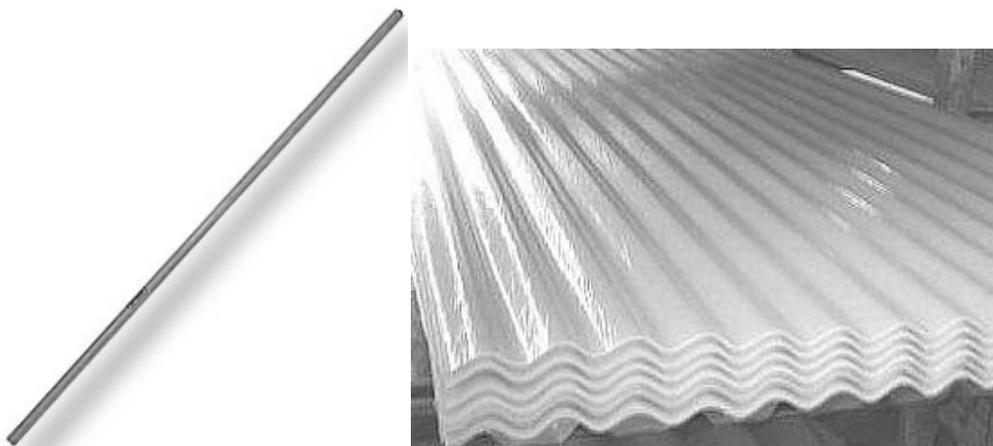


Figura 3.12

- **Especiais**

São as cargas que, por suas características, são transportadas em caminhões especialmente preparados para esse fim.



Figura 3.13

3.10. Tipos de Embalagem

As mercadorias são embaladas em diferentes formas e nos mais variados materiais.

Os tipos de embalagem mais conhecidos são apresentados em seguida.

- **Caixas de papelão**

São usadas normalmente para acondicionar produtos leves, tais como: vidros de remédio, televisores, alimentos, perfumes, brinquedos, livros etc.

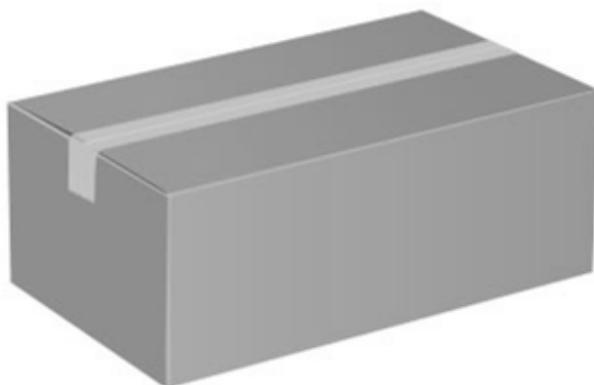


Figura 3.14

- **Caixas de madeira**

São usadas geralmente para acondicionar produtos mais pesados, tais como: motores, baterias, ferramentas, espelhos, vidro com ácidos etc.



Figura 3.15

- **Engradados**

São usados normalmente para acondicionar mercadorias de formas irregulares, que dificultam o transporte, tais como: cabines de caminhão, bicicletas, móveis, pára-brisas etc.

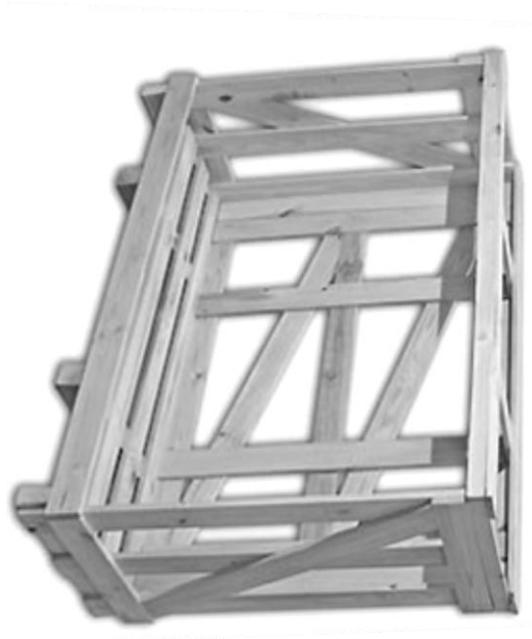


Figura 3.16

- **Fardos**

São usados para acondicionar mercadorias que não exigem uma embalagem muito resistente, tais como: tecidos, algodão, bolas etc.



Figura 3.17

- **Sacos**

Existem três tipos: saco de papel, de pano e de plástico. São usados para embalar em pequena quantidade as mercadorias a granel, tais como: milho, cimento, carvão etc.



Figura 3.18

- **Feixes**

É o tipo de embalagem utilizado em mercadorias que não necessitam de muita proteção, tais como: pá, picareta, vassoura etc.

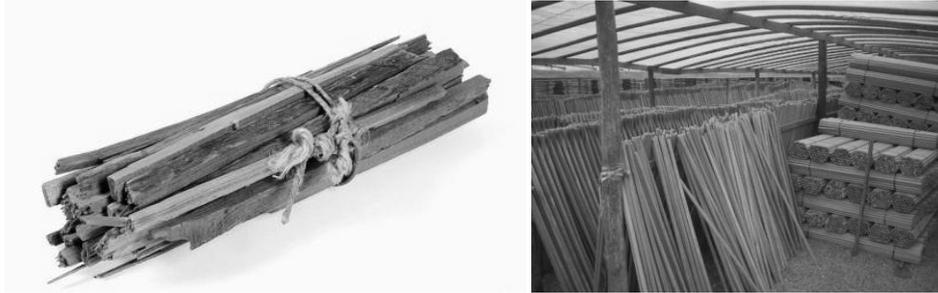


Figura 3.19

- **Tambores**

São usados para transportar líquidos como óleo, combustível, graxa etc.



Figura 3.20

- **Bombonas**

Servem para transportar líquidos corrosivos, tais como: ácido, detergente etc.



Figura 3.21

- **Latas**

Normalmente para transportar tintas, tiner, querosene etc.



Figura 3.22

- **Barricas**

São utilizadas para transporte de vinhos e azeitonas.



Figura 3.23

- **Tamborettes**

Transportam produtos líquidos ou em pó, tais como: sucos, sabão em pó etc.



Figura 3.24

- **Bobinas**

É a forma de acondicionamento de papel, chapas de aço, chapas de alumínio, tapetes etc.



Figura 3.25

- **Carretéis**

São utilizados para acondicionamento de cabos elétricos, cabos de aço, mangueiras etc.

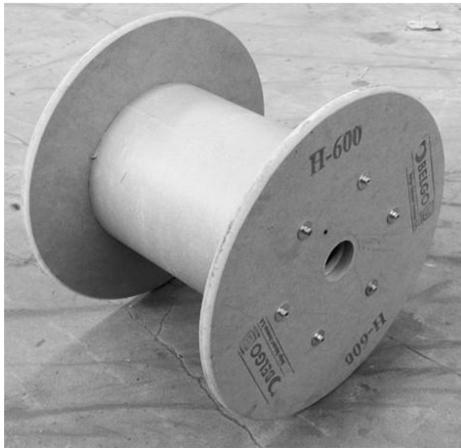


Figura 3.26

3.11. Símbolos de Segurança de Cargas

As marcações nas embalagens não visam apenas a indicação correta do nome e do destino da carga.

Muitos símbolos são utilizados para indicar os cuidados que devem ser tomados com aquela carga, quando da operação de carregamento e descarregamento.

O arrumador deve conhecer perfeitamente o significado dos símbolos utilizados, já que eles são iguais em todas as transportadoras. Observe em seguida os principais símbolos.

- **Cálice**

Significa que o produto é frágil, isto é, quebra ou amassa facilmente, devendo, pois, ser manuseado com muito cuidado.



Figura 3.27

- **Guarda - chuva**

Significa que o produto não pode receber umidade, devendo ser mantido em lugar seco.



Figura 3.28

- **Seta**

Mostra que o lado que a ponta da seta indica deve ser mantido sempre para cima.

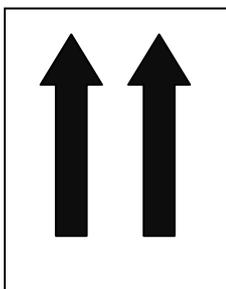


Figura 3.29

- **Seta invertida**

Igual ao símbolo anterior, sendo que qualquer um dos lados que a seta indicar pode ser para cima.

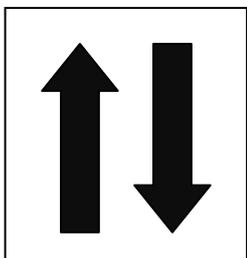


Figura 3.30

- **Gancho**

Significa que aquele produto não pode ser transportado com auxílio de gancho.



Figura 3.31

- **Sol**

O produto deve ser guardado em lugar fresco, isto é, protegido do calor.

- **Caveira**

Indica que o produto é perigoso e deve ser manuseado com muito cuidado. Normalmente são produtos tóxicos, explosivos etc.



Figura 3.33

- **Carrinho de mão**

Mostra que o carrinho de mão deve ser encaixado no lado da carga onde aparece a figura.

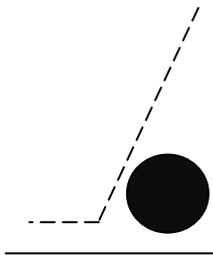


Figura 3.34

- **Corrente aqui**

Significa que a mercadoria pesada, ao ser transportada com auxílio de guindaste, talha, ponte rolante que passem nos locais indicados na embalagem.

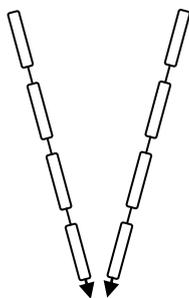


Figura 3.35

- **Centro de gravidade**

Indica que a mercadoria tem seu ponto de equilíbrio no local indicado. Deve ser tomado muito cuidado quando do transporte, bem como na distribuição do peso na carroceria do caminhão.

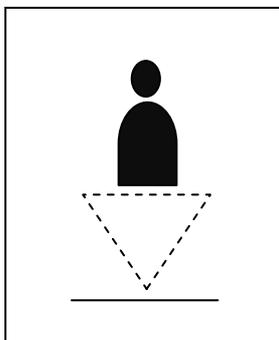


Figura 3.36

Muitas mercadorias não têm o símbolo de segurança, mas trazem escrito em suas embalagens os cuidados que elas requerem.

Exemplos:

- Cuidado. Frágil.
- Não vire.
- Este lado para cima.
- Evitar choques.
- Manter em lugares secos.
- Teme calor.
- Empilhar máximo de 5 caixas.

Outras mercadorias não têm símbolos nem indicações escritas, mas o bom arrumador deve sempre identificar o tipo de conteúdo, a fim de tomar todos os cuidados que a mercadoria requer.

3.12. Transporte Combinado

É o transporte de carga em um único carregamento ou veículo, através de uma combinação entre modais rodoviário/ferroviário/aquaviário.

3.13. Transporte Segmentado

Quando a prestação de serviços for realizada por mais de um meio de transporte, emitindo cada transportador o conhecimento de transporte e assumindo a responsabilidade de transportar a mercadoria no trajeto que lhe competir.

3.13.1. Sucessivos

Quando a mercadoria, para alcançar o destino final, necessitar ser transportada para prosseguimento em veículo da mesma modalidade de transporte, regido por um único contrato.

A carga, em regra, é composta de mercadorias protegidas por embalagem apropriada, se for o caso, de modo que fiquem prontas para o transporte. Em razão disso, é costume classificar as cargas de acordo com a sua natureza. Veja a seguir as classificações básicas de carga:

3.14. Carga Geral

É a carga embarcada e transportada com acondicionamento (embalagem de transporte ou unitização), com marca de identificação e contagem de unidades. Podem ser:

3.14.1. Carga Solta

Inclui os volumes acondicionados sob dimensões e formas diversas, ou seja, sacarias, fardos, caixas de papelão e madeira, engradados, tambores etc. Há perda significativa de tempo na manipulação, carregamento e descarregamento devido à grande quantidade de pequenos volumes, sujeitos a perdas e avarias, e à variedade de mercadorias.

3.14.2. **Carga Unitizada**

É uma carga constituída de materiais (embalados ou não) arranjados e acondicionados de modo a possibilitar a movimentação e armazenagem por meios mecanizados como uma única unidade.

3.14.3. **Carga a Granel**

É carga líquida ou seca embarcada e transportada sem acondicionamento, sem marca de identificação e sem contagem de unidades, tais como petróleo, trigo etc.

3.14.4. **Carga Frigorificada**

Necessita ser refrigerada ou congelada para conservar as qualidades essenciais do produto durante o transporte, tais como: frutas frescas, carnes etc.

3.14.5. **Carga Perigosa**

Em virtude de sua natureza, pode provocar acidentes, danificando outras cargas ou os meios de transporte e colocando em risco as pessoas que a manipulam. As Recomendações para o Transporte de Produtos Perigosos das Nações Unidas, com base no tipo de risco que apresentam, dividem esse tipo de carga nas seguintes classes: explosivos, gases, líquidos inflamáveis, sólidos inflamáveis e semelhantes, substâncias oxidantes e peróxidos orgânicos, substâncias tóxicas (venenosas) e substâncias infectantes, materiais radioativos, corrosivos e variedades de substâncias perigosas diversas.

- **Neogranel** – corresponde ao carregamento formado por congelamento homogêneo de mercadorias, de carga geral, sem acondicionamento específico, cujo volume ou quantidade possibilita o transporte em lotes, em um único embarque, por exemplo, veículos.

3.15. Portos Secos

São recintos alfandegados de uso público, situados em zona secundária, nos quais são executadas operações de movimentação, armazenagem e despacho aduaneiro de mercadorias e bagagens sob controle aduaneiro.

No porto seco são executados serviços aduaneiros a cargo as Secretaria da Receita Federal, inclusive os de processamento de despacho aduaneiro de importação e de exportação, possibilitando a interiorização desses serviços no País.

Alguns serviços executados em portos secos são: etiquetagem e marcação de produtos destinados à exportação, visando a sua adaptação às exigências do comprador, demonstração e testes de funcionamento de veículos, máquinas e equipamentos, acondicionamento e recondicionamento e montagem (industrialização).

Os regimes de operação em um porto seco são:

- Comum.
- Suspensivos.
- Entrepotagem aduaneira na importação e na exportação.
- Admissão temporária.
- Trânsito aduaneiro.
- Exportação temporária, inclusive para aperfeiçoamento passivo.
- Depósito Alfandegado Certificado (Dac-Dub).
- Depósito Especial Alfandegado.

Como funcionam:

Recebem cargas diversas e preparam para exportação. Recebem mercadorias em importação ainda consolidadas, destinadas a despacho para consumo imediato ou a entreposto aduaneiro. Nas importações, armazena a mercadoria pelo período desejado pelo importador (um ano, prorrogável até três anos) em regime de suspensão de impostos, podendo fazer a nacionalização fracionada.

Vantagens para as empresas exportadoras ou importadoras:

Prestação dos serviços aduaneiros próximos ao domicílio dos agentes econômicos envolvidos. Simplificação de procedimentos para o contribuinte.

3.15.1. Terminais de Contêineres de Uso Público

São empresas arrendatárias de Terminais Portuários de Uso Público, por meio de licitação pública, em que celebraram contratos de arrendamento com as autoridades portuárias e são especializadas na movimentação nos portos nacionais. Os terminais prestam serviços portuários, proporcionando principalmente aos seus usuários (armadores, exportadores e importadores), agilidade nos embarques e redução dos custos.

✓ Exercícios

1. O que é transporte logístico?
2. Qual é o seu fundamento básico?
3. Cite os fatores mais importantes no planejamento do transporte logístico.
4. Quais são os modais de carga?
5. Descreva as vantagens e desvantagens do modal rodoviário.
6. Qual é a composição do frete rodoviário e como é calculada?
7. Que documentos acompanham a carga no transporte rodoviário?
8. Quais são os tipos de carga mais conhecidos?
9. Cite os tipos de embalagem mais utilizados no transporte rodoviário.
10. Descreva três símbolos de segurança de carga.
11. O que é porto seco?
12. Como funciona o porto seco?

4. Roteirização de Veículos

4.1. Conceituação

Um problema real de roteirização é definido por três fatores fundamentais: decisões, objetivos e restrições (Partyka e Hall, 2000). As *decisões* dizem respeito à alocação de um grupo de clientes, que devem ser visitados, a um conjunto de veículos e respectivos motoristas, envolvendo também a programação e o

sequenciamento das visitas. Como *objetivos* principais, o processo de roteirização visa proporcionar um serviço de alto nível aos clientes, mas ao mesmo tempo mantendo os custos operacionais e de capital tão baixos quanto possível. Por outro lado, deve obedecer a certas *restrições*. Em primeiro lugar, deve completar as rotas com os recursos disponíveis, mas cumprindo totalmente os compromissos assumidos com os clientes. Em segundo lugar, deve respeitar os limites de tempo impostos pela jornada de trabalho dos motoristas e ajudantes. Finalmente, devem ser respeitadas as restrições de trânsito, no que se refere às velocidades máximas, horários de carga/descarga, tamanho máximo dos veículos nas vias públicas etc.

Na prática, problemas de roteirização ocorrem com bastante frequência na distribuição de produtos e de serviços. Alguns exemplos são listados a seguir:

- entrega, em domicílio, de produtos comprados nas lojas de varejo ou pela Internet;
- distribuição de produtos dos CDs para lojas de varejo;
- distribuição de bebidas em bares e restaurantes;
- distribuição de dinheiro para caixas eletrônicas de bancos;
- distribuição de combustíveis para postos de gasolina;
- distribuição de artigos de toalete (toalhas, roupa de cama etc.) para hotéis, restaurantes e hospitais;
- coleta de lixo urbano;
- entrega domiciliar de correspondência etc.

4.2. Roteirização sem Restrições

Quando a separação dos clientes, pelos diversos roteiros, já foi realizada previamente, a questão da restrição de tempo e de capacidade está resolvida. Assim, não precisamos nos preocupar com tais restrições, tudo se passando como se o sistema não fosse restrito por tempo ou por capacidade. Nesses casos, o problema que resta a ser resolvido é o de encontrar a sequência de visitas aos clientes que torne mínimo o percurso dentro do bolsão. Num caso simples, como o da Figura 4.1, em que há poucos clientes a serem visitados no roteiro, o problema pode ser resolvido facilmente por inspeção. Quando o número de clientes aumenta, Curso Técnico Integrado em Logística – Gestão de Transporte e Movimentação

ou quando a distribuição dos pontos de visita assume esquemas mais complexos, a resolução do problema passa a exigir métodos mais sofisticados, operacionalizados no computador.

Na literatura técnica, o problema de roteirização sem restrições recebe o nome de PCV – Problema do Caixeiro-Viajante (Novaes, 1989). Isso porque o autor que primeiro analisou a questão, exemplificou a metodologia através de aplicação a um caso em que um caixeiro-viajante tem de visitar um certo número de cidades localizadas numa região, devendo achar a sequência que minimize o percurso total.

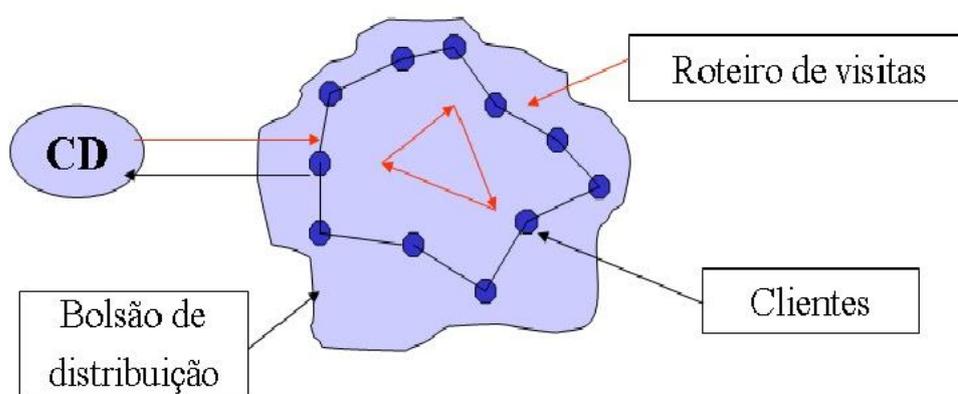


Figura 4.1 Roteiro simples (12 clientes) num bolsão de distribuição.

Há vários métodos heurísticos para resolver um PCV. De uma forma geral, esses métodos podem ser agrupados em duas categorias:

- Métodos de *construção do roteiro*;
- Métodos de *melhoria do roteiro*.

4.2.1. Métodos de Construção do Roteiro

Os métodos de construção partem de um ou dois pontos, e vão formando o roteiro através do acréscimo paulatino de pontos adicionais. A sistemática mais simples é ir ligando cada ponto ao seu vizinho mais próximo. Elege-se um deles como ponto inicial e se procura, dentre os demais pontos, aquele que estiver mais perto do primeiro. Toma-se o segundo ponto, e faz-se o mesmo procedimento, tomando o cuidado de excluir todos aqueles que já fazem parte do roteiro. Esse

método não é dos mais eficazes, mas é rápido e fornece uma solução que pode ser adotada como configuração inicial para aplicação dos métodos de melhoria.

Na Figura 4.2 é mostrado um roteiro com 36 clientes. Elegeu-se, para início da construção do roteiro, o ponto mais ao sul, conforme indicado na figura. Tomando sempre o vizinho mais próximo, para formar a sequência de visitas do roteiro, obtém-se o resultado mostrado na Figura 4.2, com $L = 55,69$ Km. Se tomarmos um outro ponto como início do percurso, o roteiro resultante pode ser diferente. Em geral, a solução obtida com um método desse tipo não é satisfatória, exigindo a aplicação de um método de melhoria sobre o resultado assim obtido. Por exemplo, a solução de um PCV não pode apresentar percurso cruzado no roteiro. O roteiro da Figura 4.2 apresenta 3 cruzamentos desse tipo. A razão para essa afirmação pode ser entendida através da observação da Figura 4.3. Um teorema da Geometria afirma que um lado do triângulo é menor ou igual à soma dos outros dois lados. Então, tomando o triângulo ICK da Figura 4.3, o lado IK é menor do que a soma $IC + CK$. De forma análoga, se tomarmos o triângulo JCL na Figura 4.3, o lado JL é menor do que a soma dos lados $JC + CL$. Mas, se essas duas relações são verdadeiras, então as ligações IK e JL, dão um resultado melhor do que as ligações anteriores, IL e JK, conforme mostrado na Figura 4.3, ou seja, sempre que ocorrer um cruzamento, pode-se substituí-lo com vantagem pela ligação não-cruzada. Além desse tipo de redução da extensão do roteiro, existem outras possibilidades não tão aparentes, que são exploradas através de métodos de melhoria.

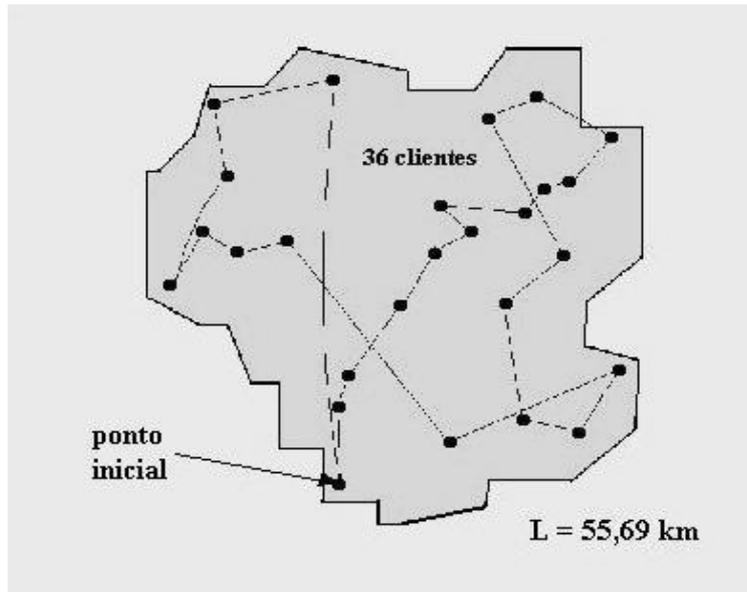


Figura 4.2 Aplicação do método do vizinho mais próximo para obtenção de uma solução inicial para o PCV

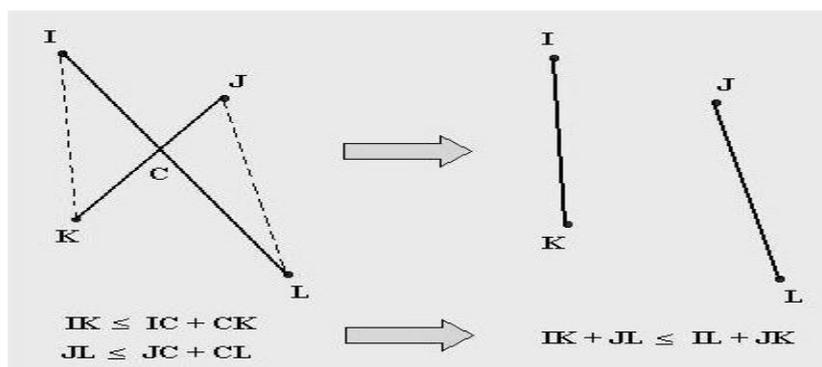


Figura 4.3 Eliminação de cruzamento num roteiro do PCV

Um processo de construção mais eficiente do que o do vizinho mais próximo, é o *método de inserção do ponto mais distante*. Seja, por exemplo, o caso dos 6 clientes mostrados na Figura 4.4a, e tomemos o ponto 1 para iniciar o roteiro. Procura-se inicialmente o ponto mais distante do ponto inicial, no caso, o cliente 4. Ligam-se os dois pontos, formando o roteiro embrionário mostrado na Figura 4.4b. A seguir, busca-se o ponto mais distante do roteiro parcial já montado. É o ponto 5, levando ao roteiro parcial 1-4-5 mostrado na Figura 4.4c. Dentre os pontos ainda não incluídos no roteiro, busca-se novamente o mais distante dos arcos (ligações) que formam o roteiro parcial. É o cliente 3, conforme mostrado na Figura 4.4c. Esse novo ponto é inserido no arco mais próximo, no caso, o arco 1-4. Temos então o

roteiro parcial 1-3-4-5, conforme Figura 4.4d. Repetindo a operação, notamos que o ponto mais distante do roteiro é o cliente 6. Esse ponto está mais próximo do arco 1-5 e, por isso é colocado entre esses dois clientes, como mostrado na Figura 4.4e. Finalmente, o ponto restante é o cliente 2, que está mais próximo do arco 1-3, sendo inserido entre esses dois pontos, e completando assim o roteiro (Figura 4.4f). Problemas maiores, com muitos clientes, são obviamente resolvidos com o auxílio de computador.

Outros métodos de construção de roteiros são relatados na literatura especializada. O leitor interessado nesse assunto poderá consultar, por exemplo, Laporte (1992).

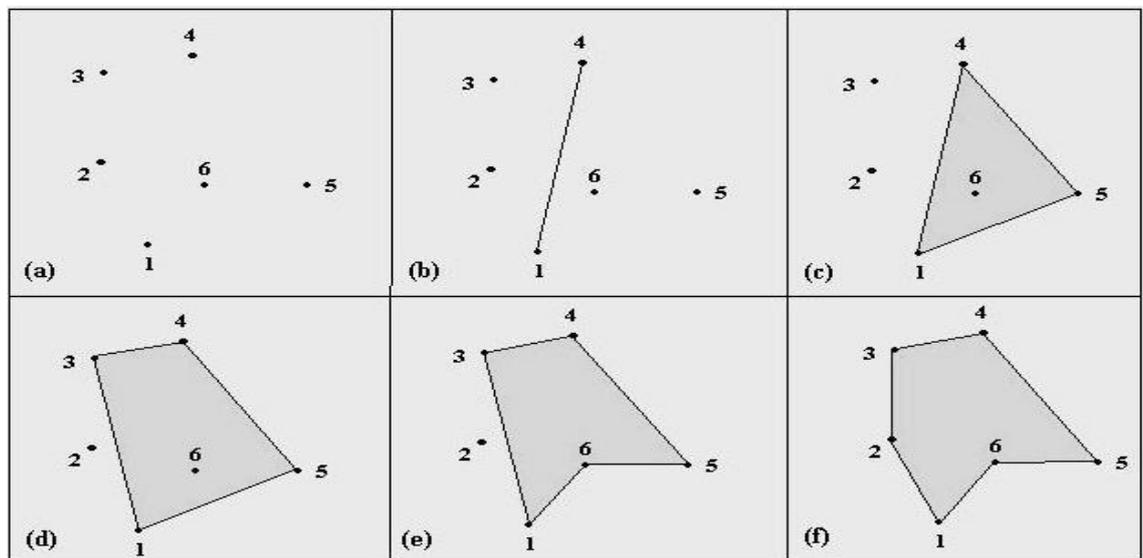


Figura 4.4 Método de inserção do ponto mais distante (PCV)

4.2.2. Métodos de Melhoria do Roteiro

Os métodos de melhoria partem da solução obtida com o auxílio de um outro método qualquer, e procuram aperfeiçoar o resultado assim obtido utilizando, para isso, uma sistemática predefinida. Os dois métodos de melhoria mais utilizados são o *2-opt* e o *3-opt*, desenvolvidos por Lin e Kernighan (1973). O método *2-opt*, mais simples, tem a seguinte evolução computacional:

Etapa 1. Começamos com um roteiro qualquer, de preferência um roteiro gerado com o auxílio de um método de construção.

Etapa 2. Removemos 2 arcos do roteiro e tentativamente reconectamos os nós que formam esses 2 arcos, alterando as ligações (Figura 4.5). Se essa nova ligação produzir um resultado melhor, isto é, gerando um roteiro de extensão menor do que o anterior, substituímos o roteiro inicial pelo novo roteiro e repetimos a Etapa 2. Caso contrário, continuamos com o roteiro anterior e tentamos outros dois arcos, repetindo a Etapa 2, e assim sucessivamente.

Etapa 3. O processo termina quando não se conseguir nenhuma melhoria, ao se fazer todas as trocas de ligações possíveis.

Na Figura 4.5 representamos simbolicamente um roteiro qualquer. Num certo momento do processo, estamos considerando quatro nós, sendo que o nó J é o seguinte do ponto I no roteiro, e o nó L vem logo após o ponto K. Suponhamos que o roteiro (a), da Figura 4.5, tenha extensão L_a . Alternamos agora as ligações dos arcos I, J, K e L, gerando a nova sequência mostrada simbolicamente na Figura 4.5b, com extensão L_b . Se $L_b < L_a$, a alteração produziu uma melhoria, e então deixamos de lado o roteiro (a) e adotamos (b) como roteiro básico. Se, ao contrário, $L_b \geq L_a$, isso significa que a alteração não produziu nenhuma melhoria e então o roteiro (a) continua servindo como roteiro básico. O processo continua, realizando todas as combinações possíveis de pares de nós, até que não se consiga mais obter nenhuma melhoria. Nesse ponto o computador pára, mostrando o roteiro final otimizando e sua extensão.

O método *3-opt* é conceitualmente semelhante ao *2-opt*, com a diferença que as alterações são agora realizadas tomando três pares de nós de cada vez. Outra diferença importante em relação ao método anterior, é que agora são possíveis 7 alterações diferentes para cada configuração básica, conforme pode ser visto na Figura 4.6. Embora mais complexo do que o *2-opt*, o método *3-opt* fornece resultados mais precisos.

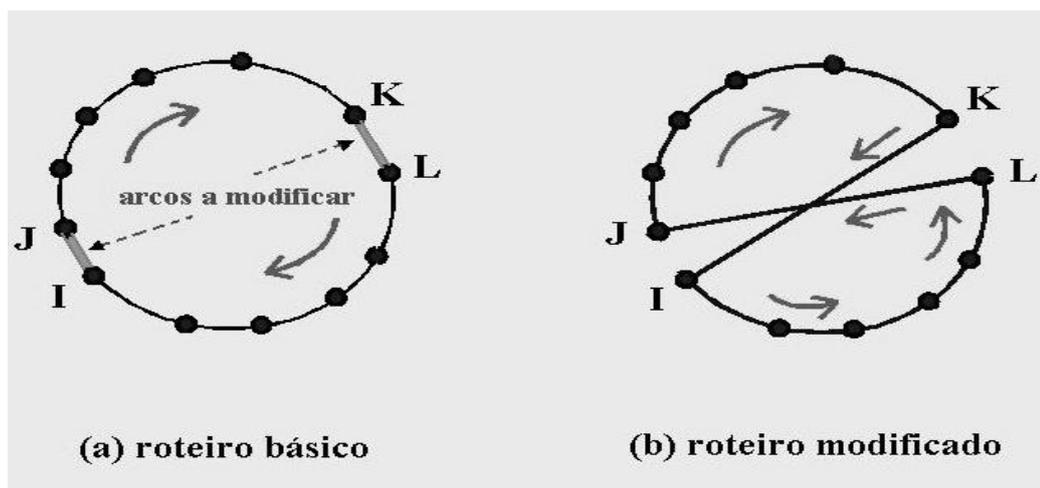


Figura 4.5. Dois pares de nós (I – J e K – L) rearranjados no método 2-opt, para a solução do PVC.

Tomemos, como exemplo, os 36 clientes da Figura 4.2. Aplicou-se o método 3-opt para melhorar o resultado obtido anteriormente com o método do vizinho mais próximo, gerando o roteiro da Figura 4.7, com uma redução de 21,6% na distância percorrida. Poderíamos ter primeiro aplicado o método 2-opt, para então aplicar o método 3-opt sobre o roteiro resultante. Alguns autores não recomendam isso, sugerindo que se aplique o 3-opt diretamente sobre o resultado obtido com o auxílio de um método de construção.

O PCV – Problema do Caixeiro-Viajante apresenta dificuldades crescentes de resolução (tempo de processamento) quando o número de clientes aumenta. Problemas de pequeno porte são facilmente resolvidos, enquanto problemas maiores, com número de pontos visitados maior do que 100, requerem tempos de processamento apreciavelmente mais elevados.

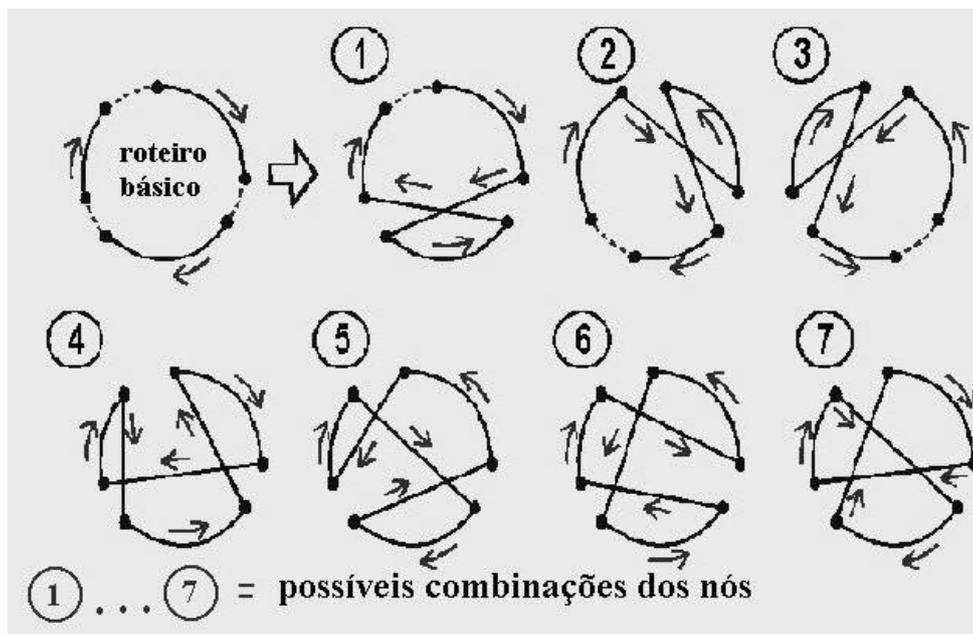


Figura 4.6. Possíveis recombinações dos nós no método 3-opt.

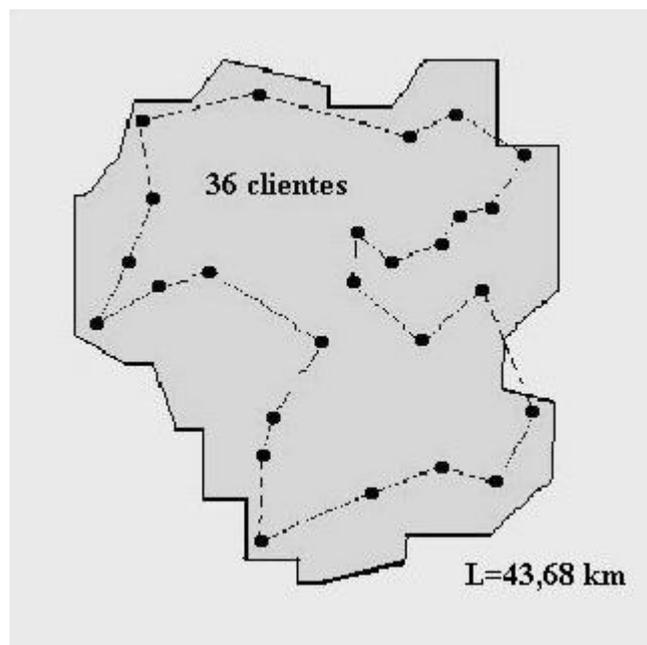


Figura 4.7. Roteiro obtido através da aplicação do método 3-opt sobre o resultado inicial apresentado na figura 4.2.

4.3. Roteirização com Restrições

Muitas vezes é preciso roteirizar os veículos sem que haja uma prévia divisão da região em bolsões. Nesses casos, o processo de roteirização é diferente dos Curso Técnico Integrado em Logística – Gestão de Transporte e Movimentação

anteriormente vistos. A roteirização, nessas situações, ocorre simultaneamente ao processo de divisão da área em bolsões ou zonas de entrega. Na literatura, são descritos métodos diversos para resolver este tipo de problema, muitos deles envolvendo modelos matemáticos razoavelmente complexos. Neste texto, escolhemos dois métodos relativamente simples, um deles bastante eficaz e muito utilizado. São eles:

- método de *varredura*;
- método de *Clarke e Wright*.

4.3.1. Método de Varredura

É um método fácil de se usar e de computação rápida. Mas é menos preciso que o método de Clarke e Wright e deve ser utilizado com certo cuidado, de forma a evitar distorções nos resultados. Algumas limitações ficarão claras através do exemplo. Segundo Ballou (1999), o método de varredura apresenta precisão de 10%, tomando como referência a solução ótima absoluta. Esse nível de precisão pode ser aceitável em situações em que as características do problema mudam muito rapidamente, sendo preferível se ter uma solução razoável, num prazo curto, do que a solução ótima, num período de tempo incompatível com as necessidades reais. Ballou (1999) indica que há situações em que os encarregados da elaboração de roteiros têm que desenvolvê-los, muitas vezes, num prazo de uma hora após terem recebido os dados sobre os pontos de entrega e as quantidades a transportar.

O método de varredura consta da seguinte sequência de procedimentos:

Etapa 1. Tomando o depósito como centro, definir um eixo passando por ele. Esse eixo geralmente coincide com a linha horizontal (eixo das abscissas, Figura 4.8a).

Etapa 2. Vá girando o eixo em torno do CD no sentido anti-horário (ou horário, se assim o preferir) até que a linha inclua um cliente (Figura 4.8a).

Etapa 3. Teste o cliente em potencial, verificando se pode ser incluído no roteiro em formação: (a) o tempo de atendimento do novo cliente estoura a jornada de trabalho permitida por dia?/ (b) a quantidade de mercadoria a transportar para o novo cliente

estoura o limite de capacidade do veículo? Se ambas as restrições não forem violadas, o novo cliente poderá ser incorporado ao roteiro, e o processo (Etapa 2 e 3) continua.

Etapa 4. Se o novo cliente não puder ser incluído no roteiro em formação, é sinal que as possibilidades desse roteiro se esgotaram. Nesse caso, fechamos o roteiro e iniciamos um novo. O processo termina quando todos os clientes tiverem sido incluídos num roteiro (Figura 4.8b).

Etapa 5. Para cada roteiro, aplicar um método de melhoria (o *3-opt*, por exemplo) de forma a minimizar os percursos.

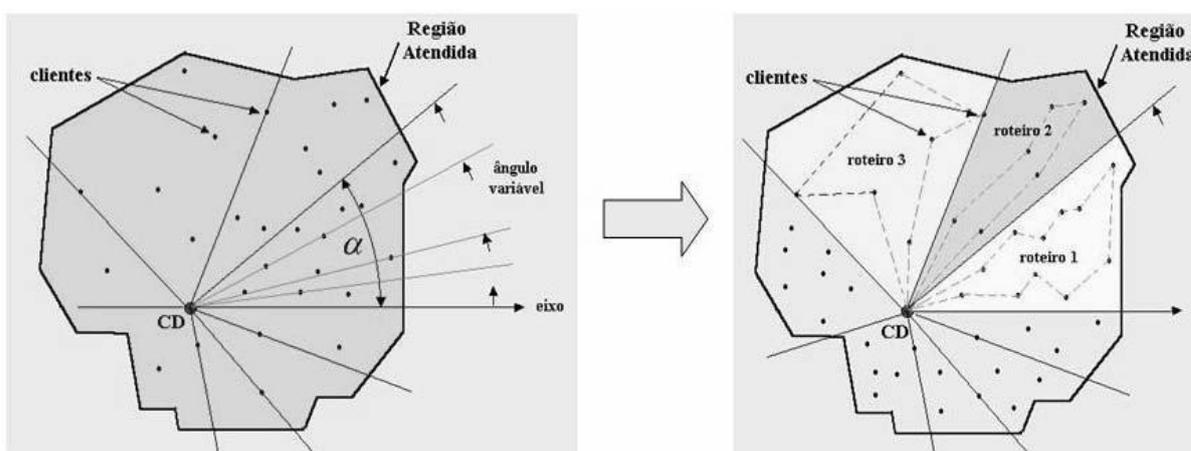


Figura 4.8. Método da varredura: evolução.

Vamos aplicar o método de varredura a um problema contendo 60 clientes, espalhados numa região, conforme mostra a Figura 4.9. Para cada cliente, são disponíveis (Tabela 4.1): (a) coordenadas x e y da localização; (b) quantidade q de mercadoria demandada por entrega. As coordenadas x e y têm sua origem no CD da empresa. O tempo de descarga em cada cliente foi admitido uniforme, igual a 15 minutos. Não há restrição, no entanto, em se adotar tempos de entrega diferenciados por cliente.

O CD está situado ao sul, relativamente longe da região de distribuição. As coordenadas do CD são $(0,0)$. A distância média do CD aos clientes é de 77,6Km, estando o ponto mais próximo a uma distância de 75,2Km e, o mais distante, a 79,8Km. Se aplicarmos o método de varredura, com o eixo girando em torno do CD, conforme recomendado nas instruções, os roteiros resultantes ficarão extremamente

alongados na direção do depósito. Isso não é bom, pois a forma ideal para os bolsões não deve apresentar distorções acentuadas numa das dimensões. Neste caso, devemos adotar então outro centro para o eixo. Escolhemos o centro de gravidade dos pontos de entrega da região, que é representado pelo ponto CG, na Figura 4.9.

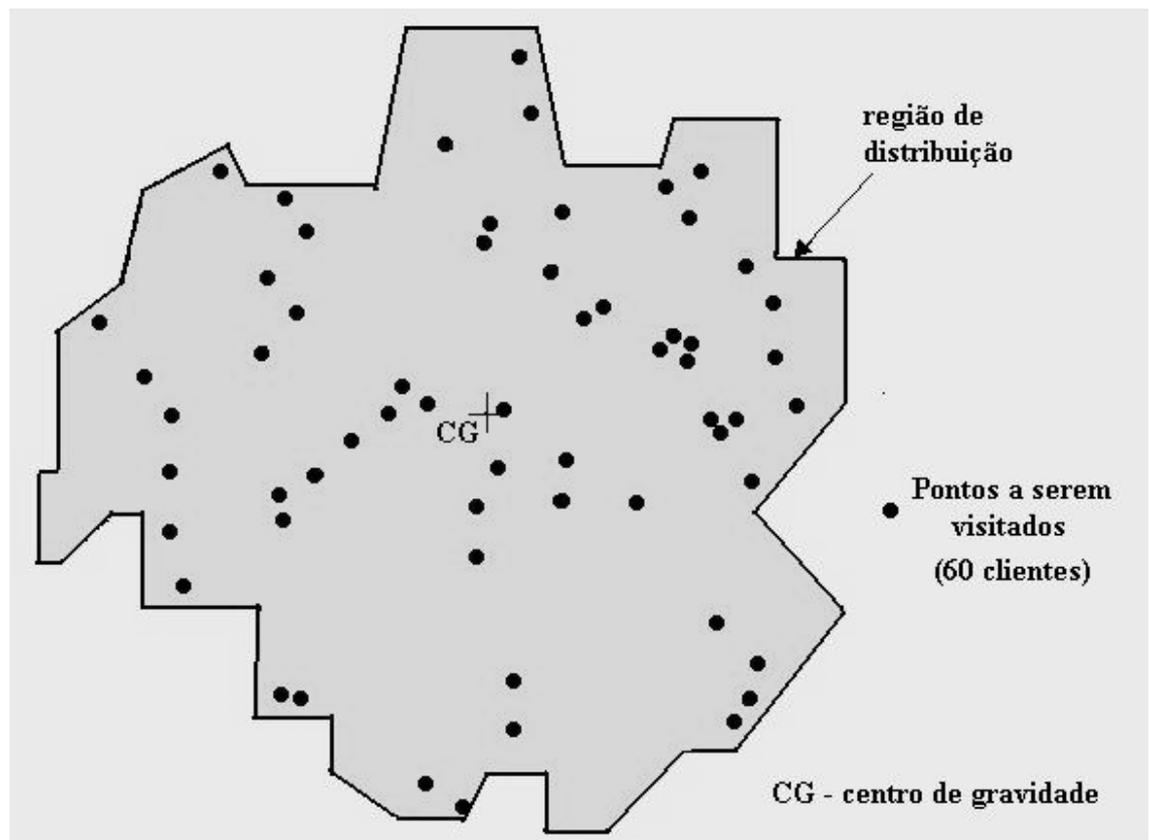


Figura 4.9. Localização dos clientes e do centro de gravidade (CG) em uma região de distribuição.

Tabela 4.1 Coordenadas e demandas dos clientes, exemplo de roteirização, Figura 4.9

n°	x (Km)	y (Km)	Q (Kg)	n°	x (Km)	y (Km)	Q (Kg)
1	1,26	55,65	203	31	2,67	56,26	175
2	1,52	55,12	125	32	1,86	55,38	228
3	2,66	55,01	183	33	3,48	54,07	177
4	2,33	56,20	208	34	0,83	55,38	133
5	2,79	55,80	141	35	0,83	54,88	162
6	3,27	56,23	188	36	2,40	55,41	243
7	2,53	56,67	209	37	2,44	54,04	310
8	3,26	55,62	215	38	3,67	55,86	39
9	0,50	55,78	300	39	3,20	55,73	167
10	3,67	55,63	172	40	2,04	55,42	274
11	1,34	55,04	267	41	1,43	55,82	68
12	3,77	55,41	251	42	3,01	55,00	199
13	3,29	55,69	128	43	3,37	55,35	206
14	3,41	55,30	230	44	1,36	54,93	150
15	3,14	55,67	158	45	1,07	56,43	307
16	3,54	56,02	254	46	2,27	54,77	173
17	0,84	55,14	207	47	3,54	54,16	198
18	2,82	55,81	189	48	2,70	55,19	159
19	1,29	55,98	147	49	1,36	56,32	253
20	2,27	54,99	223	50	2,48	56,93	91
21	3,40	54,49	171	51	2,13	56,54	198
22	2,29	56,12	112	52	3,49	55,36	216
23	2,37	55,16	340	53	1,92	55,50	225
24	1,40	54,15	175	54	2,44	54,25	315
25	3,59	54,32	309	55	2,62	56,01	303
26	0,70	55,55	75	56	3,17	56,35	252
27	1,38	54,16	220	57	1,69	55,28	76
28	2,03	53,80	286	58	3,55	55,11	159
29	2,21	53,70	218	59	1,47	56,17	187
30	3,32	56,43	165	60	0,90	54,65	94

Adotamos, para este caso, um veículo de 4 toneladas de capacidade útil e limitamos a jornada de trabalho em 8 horas por dia. A distância entre dois pontos quaisquer foi estimada multiplicando-se a distância em linha reta por um fator $K_1 = 1,40$. Aplicando o método de varredura, com o eixo girando em torno do centro de gravidade CG, obtivemos 7 roteiros, todos eles restritos por tempo. O carregamento

máximo dos veículos chegou a apenas 1,8 toneladas, significando que o caminhão escolhido tem sobra de capacidade.

O resultado preliminar da aplicação do método de varredura é apresentado na Figura 4.10. Pode-se observar que os roteiros apresentam muitas interseções e zigue-zagues desnecessários, exigindo a aplicação de um método de melhoria em cada roteiro, recaímos na categoria anterior, isto é, roteiros sem limitações de tempo ou de capacidade. Isso acontece porque essas duas restrições já foram consideradas no método de varredura, não sendo necessário incorporá-las mais, nesta fase da roteirização.

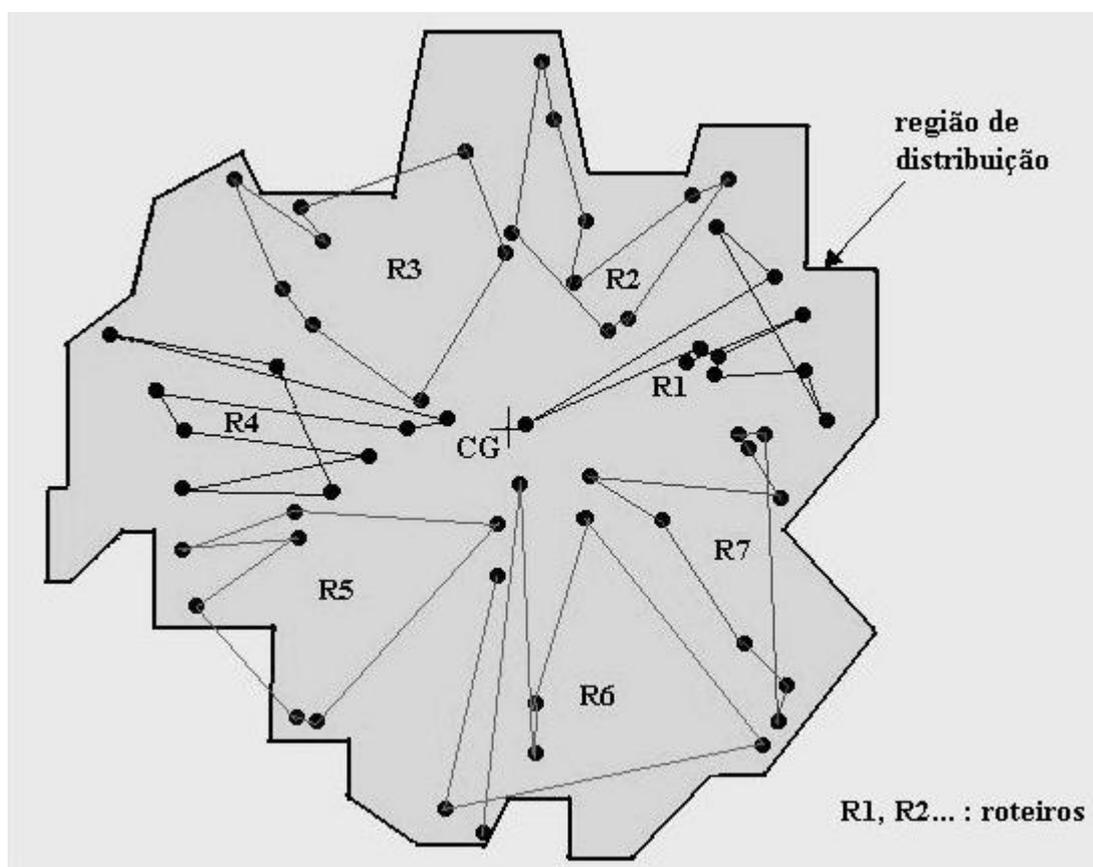


Figura 4.10. Roteiros resultantes da aplicação do método de varredura.

Para cada um dos 7 roteiros mostrados na Figura 4.10, aplicamos o método de melhoria *3-opt*, resultando no esquema mostrado na Figura 4.11. Os resultados obtidos com o método de varredura são os seguintes:

- Número de roteiros (nº de veículos): 7
- Quilometragem total diária da frota (Km): 1.101,9

- Custo médio por cliente visitado (R\$): 16,58

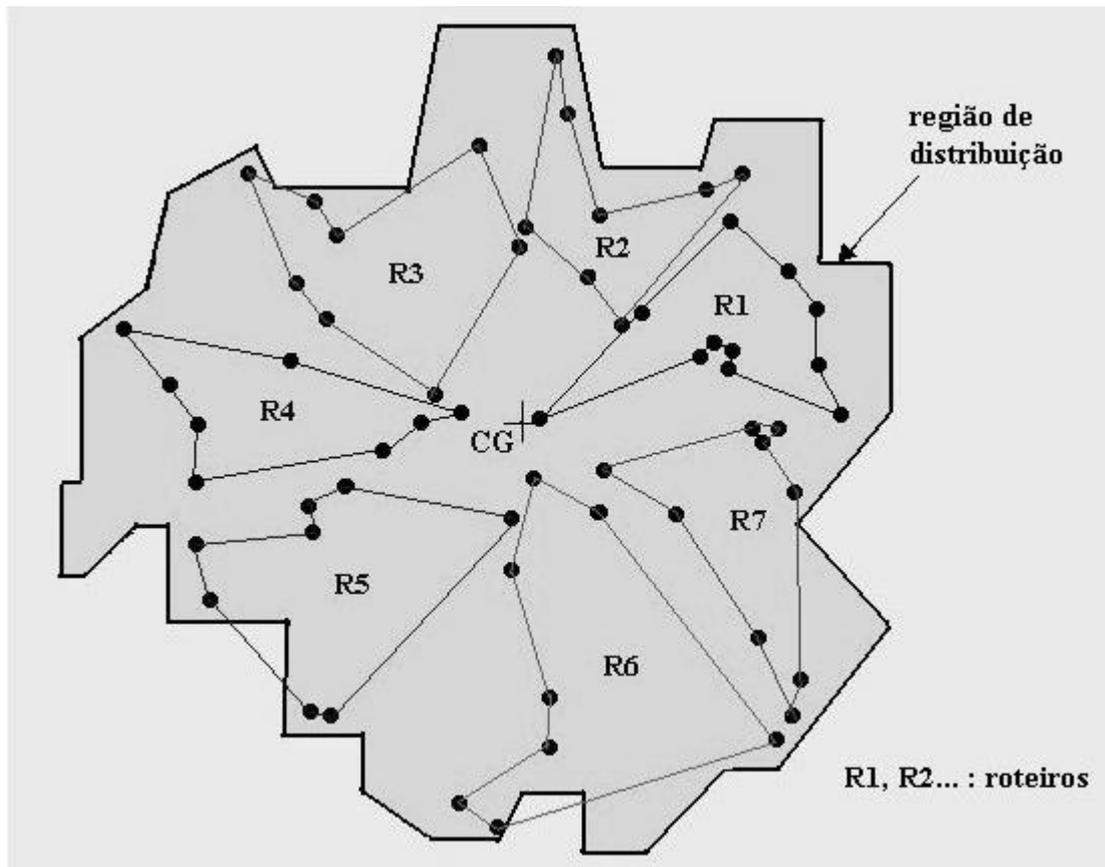


Figura 4.11. Roteiros obtidos com o método 3-opt, aplicado sobre os roteiros gerados com o método da varredura.

4.3.2. Método de Clarke e Wright

Esse método (Clarke e Wright, 1963) tem sido muito utilizado, e com grande sucesso, na resolução de problemas isolados, como também aparece embutido dentro de muitos *softwares* de roteirização. Isso porque permite incorporar, de forma eficiente, diversos tipos de restrições, e utiliza uma forma engenhosa de construção de roteiros. Segundo Ballou (1999), enquanto o método de varredura produz um erro médio de 10%, o de Clarke e Wright reduz esse nível a 2% do ótimo absoluto. Como a maioria dos métodos de roteirização, o método de Clarke e Wright tem como objetivo gerar roteiros que respeitem as restrições de tempo e de capacidade, mas visando, ao mesmo tempo, minimizar a distância total percorrida pela frota.

À medida que o método vai construindo os roteiros de forma inteligente, buscando reduzir ao máximo a distância percorrida, o número de veículos necessários para realizar o serviço tende também a ser minimizado, reduzindo assim os investimentos e o custo de operação.

O método de Clarke e Wright baseia-se no conceito de *ganho*. Partimos da pior situação, em que um veículo sai (hipoteticamente) do CD somente com a mercadoria destinada a um único cliente. Após fazer a entrega, o veículo volta ao depósito. É claro que esta situação vai levar a um número excessivo de veículos e a uma quilometragem elevada para a frota. Suponhamos, por exemplo, que o cliente *j* seja atendido logo em seguida ao cliente *i*. Segundo essa regra conservadora, o veículo faria as duas viagens na sequência mostrada na Figura 4.12 (a). Sendo $d_{D,i}$ e $d_{D,j}$, as distâncias entre o CD e os clientes *i* e *j*, o veículo faria um percurso para atendê-los igual à:

$$L = 2 \times d_{D,i} + 2 \times d_{D,j} \quad (4.1)$$

Uma possibilidade de melhoria desse esquema seria juntar os dois clientes *i* e *j* num único roteiro. Nesse caso, conforme é mostrado na Figura 4.12 (b), o veículo faria um percurso igual à:

$$L' = d_{D,i} + d_{D,j} + d_{i,j} \quad (4.2)$$

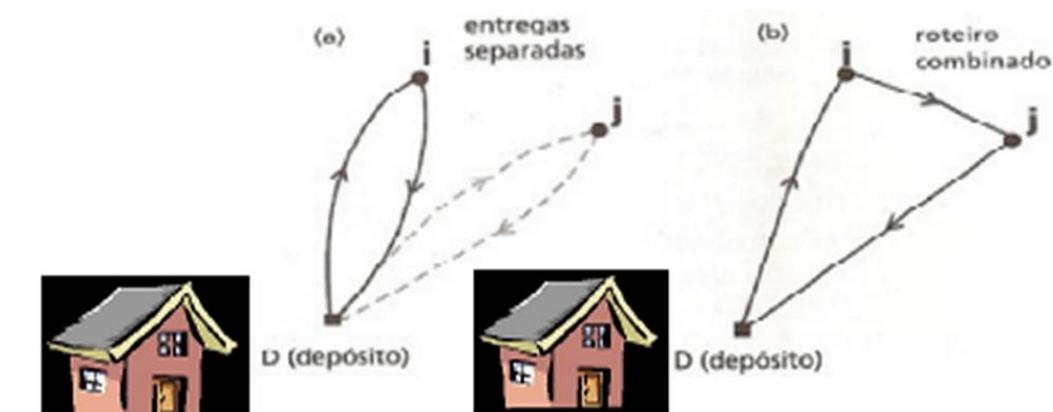


Figura 4.12. Integrando dois clientes num roteiro compartilhado.

Ao integrar os clientes *i* e *j* num único roteiro, faremos uma economia de percurso (ganho) igual à diferença $L - L'$:

$$g_{i,j} = L - L' = d_{D,i} + d_{D,j} + d_{i,j} \quad (4.3)$$

Na escolha de dois pontos i e j para formar uma sequência no roteiro, procura-se selecionar o par com maior ganho $g_{i,j}$. Há combinações, no entanto, que violam as restrições de tempo ou de capacidade, não sendo por isso factíveis. A análise da relação (4.3) mostra duas propriedades interessantes:

- o ganho tende a crescer quando os pontos i e/ou j se afastam do CD, pois as parcelas $d_{D,i}$ e $d_{D,j}$ têm valores positivos;
- o ganho tende a crescer quando os pontos i e j estão mais próximos; pois estão na parcela $d_{i,j}$, que aparece com sinal negativo na relação (4.3), tem valor absoluto menor.

O método Clarke e Wright se inicia com a análise de todas as combinações possíveis entre os nós, dois a dois. Em seguida, são ordenadas as combinações, na ordem decrescente dos ganhos $g_{i,j}$. Tendo em vista as considerações acima, as combinações com maiores ganhos tendem a ser formadas por pontos distantes do CD, mas próximos entre si, ou seja, os roteiros vão sendo formados a partir dos pontos mais distantes do depósito, e vindo paulatinamente na direção do CD. Essa propriedade ficará mais clara através da análise de um exemplo.

O método de Clarke e Wright consta das seguintes etapas:

Etapa 1. Combinam-se todos os pontos (que representam os clientes) dois a dois e calcula-se o ganho para cada combinação através da relação (4.3).

Etapa 2. Ordenam-se todas as combinações i, j , de forma decrescente segundo os valores dos ganhos $g_{i,j}$.

Etapa 3. Começamos com a combinação de dois nós que apresentou o maior ganho. Posteriormente, na análise de outras situações, vai-se descendo na lista de combinações, sempre obedecendo à sequência decrescente de ganhos.

Etapa 4. Para um par de pontos (i, j) , tirado da sequência de combinações, verificar se os dois pontos já fazem parte de um roteiro iniciado:

- (a) se i e j não foram incluídos em nenhum dos roteiros já iniciados, criar então um novo roteiro com esses dois pontos;

- (b) se o ponto i já pertence a um roteiro iniciado, verificar se esse ponto é o primeiro ou último desse roteiro (não contando o CD). Se a resposta for positiva, acrescentar o par de pontos (i, j) na extremidade apropriada. Fazer a mesma análise com o ponto j . Se nenhum dos dois pontos satisfizer essa condição separadamente, passar para o item (c);
- (c) se ambos os pontos i e j fazem parte, cada um deles, de roteiros iniciados, mas diferentes, verificar se ambos são extremos dos respectivos roteiros. Se a resposta for positiva, fundir os dois roteiros num só, juntando-os de forma a unir i a j . Caso contrário, passar para a Etapa 5;
- (d) se ambos os nós i e j pertencerem a um mesmo roteiro, passar para a Etapa 5.

Etapa 5. Cada vez que se acrescentar um ou mais pontos num roteiro, ou quando se fundir dois roteiros num só, verificar se a nova configuração satisfaz as restrições de tempo e de capacidade. Se atender aos limites das restrições, a nova configuração é aceita.

Etapa 6. O processo termina quando todos os pontos (clientes) tiverem sido incluídos num roteiro.

4.3.3. Um Exemplo de Aplicação do Método Clarke e Wright

Vamos aplicar o método Clarke e Wright ao problema anteriormente resolvido pelo método de varredura e contendo 60 clientes, cujos dados são apresentados na Tabela 4.1 e na Figura 4.9. Neste exemplo, a região de distribuição está situada ao sul do CD, relativamente distante deste, com as distâncias entre o depósito e os clientes na faixa de 75,2 a 79,8Km. Trata-se de um caso de entrega de mercadorias numa cidade diferente do local onde está instalado o CD. Os veículos saem pela manhã, trafegam pela rodoviária até a cidade de destino, fazem a distribuição, e retornam ao depósito no fim do dia.

Fazendo as combinações dos pontos dois a dois, temos $60 \times 60 = 3.600$ situações. É calculado o ganho para cada situação. Em seguida, ordenam-se as combinações na sequência decrescente dos ganhos. Tomemos os 20 maiores

ganhos, cujos dados são mostrados na Tabela 4.2. Verificamos que o maior ganho corresponde a juntar os nós 7 e 50, conforme mostrado na Figura 4.13^a. Temos assim o roteiro embrião que, partindo do CD, visita o cliente 50, depois o 7, retornando em seguida ao CD.

O segundo maior ganho, mostrado na Tabela 4.2, corresponde à junção dos pontos 30 e 56. Esses clientes não fazem parte do roteiro embrionário anterior. Então, de acordo com a Etapa 4^a, iniciamos um outro roteiro embrionário, ligando o CD ao ponto 30, este ao cliente 56, e daí retornando ao depósito (Figura 4.13b).

O terceiro maior ganho, conforme Tabela 4.2, corresponde à ligação 6-30. Como o cliente 30 já está na extremidade de um dos roteiros embrionários, atendendo ao estipulado na Etapa 4b, fazemos a junção, ligando os pontos 6 e 30, conforme mostra a Figura 4.13c.

Passamos ao quarto ganho, que corresponde à ligação 50-51, conforme a Tabela 4.2. De forma análoga, seguindo as instruções da Etapa 4.b, ligamos o ponto 51 ao 50, conforme mostra a Figura 4.13d. Passando agora ao quinto ganho, vemos na Tabela 4.2 que corresponde à ligação 6-56. Observamos, no entanto, que ambos os clientes já estão incluídos num dos roteiros embrionários e, então, seguindo as instruções da Etapa 4d, passamos ao ganho seguinte.

O sexto ganho, corresponde à ligação 7-51, apresenta a mesma característica, uma vez que ambos os clientes já pertencem a um roteiro iniciado. O sétimo ganho, por sua vez (ligação 30-50), apresenta um cliente situado num roteiro e o outro, num roteiro diferente. Os dois pontos não são extremidades de seus respectivos roteiros. Se fossem, essa propriedade permitiria a união dos dois roteiros, mas não é o caso na presente situação. Assim, aplicamos as instruções da Etapa 4c, pulando para a Etapa 5.

Tabela 4.2 Método de Clarke e Wright: 20 maiores ganhos

nº	ponto <i>i</i>	ponto <i>j</i>	ganho	nº	ponto <i>i</i>	ponto <i>j</i>	ganho
1	7	50	10,65	11	31	50	9,50
2	30	56	10,19	12	7	30	9,48
3	6	30	10,03	13	6	16	9,47

4	50	51	10,03	14	7	56	9,46
5	6	56	9,92	15	45	49	9,44
6	7	51	9,83	16	16	38	9,43
7	30	50	9,61	17	16	56	9,35
8	16	30	9,58	18	4	50	9,28
9	50	56	9,55	19	4	7	9,26
10	7	31	9,52	20	31	56	9,23

O oitavo ganho, correspondente à ligação 16-30, contém um ponto que já faz parte de um roteiro (cliente 30) e outro que ainda não foi incluído em nenhum roteiro (cliente 16). No entanto, o ponto 30 não é extremidade de seu roteiro, o que elimina sua utilização (Etapa 4c). O nono ganho também é eliminado porque os dois pontos (50 e 56) já fazem parte de roteiros abertos, e um deles (o ponto 50) não é extremidade de seu roteiro.

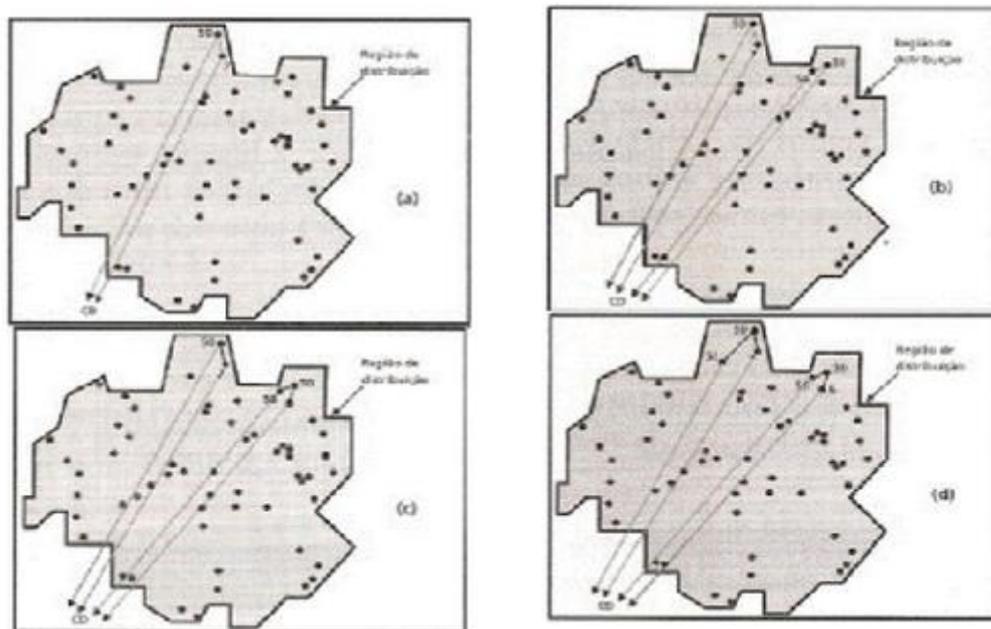


Figura 4.13. Evolução do método de Clarke e Whight.

O décimo ganho (pontos 7 e 31) permite a inserção do ponto 31 (Etapa 4b e Figura 4.14e). o décimo primeiro ganho (ligação 31-50) é eliminado pois os dois pontos já fazem parte do mesmo roteiro (Etapa 4d). O décimo segundo ganho também é eliminado porque os dois pontos (7 e 30) fazem parte de roteiros

diferentes e não estão (ambos) na extremidade dos respectivos roteiros. O décimo terceiro ganho permite anexar o ponto 16 ao ponto 6, visto que esse último é um dos extremos de seu roteiro. O ganho décimo quarto é eliminado porque o ponto 7 não é extremo de seu roteiro.

Uma vez que os pontos 45 e 49 não pertencem a nenhum dos dois roteiros abertos até agora, o décimo quinto ganho nos leva a abrir mais um roteiro (Etapa 4.a, Figura 4.14g). O décimo sexto ganho permite ligar o ponto 16 ao 38 (Etapa 4b). Os ganhos 17, 18 e 19 não são aproveitáveis (Etapas 4d, 4b e 4b respectivamente).

O ganho 20, que envolve os pontos 31 e 56, permite juntar dois dos roteiros já abertos (Etapa 4c e Figura 4.14.h), formando um roteiro maior, e assim sucessivamente. Para simplificar a exposição, deixamos de falar, em cada etapa, sobre a verificação das restrições. Antes de se fazer qualquer acréscimo num roteiro, seja adicionando um ponto, seja juntando dois roteiros já abertos, o computador soma todos os tempos correspondentes ao ciclo do veículo e verifica se o tempo total está dentro do limite previamente estabelecido. O mesmo é feito com o carregamento, somando-se os pesos das mercadorias dos clientes, em cada roteiro, e verificando se a lotação está dentro da capacidade de carga do veículo. Caso uma das restrições, ou as duas simultaneamente, não sejam respeitadas, aquele ganho não é considerado, passando-se para o seguinte na lista.

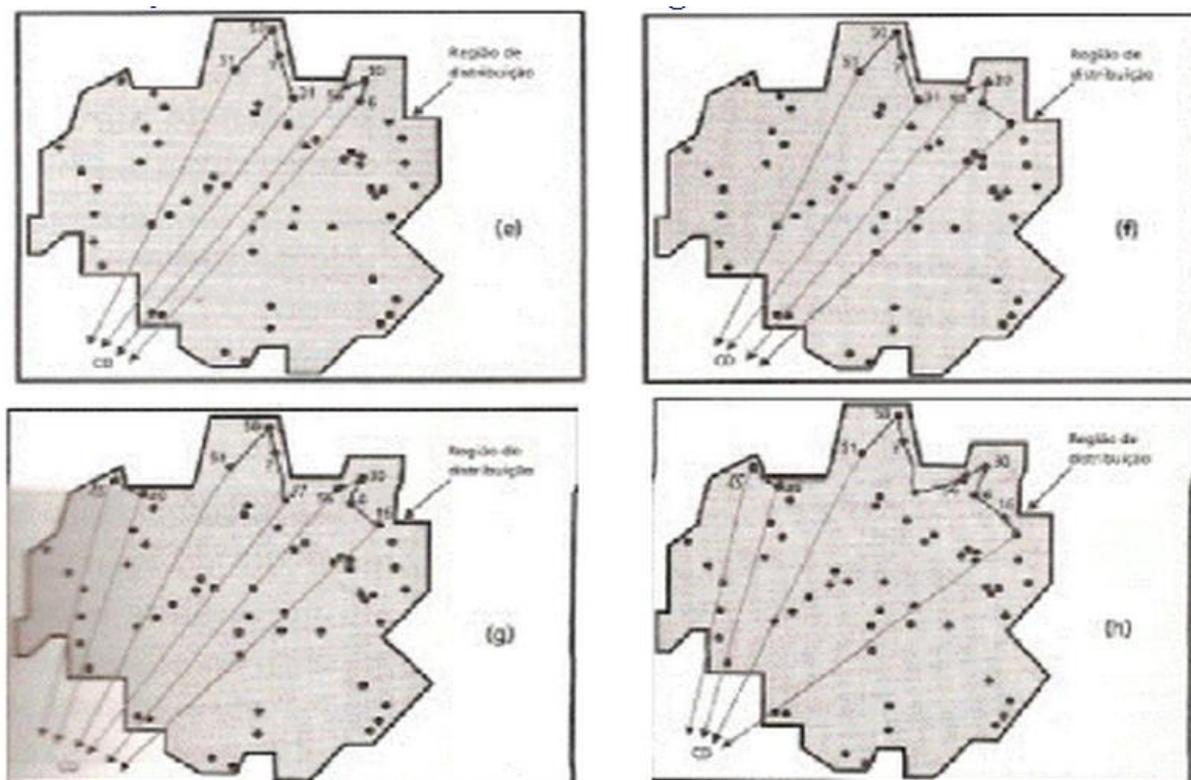


Figura 4.14. Evolução do método de Clarke e Whight (cont.).

A aplicação do método de Clarke e Wright ao exemplo resultou nos 6 roteiros mostrados na Figura 4.15. Muito embora não se notem tantos cruzamentos e ligações subótimas, quanto os apresentados pelo método de varredura, ainda assim é necessário aprimorar os resultados através de um método de melhoria, no caso, o *3-opt*. Após aplicar o método *3-opt*, os roteiros melhorados são os mostrados na Figura 4.16. Os resultados gerais são os seguintes:

- Números de roteiros (nº de veículos): 6
- Quilometragem total diária da frota (Km): 950,7
- Custo médio por cliente visitado (R\$): 14,24

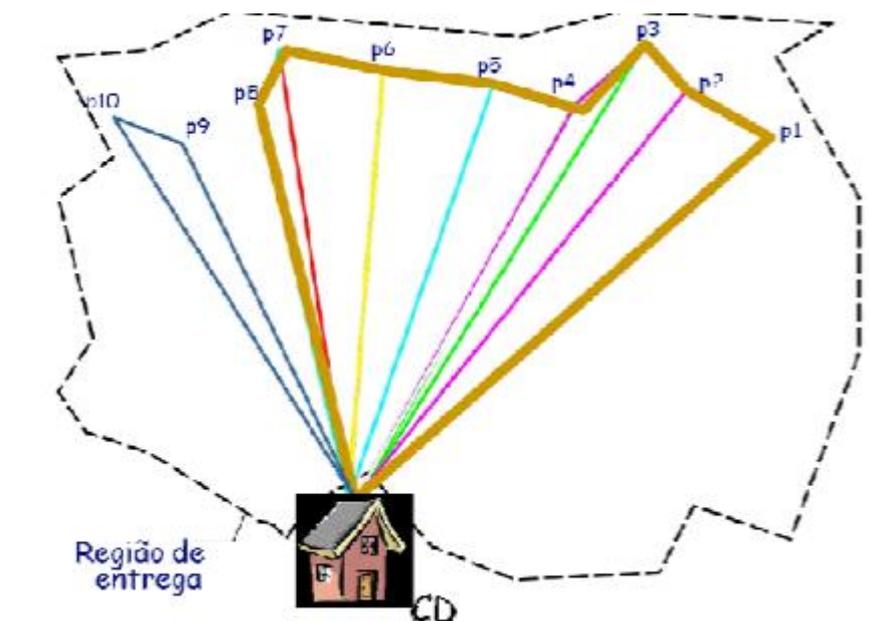


Figura 4.15. Roteiros obtidos com o método de Clarke e Wright.

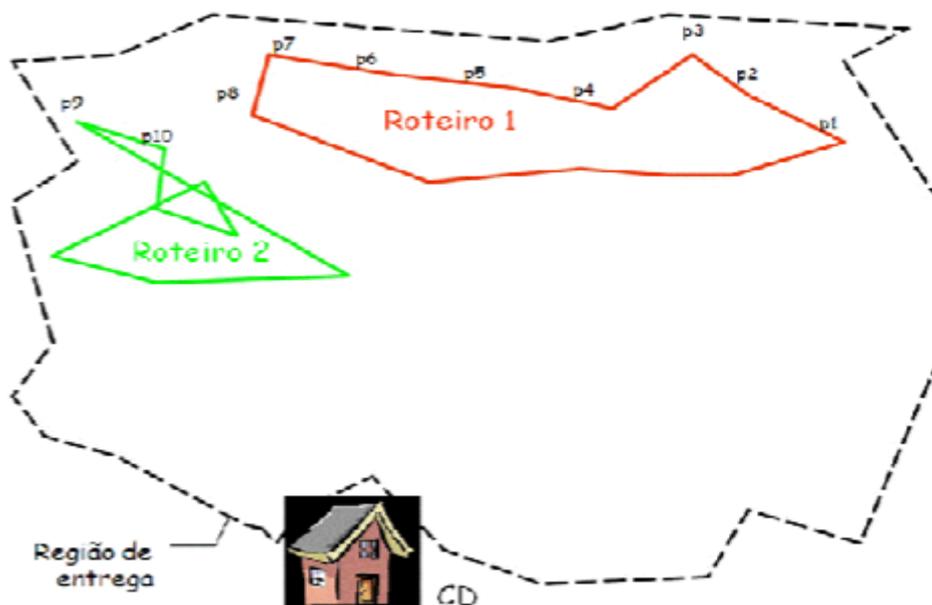


Figura 4.16. Roteiros (figura 4.15) melhorados através do método 3-opt.

Comparando os resultados obtidos através das duas metodologias, observamos que o método de Clarke e Wright é mais preciso. De fato, os seguintes benefícios são obtidos pela utilização do segundo método em relação ao primeiro, na aplicação analisada:

- Redução no investimento em veículos (1/7): 14,3%
- Redução na quilometragem da frota: 13,7%

- Redução no custo unitário: 14,1%

4.4. Impactos das Restrições de Tempo e de Capacidade

Na distribuição física de produtos, os impactos das restrições de tempo e de capacidade são muitas vezes dramáticos, mudando a solução do problema em função de variações em alguns dos fatores que governam o processo. Essa característica dos problemas de distribuição nem sempre é bem estendida no momento de planejar um sistema de entregas de produtos. Vamos mostrar esse ponto através de um exemplo.

No exemplo que analisamos anteriormente, correspondente a um caso com 60 pontos de entrega, a região de distribuição estava situada relativamente distante do CD, com as distâncias entre o depósito e os clientes na faixa de 75,2 a 79,8Km. Trata-se de um caso de entrega de mercadorias numa cidade diferente do local onde está instalado o CD. Os veículos saem pela manhã, trafegam pela rodovia até a cidade de destino, fazem a distribuição, e retornam ao local de origem no fim do dia. Vimos que, neste caso, o problema é restrito por tempo. Isso porque os veículos consomem boa parte do tempo na viagem entre as duas cidades, sobrando um tempo relativamente escasso para realizar as entregas, que consomem, em média, 15 minutos cada.

Vamos analisar agora o problema da distribuição, em que é atendida a mesma região e os mesmos clientes, mas supondo o CD localizado junto à zona de entrega. Ou seja, trata-se agora de um problema de distribuição urbana. O CD continua localizado ao sul da região. A distância média do depósito aos clientes é agora igual a 3,8Km, observando-se uma distância mínima de 1,2Km e máxima de 5,7Km. Todas as demais informações do problema permanecem as mesmas, sendo alterada apenas a localização do CD.

Nessas condições, com veículo de 4 toneladas de capacidade, o método de Clarke e Wright gerou 3 roteiros, todos eles restritos por capacidade. As principais características dos roteiros são apresentadas na Tabela 4.3.

Sendo de 8 horas a jornada diária normal de trabalho, observamos que os tempos de ciclo mostrados na Tabela 4.3 são baixos, variando em torno de 50% do tempo disponível. Isso mostra que os veículos estão subdimensionados, sugerindo a utilização de caminhões de maior porte. Tentativamente, aumentamos a capacidade do veículo para 8 toneladas, mas a aplicação do método de roteirização mostrou que o sistema passou a ficar restrito por tempo. Finalmente conseguimos uma solução razoável, com veículos de 6 toneladas de capacidade e operando 8 ½ horas por dia. Para essa configuração foram definidos dois roteiros, cujas características são apresentadas na Tabela 4.4. Os roteiros gerados pelo método de Clarke e Wright foram submetidos ao processo 3-*opt*, resultando nos roteiros mostrados na Figura 4.17.

Tabela 4.3 Características dos roteiros gerados pelo método de Clarke e Wright (veículos de 4t, jornada de 8h/dia)

<i>Roteiro número</i>	<i>Número de clientes</i>	<i>Tempo de ciclo diário</i>	<i>Lotação do veículo (t)</i>
1	21	5h42	3,9
2	22	6h	4,0
3	17	4h36	3,9

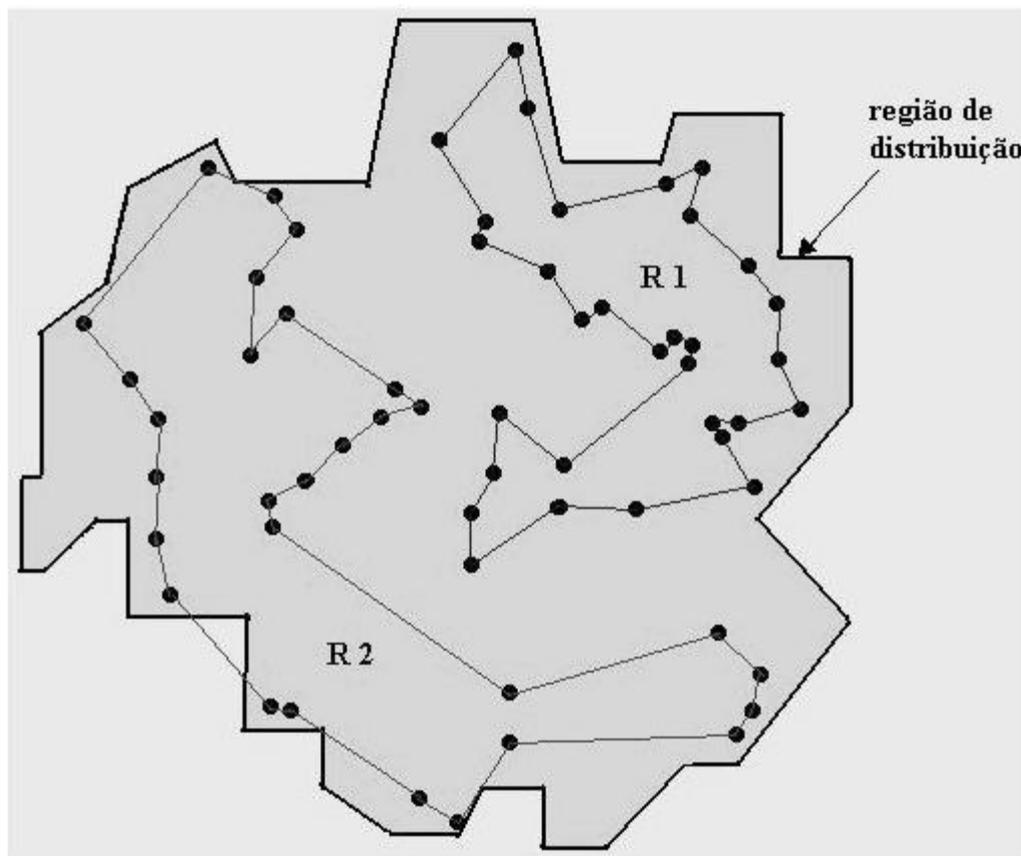


Figura 4.17. Aplicação do método Clarke e Wright: veículo de 6 t e jornada de 8½h

É importante observar que a definição das condições operacionais para um sistema de distribuição física é um processo relativamente complexo, que transcende a mera aplicação de métodos de roteirização ou de softwares especializados. De fato, há muitas variáveis em jogo e, além disso, os resultados são muito sensíveis a mudanças nas condições operacionais.

Tabela 4.4 Características dos roteiros gerados pelo método de Clarke e Wright (veículos de 6t, jornada de 8 1/2 h/dia)			
<i>Roteiro número</i>	<i>Número de clientes</i>	<i>Tempo de ciclo diário</i>	<i>Lotação do veículo (t)</i>
1	31	8h18m	5,9
2	29	7h48m	5,9

4.5. Roteiros Probabilísticos

Em muitos casos reais, as visitas estabelecidas num roteiro não são fixas, pois nem sempre os clientes emitem pedidos de forma regular. Num roteiro típico, é comum o motorista saltar os clientes que não fizeram nenhum pedido, mudando assim o roteiro de entrega de forma nessas condições:

- Definir um roteiro ótimo *a priori*, e manter sempre a mesma sequência de entregas, cortando os clientes que não fizeram pedidos naquele dia.
- Redefinir a roteirização básica toda vez que houver alterações no elenco de clientes a serem visitados.

No primeiro caso, basta fazer uma roteirização única, correndo o programa uma única vez. No segundo caso, será necessário aplicar novamente o roteirizador toda vez que houver uma alteração na lista de clientes a serem visitados. As empresas, em geral, preferem a primeira alternativa, por duas razões. Em primeiro lugar, um roteiro em que a ordem de visita aos clientes seja constante, vai facilitar bastante o trabalho do motorista, que pode memorizar mais facilmente o percurso, e vai passar pelos mesmos locais aproximadamente à mesma hora. Ou seja, o motorista tende a ser mais eficiente em seu trabalho.

No caso da segunda alternativa, e dependendo do número de clientes a serem visitados, a tarefa de repetir diariamente a roteirização, preparando os dados, alimentando o computador com os mesmos, e processando a máquina, pode não compensar os pequenos ganhos que poderiam ser obtidos com esse replanejamento mais rigoroso. Assim, a primeira alternativa é a mais comum na prática.

Mas, na verdade, a roteirização ótima que se obtém quando todos os clientes vão ser visitados, solução essa obtida através da resolução do Problema do Caixeiro-Viajante (PCV) anteriormente analisado, pode não ser a melhor solução para o problema em que o roteiro é variável (Jaillet, 1988). Vamos ilustrar esse aspecto com um exemplo.

O roteiro básico é formado por 10 clientes, cujas coordenadas geográficas são apresentadas na Tabela 4.5. Os clientes 9 e 10, no entanto, somente fazem

pedidos em 20% dos dias. Isto é, em cada 10 serviços sucessivos, esses clientes são visitados, em média, apenas 2 vezes. Para maior simplicidade dos cálculos, admitimos que os demais clientes são visitados com 100% de certeza, em todas as viagens.

Tabela 4.5 Coordenadas geográficas dos clientes do exemplo e probabilidade de visita			
<i>Cliente</i>	x	y	Probabilidade da visita
1	7,50	7,80	1,0
2	8,10	6,95	1,0
3	8,50	8,20	1,0
4	8,75	6,50	1,0
5	6,20	6,60	1,0
6	6,00	6,00	1,0
7	5,90	7,45	1,0
8	5,45	8,30	1,0
9	5,00	7,60	0,2
10	5,00	6,80	0,2

Resolvemos inicialmente o PCV, admitindo que todos os 10 clientes sejam visitados. O resultado é mostrado na Figura 4.18. O percurso total do roteiro é 11,6km. Seria esse roteiro, otimizado de acordo com o PCV, a melhor solução, quando levamos em conta a probabilidade de os clientes serem visitados? A resposta é não.

Para justificar nossa afirmação, vamos considerar um outro roteiro subótimo, mostrado na Figura 4.19. Esse roteiro apresenta um percurso $L_T = 12,2\text{km}$, ou seja, 5,2% mais extenso do que o anterior. Vamos tomar esse roteiro como base. A ordem das visitas aos clientes será sempre a indicada na figura 4.19, ou seja:

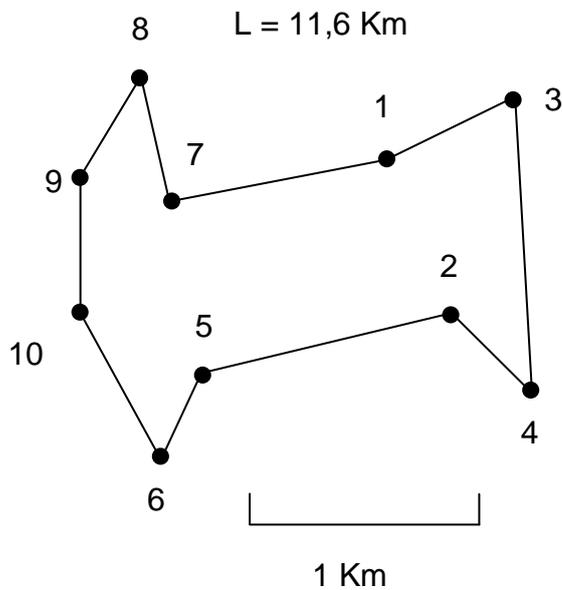


Figura 4.18. Aplicação aos clientes da tabela 9.5 do PCV

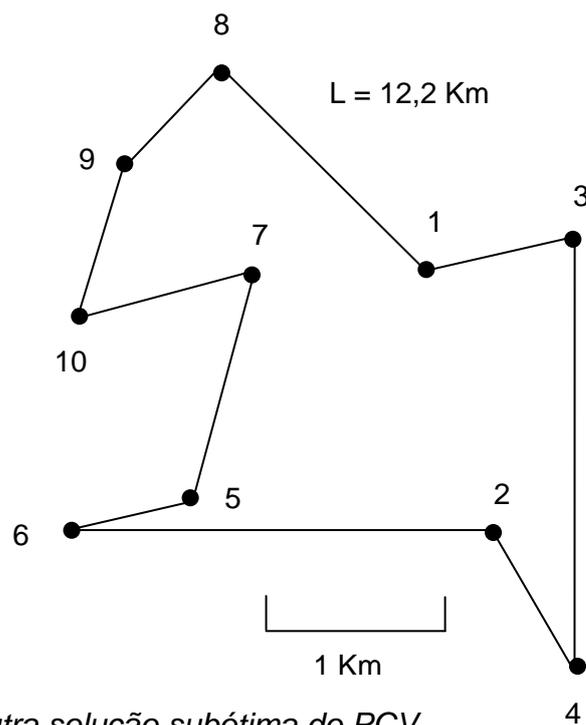


Figura 4.19. Outra solução subótima do PCV

Suponhamos que, numa determinada ocasião, o cliente 9 não fez nenhum pedido, devendo portanto ser saltado. Mas, de acordo com a regra estabelecida, a sequência de entregas deve ser a mesma, ou seja, o motorista simplesmente elimina o cliente 9 de seu roteiro, indo diretamente ao cliente 10 logo que acabar de

atender o cliente 8. Ou seja, o roteiro é agora o indicado na Figura 4.20, com extensão $L_T = 12,2\text{km}$.

Numa outra ocasião, o cliente 10 não precisa do produto, devendo ser saltado. Da mesma forma, a sequência permanece a mesma da Figura 4.19, com o motorista saltando o cliente 10, logo que atender o cliente 9, e se dirigindo diretamente ao ponto 7. A nova situação é mostrada na Figura 4.21, com o roteiro apresentado extensão $L_T = 11,2\text{km}$. Finalmente, pode haver situações em que tanto o cliente 9 como o 10 não precisem de mercadoria num mesmo roteiro. Quando isso ocorrer o motorista salta esses dois clientes, seguindo o roteiro mostrado na Figura 4.22, com extensão $L_T = 10,5\text{km}$.

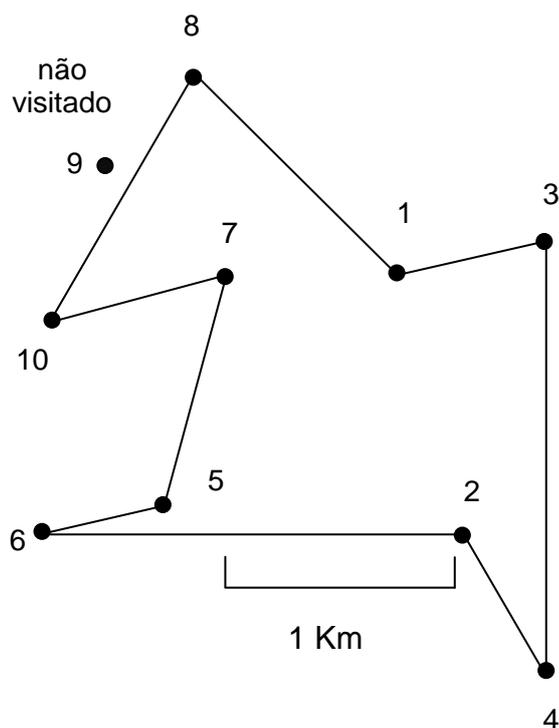


Figura 4.20. Roteiro de visitas num dia em que o cliente n° 9 não é visitado

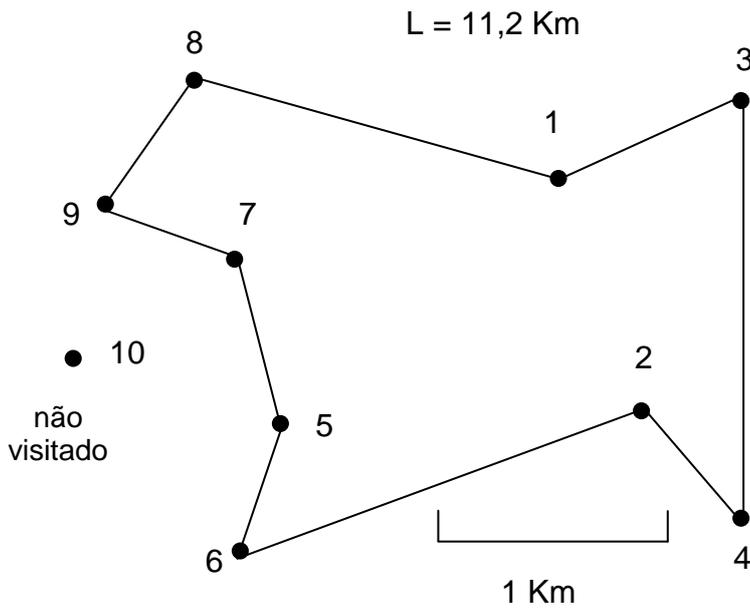


Figura 4.21. Roteiro de visitas num dia em que o cliente nº 10 não é visitado

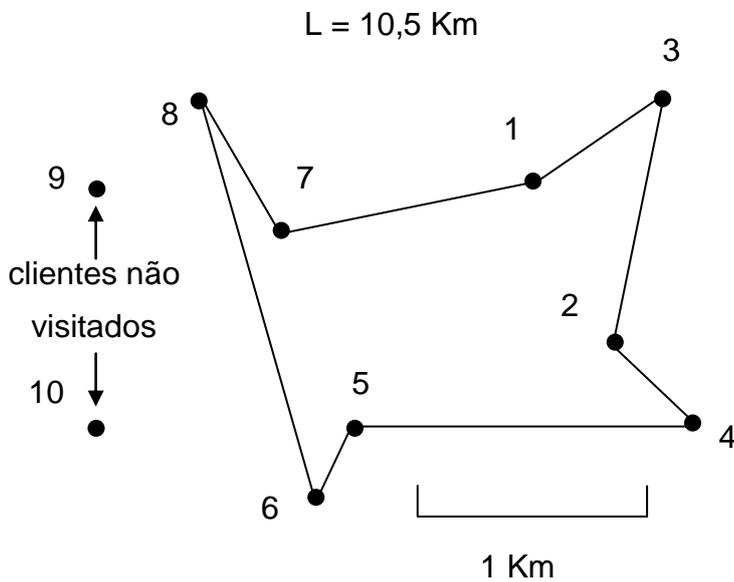


Figura 4.22. Roteiro ótimo quando os clientes 9 e 10 não são visitados

Qual é a extensão média dos roteiros após um período de tempo suficientemente longo? Para calcular a extensão média, precisamos calcular as probabilidades de ocorrência de cada situação. Sabemos que uma visita ao cliente 9

ou ao 10, ocorre em 20% das vezes, e então sua probabilidade é $p = 0,2$. A probabilidade de um desses clientes não ser visitado num roteiro qualquer é portanto $1 - p = 0,8$. Admitindo independência entre os eventos, as probabilidades compostas são calculadas conforme indicado na Tabela 4.6.

Se partíssemos do roteiro obtido através da solução clássica do PCV (Figura 4.18), e realizássemos o mesmo procedimento descrito acima, isto é, saltando os clientes quando não pedissem mercadoria, mas mantendo a mesma ordem de visitas, a extensão média dos roteiros seria de 11,25km, ou 2,7% maior do que a obtida na Tabela 4.6, e referente ao roteiro básico da Figura 4.19. Ou seja, quando as visitas não se realizarem de forma constante, mas variando ao longo do tempo e apresentando probabilidades diferentes de ocorrência, a solução ótima não é a obtida por um método do tipo PCV regular. Jaillet (1988) desenvolveu um modelo específico para resolver esse tipo de problema probabilístico. Esse tipo de roteirização aparece com bastante frequência na distribuição das compras, no comércio eletrônico B2C, pois o conjunto de clientes a ser visitado varia dia a dia, sendo recomendada a adoção de um roteiro básico de referência.

Tabela 4.6 Cálculo da extensão esperada no roteiro probabilístico

<i>Evento</i>	<i>Probabilidade (1)</i>	<i>Extensão em Km (2)</i>	<i>Valor esperado (1) x (2)</i>
A – Todos os 10 clientes são visitados no roteiro	$0,2 \times 0,2 = 0,04$	$L_T = 12,2$	0,49
B – O cliente 9 não é visitado no roteiro, mas o cliente 10 é atendido	$0,8 \times 0,2 = 0,16$	$L_{10} = 12,2$	1,95
C – O cliente 10 não é visitado no roteiro, mas o cliente 9 é atendido	$0,2 \times 0,8 = 0,16$	$L_9 = 11,2$	1,79
D – Ambos os clientes 9 e 10 não são visitados	$0,8 \times 0,8 = 0,64$	$L = 10,5$	6,72
Total	1,00	–	10,95

4.6. Softwares de Roteirização

Hoje se dispõe, no mercado, de um número razoável de softwares de roteirização, que ajudam as empresas a planejarem e programarem os serviços de distribuição física. A publicação *OR/MS Today, do Istitute for Operations Research and Management Sciences*, realizou uma pesquisa junto a fornecedores de softwares de roteirização e usuários, apresentando os resultados na Internet (Partyka e Hall, agosto de 2000). Apresentamos, nesta seção, um resumo das principais características de alguns dos roteirizadores mais conhecidos. Não é nossa intenção recomendar, nem tampouco discriminar, qualquer fornecedor, mas apenas fornecer alguns dados preliminares, para apreciação dos leitores. Para maiores informações, pode-se consultar diretamente os sites dos fornecedores na Internet.

4.6.1. Tendências Tecnológicas

Há algum tempo atrás, os despachantes localizados nos depósitos e Centros de Distribuição, só conseguiam falar com os motoristas dos veículos através de rádio, e assim mesmo quando estavam dentro da área de alcance das transmissões. Muitas vezes, no entanto, o contacto só era realizado em algumas ocasiões, em que o motorista conseguia um acesso telefônico, e ligava para sua sede. Hoje, as possibilidades são muitas e a oferta ainda está crescendo: telefones celulares, *paggers* alfanuméricos, *scanners* portáteis, e pequenos computadores de bordo.

Diversos veículos são hoje equipados com rastreadores, muitas vezes dispendo de receptores GPS (*Global Positioning System*), que fornecem a latitude e a longitude do caminhão *real-time*. O GPS, combinado com uma base geográfica de dados (GIS) e comunicação por satélite, permite ao despachante localizar o veículo, na rede viária, a qualquer instante. Essa facilidade permite alocar o veículo mais próximo e disponível, a uma tarefa emergencial. Também é usada largamente na alocação dos veículos para apanha *real-time* de pacotes e documentos.

A internet também vem sendo usada cada vez mais em associação com a roteirização de veículos. Por exemplo, permite aos usuários visualizarem informações sobre seus pedidos. Permite também que os clientes submetam seus pedidos eletronicamente. Uma tendência que está se firmando, embora ainda embrionária, é a Internet móvel, ou sem fio, (Durlacher Research Ltd, 2000). As

peessoas, carregando pequenos aparelhos de mão, poderão acessar uma gama muito grande de informação. Assim, os motoristas dos veículos de distribuição poderão não somente se comunicar com a sede, como também obter informações sobre tráfego e sobre condições de tempo, como também trocar mensagens com os clientes e solicitar socorro, quando necessário.

4.6.2. **Evolução dos Softwares**

Além dos softwares tradicionais, já disponíveis no mercado há alguns anos, novos entrantes e aquisições recentes alteraram um pouco o quadro de ofertas neste setor. ESRI, a empresa que desenvolveu o ArcView e o ArcInfo GIS introduziu no mercado, em 1999, o software ArcLogistics Route. A Baan, por outro lado, adquiriu a CAPS Logistics e a Descartes passou a controlar a Lighthouse e o Roadshow, passando assim a competir com a Manugistics, que previamente tinha primazia na comercialização de softwares de roteirização, dentro de seu sistema ERP, voltado ao *Supply Chain Management*.

Antes, o setor de produção de softwares de roteirização focalizava o planejamento da distribuição no CD dentro de um prazo mínimo de 24 horas. Ou seja, o planejamento ocorria num dia, e as entregas eram realizadas no dia seguinte. Hoje, muitos clientes indagam constantemente sobre a situação de seus pedidos, perguntam quando os produtos serão entregues e querem saber onde está a carga. A razão, para isso, é fundamentalmente a busca por estoques cada vez menores, o que obriga as empresas a controlarem estreitamente a distribuição dos produtos, de forma a evitar situações emergenciais irreparáveis. Por isso a tendência atual dos softwares de roteirização é de executarem a programação na modalidade *real-time*.

Outra meta das empresas fornecedoras de roteirizadores é tornar os softwares mais fáceis de serem utilizados pelos despachantes. Para isso, é necessário se ter uma representação analítica adequada da rede viária e dispor de uma base de dados geocodificados dos endereços dos clientes. Infelizmente, as bases de dados geocodificados nem sempre estão disponíveis no mercado e quando estão, muitas vezes estão incompletas, imprecisas e desatualizadas. Essa situação é muito séria no Brasil, em que pesem os esforços de algumas entidades e empresas, que vêm tentando suplantar tais deficiências.

4.6.3. **Selecionando um Software de Roteirização**

Para escolher um software adequado às condições reais da empresa, o ideal é definir uma ou mais situações para testar os sistemas disponíveis no mercado. Muitas vezes, a empresa constata a inadequação do software após tê-lo adquirido, com prejuízos apreciáveis. Mas, nem sempre há condições de se montar situações realistas para teste, principalmente quando o projeto ainda não foi operacionalizado, ou quando estão sendo realizadas modificações profundas no sistema existente. No entanto, algumas observações e sugestões podem ajudar nesse processo de seleção:

- Praticamente todos os softwares de roteirização não são sistemas que podem ser instalados pelo usuário e utilizados imediatamente, sem apoio técnico. Normalmente requerem a participação de um ou mais consultores, com o objetivo de adaptar o caso em questão ao formato próprio do produto e treinar o pessoal que irá utilizá-lo na empresa. Esse tipo de serviço extra precisa ser devidamente avaliado e comparado, em termo de prazos e de custos.
- Alguns softwares exigem simplificações para resolver certos tipos de problema e, em alguns casos, essas situações não ficam muito claras na hora da aquisição. Por exemplo, uma empresa jornalística brasileira analisou um software para roteirizar as entregas domiciliares de jornais. Cada roteiro tinha um número grande de pontos de entrega, mas o software restringia esse número a 50. A solução, caso a empresa optasse pelo produto, seria agregar, no computador, locais de entrega próximos, como se fossem um único ponto, de forma a reduzir o problema aos níveis exigidos pelo sistema. A pergunta que se deve fazer nesses casos é igual o efeito que tais simplificações podem ter na precisão final dos resultados. De repente, pode ser mais vantajoso adotar um método mais simples e mais barato, e que dê a mesma precisão conseguida com tal aproximação.
- Todos os roteirizadores operam sobre uma representação digital da rede viária (ruas, no ambiente urbano e rodovias, nas ligações interurbanas). Para bem utilizar um software de roteirização, essa base de dados, representando a rede viária, deve estar disponível pois, caso contrário, a empresa usuária terá que desenvolvê-la, com custos e tempo razoáveis. O fornecedor do software, se não dispõe dessa base de dados, deve indicar como adquiri-la. Outro aspecto ligado

a esse tópico é que, no Brasil, muitos sistemas de dados desse tipo não são confiáveis, ou estão desatualizados, comprometendo sua utilização imediata.

- Em algumas aplicações, os clientes não são fixos, mas variam diariamente. É o caso, por exemplo, das lojas de departamento, que oferecem serviço de entrega a seus consumidores. Os pontos de entrega mudam continuamente, o que dificulta a elaboração dos roteiros, uma vez que o sistema não pode usar um cadastro dos clientes previamente preparado, na forma usual.

4.6.4. Roteirizadores Disponíveis no Mercado

Na Tabela 4.7 são apresentadas informações sobre os principais softwares de roteirização disponíveis no mercado internacional. Os dados foram extraídos do trabalho de Partyka e Hall (2000). Não incluímos nesse rol nenhum software nacional por não conhecermos, até o momento de fechamento desse texto, nenhuma avaliação criteriosa e abrangente desse tipo de produto. As informações apresentadas devem ser encaradas apenas como uma introdução ao assunto. Na Tabela 4.7, são fornecidos os sites das empresas que comercializam os roteirizadores indicados. Esses sites são periodicamente atualizados, permitindo que se possa analisar com mais propriedade os produtos oferecidos.

Produto	Empresa	Site na Internet	Preço (US\$) (*)	Instalação (**)	
				Custo (US\$)	Tempo necess.
Arc Logistics Route	ESRI	www.esri.com	8.995	150/h	n.d.
Direct Route	Appian Logistics Software, Inc.	www.appianlogistics.com	14.375	150h/h	16h
Easy Router	Descartes Systems Group	www.descartes.com	\$31/rota e \$20/veículo, por mês	n.d.	n.d.
Mobile Cast	Roadnet Technologies (empresa da UPS)	www.roanet.com	40.000 o servidor	950/dia	32h
Quantum Dispatch	Quantum Associates	www.quantumassociates.com	15.000 e acima	50 a 75/dia	2 a 5 dias
Road Show	Descartes Systems Group	www.descartes.com	n.d.	n.d.	n.d.
RoutePor Dispatcher	CAPS Logistics (empresa as Baan)	www.caps.com	n.d.	n.d.	n.d.
RouteSmart, Route Optimization	RouteSmart Technologies, Inc.	www.routesmart.com	10.000 e acima	n.d.	n.d.

Routronic 2000	Carrier Logistics, Inc.	www.carrierlogistics.com	30 a 50 mil	100/h	80h
Territory Planner	Roadnet Technologies	www.roadnet.com	76.000	119/h	\$ 6.650 fixo
TransCAD	Caliper Corporation	www.caliper.com	9.995	150	Até 8h
TruckStops	Microanalytic	www.bettroutes.com	7.900 e acima		4 a 6 semanas

(*) Para uma licença (um local), capacidade para rotas.

(**) Configuração típica contendo 50 rotas.

Fonte: Partyka e Hall, 2000.

Tabela 4.7 Continuação

Produto	Tamanho máximo da aplicação			Características operacionais			
	Nº de visitas por dia	Nº de veículos	Nº de CDs	Distâncias calculadas sobre a rede viária?	Monitoramento de veículos real-time	Conexão com scanner de leitura ótica?	Faz programação carregamento dos veículos?
Arc Logistics Route	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	Sim	Não	Não	Sim
Direct Route	16.385	522	255	Sim	Não	Não	Sim
Easy Router	1000	35	3	Sim	Não	Não	Não
Mobile Cast	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	Sim	Sim	Sim	Não
Quantum Dispatch	1000 por CD	300 por CD	Ilimitado	Sim	Sim	Sim	Sim
Roadnet 5000	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	Sim	Sim	Sim	Não
Road Show	32.000	n.d.	256	Sim	Sim	Sim	Não
RoutePro Dispatcher	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	Sim	Sim	Não	Não
RouteSmart Route Optimization	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	Sim	Não	Sim	Sim
Routronic 2000	n.d.	n.d.	n.d.	Sim	Não	Sim	Sim
Territory Planner	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	Sim	Sim	Sim	Não
TransCAD	Ilimitado	32.000	32.000	Sim	Não	Não	Sim
TruckStops	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	Não	Não	Não	Não

Fonte: Partyka e Hall, 2000.

5. Distribuição Física

Não é a organização (da distribuição física) que tem importância crítica, e sim sua filosofia de operação.

Donald J. Bowersox

Distribuição física é o ramo da logística empresarial que trata da movimentação, estocagem e processamento de pedidos dos produtos finais da firma. Costuma se a atividade mais importante em termos de custo para a maioria das empresas, pois absorve cerca de dois terços dos custos logísticos. Neste capítulo examina-se mais pormenorizadamente a distribuição física – em especial, seu relacionamento com marketing e produção, a problemática do seu gerenciamento e como ela é executada em diversas companhias. Os princípios de custo total e de sistema global são introduzidos.

5.1. Natureza da Administração da Distribuição Física

A distribuição física preocupa-se principalmente com bens acabados ou semi-acabados, ou seja, com mercadorias que a companhia oferece para vender e que não planeja executar processamentos posteriores. Desde o instante em que a produção é finalizada até o momento no qual o comprador toma posse dela, as mercadorias são responsabilidade da logística, que deve mantê-las no depósito da fábrica e transportá-las até depósitos locais ou diretamente ao cliente. O profissional de logística deve preocupar-se em garantir a disponibilidade dos produtos requeridos pelos clientes à medida que eles desejem e se isto pode ser feito a um custo razoável. Há muitas opções a considerar.

A Figura 5.1 mostra, de modo simplista, algumas alternativas básicas de distribuição. Há geralmente dois tipos de mercados para os quais se deve planejar. Um deles é o de usuário finais, que são aqueles que usam o produto tanto para satisfazer suas necessidades como aqueles que criam novos produtos, que é o caso dos consumidores industriais. Os consumidores finais também podem ser companhias que, por sua vez, vendem os seus produtos aos seus clientes.

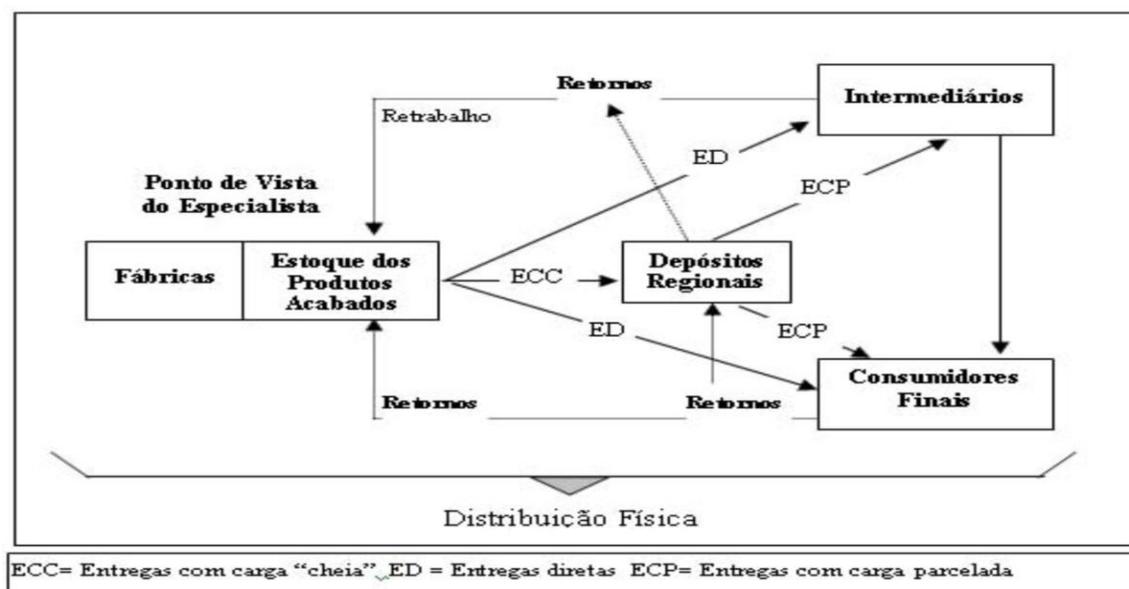


Figura 5.1 Fluxos típicos no canal de distribuição.

O segundo mercado é composto por intermediários que não consomem o produto, mas que o oferecem para revenda, em geral para outros intermediários ou consumidores finais. São, por exemplo, distribuidores, varejistas e usuários finais.

A diferença primordial entre estas categorias de compradores está no volume e no perfil de compra. Consumidores finais comumente adquirem pequenas quantidades e são em grande número. Suas compras são mais frequentes do que aquelas feitas pelos intermediários. Estes e usuários finais do tipo firmas de manufatura geralmente compram em grandes quantidades. Como regra, existem menos destes últimos do que consumidores finais. Não raro empresas tem uma mistura destes dois tipos de clientes. Sistemas de distribuição física precisam ter certo grau de flexibilidade para suprir as necessidades dos diversos tipos de clientes de forma econômica.

Muitas configurações estratégicas diferentes de distribuição podem ser empregadas. Há três formas básicas: (1) entrega direta a partir de estoques de fábrica, (2) entrega direta a partir de vendedores ou da linha de produção e (3) entrega feita utilizando um sistema de depósitos. Quando clientes adquirem bens em quantidade suficiente para lotar um veículo, as entregas podem ser feitas diretamente a partir dos vendedores, dos estoques de fábrica ou da linha de produção. Uma vez que os fretes são menores quando cargas completas de

veículos vão até uma única localização do cliente, este método de entrega incorre no menor custo total de transporte. Fornecedores de matéria-prima geralmente utilizam entrega direta de grandes volumes, a menos que o produto seja comprado em pequena quantidade. Uma grande indústria química, produtora de clorados, fosfatos, soda e assemelhados, transporta aproximadamente 80% de suas vendas diretamente quando têm condições para isso. Entretanto, mercadorias finais são compradas geralmente em pequenas quantidades diretas ficam restritas aos maiores consumidores.

Quando os clientes não desejam comprar em quantidade suficientemente grande para gerar entregas com carga completa, os logísticos empregam uma estratégia alternativa – suprir através de um sistema de depósitos. Isto é motivado pela redução dos custos de distribuição e pela melhoria do nível de serviço oferecido. Clientes com pequeno volume de compras podem ser supridos a partir das fábricas ou dos estoques de fábrica, mas os clientes que se localizam a mais de algumas centenas de milhas da planta industrial não podem, em geral, ser atendidos economicamente. Neste caso as entregas devem ser feitas em volumes menores do que uma carga completa, o que aumenta o custo global do transporte. Colocando-se depósitos em locais estratégicos e próximos aos clientes, o responsável pela logística pode transportar grandes quantidades de mercadorias pelos fretes menores de carga completa até seus armazéns. Partindo dos depósitos, as mercadorias precisam ser movimentadas apenas por curtas distâncias com os fretes maiores de carga parcial. Os custos adicionais de estocagem são mais do que compensados pelo menor custo global de transporte. Além disso, como os estoques ficam em média mais próximos dos clientes, o nível de serviço é melhorado.

A tarefa de movimentar o produto não termina necessariamente quando os bens chegam ao cliente. A mercadoria pode ser desenvolvida pelo cliente caso, por exemplo, o produto errado tenha sido entregue, ou o produto esteja danificado, ou o cliente mude de ideia. De qualquer maneira, o administrador logístico deve estabelecer procedimentos e preparar a estocagem dos bens devolvidos a partir dos sítios de entrega. Arranjos similares devem ser feitos para produtos que ficaram obsoletos quando ainda estocados. Eles devem ser liquidados ou devolvidos à fábrica para retrabalho.

5.1.1. Considerações Adicionais

Representar a distribuição física apenas com a escolha de uma das alternativas básicas colocadas previamente é ser por demais simplistas. O problema de distribuir produtos é muito complicado. Existem considerações adicionais, tais como:

1. Qual serviço de transportes deve ser utilizado para movimentar os produtos a partir da fábrica? E a partir do armazém?
2. Quais procedimentos de controle devem ser empregados para os itens de inventário?
3. Onde devem localizar-se os depósitos, quais dimensões devem ter e quantos armazéns são necessários?
4. Quais arranjos de comunicação de pedidos devem existir? E quais comunicações pós- pedido são necessárias?
5. Qual nível de serviço deve ser providenciado para cada item de produto?

Estas questões, além de muitas outras, devem ser respondidas antes de o sistema de distribuição física estar funcionando eficientemente. Como estas decisões devem ser coordenadas – uma decisão é tomada com referência nas demais –, sua administração torna-se realmente complexa. Essas questões devem ser lembradas à medida que prosseguimos com o texto.

5.1.2. Administração em Três Níveis

A administração da distribuição física é tarefa desenvolvida em três níveis: (1) estratégico; (2) tático (3) operacional. A discussão anterior tratou do problema do planejamento estratégico. Ou seja, decidir do modo geral qual deve ser a configuração global do sistema de distribuição. Mais simplesmente, é a localização dos armazéns, a seleção dos modos ou modais de transporte e o projeto do sistema de processamento de pedidos. O planejamento estratégico molda o sistema de distribuição nos seus termos mais gerais.

Administrar a distribuição física no nível tático é utilizar seus recursos. É, sob muitos aspectos, planejamento de curto prazo. Quando alguma firma investe em

alguma parte de seu sistema de distribuição, como, por exemplo, caminhões, armazéns, dispositivos para transmissão de pedidos ou equipamento de manuseio, surge o problema de utilizar seus equipamentos e facilidades de maneira eficiente. Este é um problema tático. Se os equipamentos de transporte podem movimentar-se sempre completamente carregados, se a área dos armazéns pode ficar sempre totalmente ocupada e se o equipamento de transmissão de pedidos nunca está ocioso, o custo de possuí-los seria mínimo. Dessa forma, com planejamento cuidadoso dos fluxos de distribuição efetuado rotineiramente (muitas vezes de modo diário), seus responsáveis tentam atingir a maior utilização possível.

Administração operacional refere-se às tarefas diárias que o gerente de distribuição e seus subordinados devem desempenhar para garantir que os produtos fluam através do canal de distribuição até o último cliente. Isto inclui atividades como recolher produtos dos estoques armazenados, carregar caminhões para entrega, embalar produtos para carregamento, manter registro dos níveis de inventário, preparar pedidos para ressurgimento de estoque etc. O foco deste aspecto da administração da distribuição é principalmente supervisão e realização de tarefas.

Estratégico – como deve ser nosso sistema de distribuição? Tático – como o sistema de distribuição pode ser utilizado da melhor maneira possível? Operacional – vamos fazer as mercadorias sair! Este pode ser um modo de classificar a administração da distribuição. Torna-se óbvio a partir da discussão precedente que grande parte do trabalho da alta administração envolve planejamento estratégico. A média gerência está mais envolvida no planejamento tático e o pessoal de supervisão, nas atividades operacionais.

5.2. Três Conceitos Importantes

Neste ponto, pelo menos uma ideia geral sobre o problema de distribuição deve ter sido formada. Mas como alguém pode lidar com problemas tão complicados? Existem alguns conceitos que auxiliam no seu tratamento. Eles são (1) compensações (*Trade-offs*) nos custos, (2) o conceito do custo-total e (3) o conceito do sistema-total. Foi o reconhecimento destes princípios fundamentais que levou ao reagrupamento das atividades logísticas tais como elas são hoje definidas.

Eles representam a pedra de toque conceitual para o gerenciamento da distribuição física.

5.2.1. A Compensação de Custos Total

O conceito de compensação de custos é fundamental para a administração da distribuição física. Sem ele, esta administração provavelmente não seria praticada tal como ela é hoje.

O conceito de compensação de custos reconhece que os modelos de custos das várias atividades da firma por vezes exibem características que colocam essas atividades em conflito econômico entre si. Considere os padrões de custos, mostrados na figura 5.2, das três atividades logísticas primárias em função do número de depósitos num sistema de distribuição. Note que, à medida que o número de depósitos aumenta, o custo de depósito diminui. Isto acontece porque carregamentos volumosos podem ser feitos em armazéns a fretes menores. Além disso, a distância percorrida pelas entregas de menor volume do armazém para o cliente se reduz, diminuindo o custo do transporte de ponta. Portanto, a combinação dos custos de transporte de e para os armazéns mostra um perfil que declina com o aumento da quantidade de depósitos.

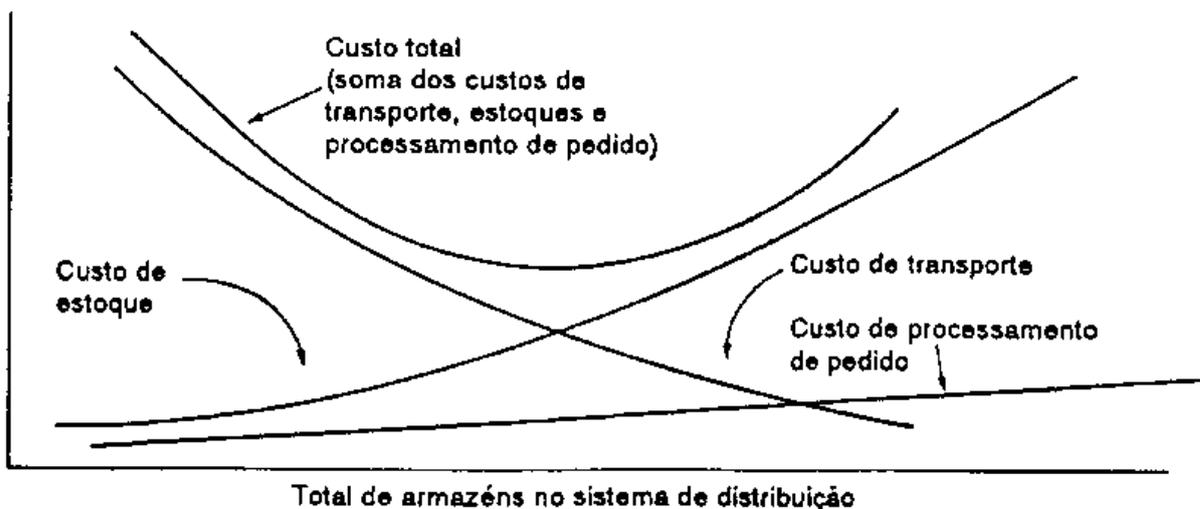


Figura 5.2 Compensação e custos para determinação do total de depósitos em um sistema de distribuição.

Por outro lado, os custos de estoque e de processamento de pedidos mostram um comportamento oposto ao custo de transporte e, portanto, estão em conflito com ele. Custos de estoque aumentam com o número de armazéns, porque mais estoque é necessário para manter o mesmo nível de disponibilidade do que quando há menor número de depósitos. Custos de processamento de pedidos também aumentam porque os depósitos servem como pontos de processamento de pedidos.

Para decidir o número de depósito, o administrador deve tentar balancear ou compensar estes custos conflitantes. Isto leva ao menor custo para o sistema de distribuição.

5.2.2. O conceito do Custo Total

Os conceitos de custo total e compensação de custos caminham lado a lado. O conceito de custo total reconhece que os custos individuais exibem comportamentos conflitantes, devido ser examinados coletivamente e balanceados no ótimo. Como mostrado na figura 5.2, o custo total para determinado número de armazéns é a soma dos três custos, formando a curva do custo total. Note que o ponto de custo total mínimo não fica no mesmo lugar onde o custo de transporte é mínimo ou que os custos de estoque ou processamento de pedidos são mínimos. Pelo contrário, o ponto de mínimo custo fica num lugar intermediário entre eles. Reconheceu-se que administrar transportes, estoques e processamento de pedidos conjuntamente poderia levar a substanciais reduções no custo quando comprado com a administração destas atividades em separado. A ideia do custo total foi importante para decidir quais atividades da firma deveriam ser agrupadas conjuntamente e chamadas de distribuição física. Além do mais, providenciou o argumento básico para o gerenciamento coletivo das funções logísticas.

Para ilustrar o conceito de custo total, considere o problema clássico, ou seja, a seleção do modo de transporte:

Exemplo: Um fabricante de instrumentos eletrônicos localizados na Costa Oeste estava interessado em providenciar bom serviço de distribuição para

mercados da Costa Leste. Foram consideradas três formas básicas de transporte – aéreo, rodoviário e ferroviário. Tanto os custos como os desempenhos associados a cada um destes serviços variavam substancialmente. Na entrega porta a porta, transporte aéreo poderia levar um tempo médio de cerca de quatro dias, enquanto o transporte por trem ou caminhão exigiria em média oito dias.

Os custos das alternativas de transporte eram facilmente obtidos de valores publicados ou cotados. Entretanto, a ideia de compensação de custos nos alerta para não basearmos a seleção do modal apenas nos custos de transporte. As compensações mais importantes estão generalizadas na Figura 5.3. Os custos específicos para cada alternativa estão na Tabela 5.1.

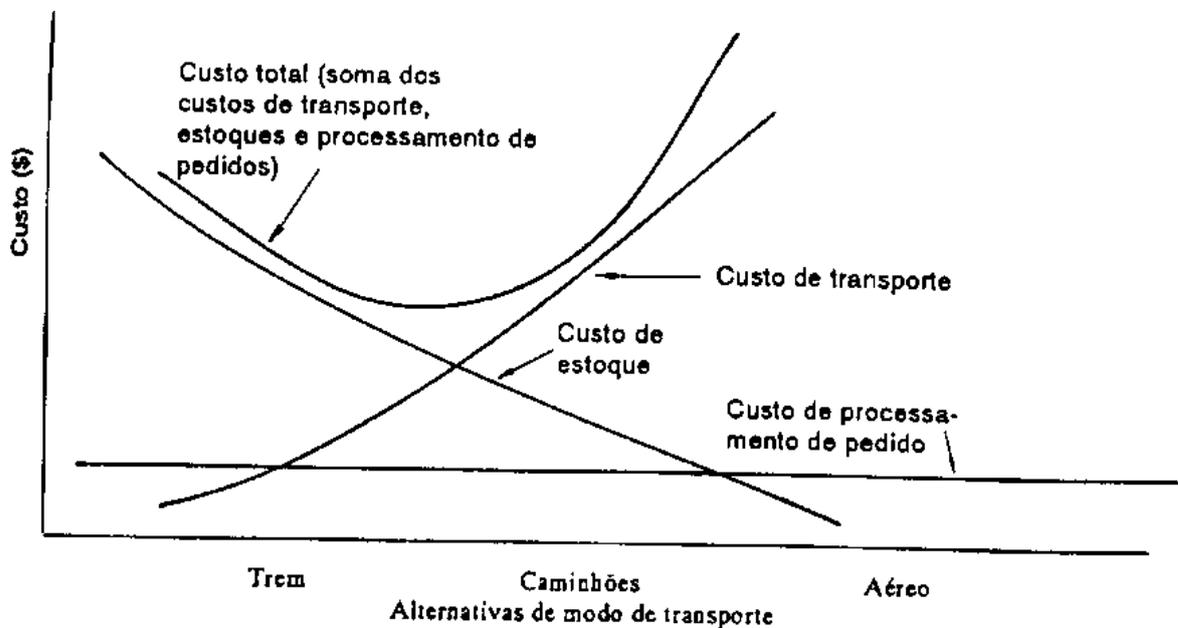


Figura 5.3 *Compensações de custos na seleção do modal de transporte.*

Tabela 5.1 *Custos anuais para três alternativas de transporte para um fabricante de instrumentos eletrônicos.*

<i>Classe de custo</i>	<i>Carga aérea</i>	<i>Caminhão^c</i>	<i>Trem</i>
Transporte ^a	\$ 756,080	\$ 673,296	\$ 645,216 ^e
Manutenção de estoques ^b	378,450 ^e	530,478	530,478
Processamento de pedido	SR ^d	SR	SR
Custo total	\$ 1.134,530 ^e	\$ 1.203,774	\$ 1.175,694

^a Inclui qualquer entrega local na origem ou destino (transporte de ponta)

^b Inclui custos de estoques na origem, destino e em trânsito

^c Este serviço foi realizado via uma agência de frete, ou seja, um intermediário de serviços de transporte

^d SR significa sem relevância

^e Menor custo de cada categoria

No exemplo anterior, os custos de processamento de pedidos não variavam conforme o modo de transporte. Entretanto, custos de estoque mostram padrões que geralmente conflitam com custos de transporte. Como regra geral em distribuição, quanto mais rápido e confiável for o serviço de transporte, menor será o estoque requerido em ambas as pontas de movimentação de mercadorias. Além disso, a velocidade do fluxo de mercadorias afeta o tempo no qual os custos financeiros estão associados ao estoque em trânsito.

Veja na tabela 5.1 o modo ferroviário tem o menor custo de transporte, mas não o menor custo total. O transporte aéreo, por outro lado, pode compensar com vantagem custo substancialmente elevados de movimentação pelos custos menores de manutenção de estoques. O custo total é mínimo para o modo aeroviário com o nível de serviço sendo mantido para outras alternativas. Assim, a essência do conceito do custo total é considerar todos os fatores relevantes de custo numa decisão particular e procurar pela alternativa de mínimo custo total.

5.2.3. O Conceito do Sistema Total

O terceiro princípio é o conceito de sistema total. Este é uma extensão do conceito do custo total e é provavelmente um dos termos mais utilizados e mal definidos da administração de empresas hoje. Representa uma filosofia para gerenciamento da distribuição que considera todos os fatores afetados de alguma forma pelos efeitos da decisão tomada. Por exemplo, ao escolher um modo de transporte, o conceito do custo total pode encorajar-nos a levar em conta o impacto da decisão nos estoques da empresa. Por outro lado, o conceito do sistema total nos levaria a considerar também o impacto nos estoques do comprador.

O enfoque do sistema total observa os problemas de distribuição em termos abrangentes para descobrir relações que, caso negligenciadas, poderiam levar a decisões subótimas. Este enfoque é particularmente importante na logística, porque a administração logística relaciona-se diretamente com muitas outras áreas funcionais dentro e fora dos limites legais da empresa.

Exemplo. A Regional Electric and Power Company compra carvão para sua estação termoelétrica. Ela transporta o carvão da mina até a estação geradora com seis viagens semanais de trens carregados com 8.000t. A ferrovia envolvida oferece uma tarifa substancialmente menor caso seja utilizada a capacidade completa do trem. Isto significa uma redução na quantidade média de viagens semanais para 2,5 por semana e economiza 12% nos custos de transporte. Não se prevê alterações na taxa de consumo ou de produção de carvão.

Aparentemente, esta proposta parece vantajosa. Entretanto, os carregamentos menos frequentes e com maior volume individual implicam maiores estoques tanto na estação geradora como na mina. Isto acontece porque deve haver um incremento nos estoques da mina para acomodar os carregamentos maiores e outro aumento na termoelétrica para atender as necessidades de carvão dada a menor frequência do arranjo proposto. O conceito do sistema total sugere que o aumento no estoque da mina deveria ser considerado, assim como os estoques na estação geradora, na avaliação da proposta da ferrovia. Pode-se esperar que, caso os custos de estoque da mina aumentem devido a uma decisão favorável ao novo esquema pela companhia elétrica, a mineração tenha que repassar estes custos

para o preço do carvão. Dessa forma, o ponto de vista abrangente do sistema total é necessário para avaliar-se corretamente essa proposta.

5.3. Distribuição Física e Outras Áreas Funcionais

A distribuição física é o membro mais novo da equipe organizacional. Marketing e produção são áreas bem estabelecidas no interior de muitas empresas. Qual é a relação da distribuição física com estas áreas?

5.3.1. Relacionamento com Marketing

Paul Converse, destaca autoridade e professor de marketing no passado, referia-se à distribuição física de “a outra metade do marketing.” A maioria dos principais livros-textos de marketing identifica a distribuição física como um elemento-chave da disciplina. Por exemplo, Jerome McCarthy define marketing como uma mistura de produto, lugar (distribuição física), promoção e preço.

Porque os especialistas de marketing consideram a distribuição física como parte integrante da função de marketing? A resposta está na missão básica que o marketing executa na maioria das firmas, ou seja, gerar lucro para a empresa. A distribuição física contribui para que esta missão. Richard Lewis sugere que marketing tem dois propósitos básicos. Um deles é obter demanda e outro é atender à demanda. Estes dois estão ligados pelo nível de serviço provido.

Conseguir demanda é resultado dos esforços promocionais, assim como do preço e da composição (*mix*) da carteira de produtos oferecidos ao público. Uma vez conseguida a demanda, esta deve ser atendida e é quando a distribuição física age. Seus esforços dirigem-se a colocar o produto certo, no lugar certo e no instante correto para atender aos requisitos da demanda. Caso não existissem outras relações além desta, as atividades de obtenção de demanda e de atendimento da demanda poderia ser facilmente separadas. Mas os profissionais de vendas há muito reconheceram que distribuição física na verdade contribui para aumentar a demanda. Disponibilidade de produto, pronta entrega e atendimento correto dos pedidos são apenas alguns dos serviços que agradam ao cliente. Vendas podem ser

geradas por bom serviço. É o nível de serviço que une os esforços de promoção e distribuição. A Figura 5.5 ilustra este relacionamento.

Ao mesmo tempo, os esforços de marketing podem ajudar a controlar a distribuição física. Consideremos que uma empresa controle seus custos de entrega justamente com promoção de vendas:

Exemplo: Um distribuidor de encanamentos e aquecedores desenvolveu uma promoção criativa para atrair consumidores e diminuir custos de entrega. Ele instalou uma roleta no seu departamento de vendas. Cada cliente que vinhesse a loja para pegar seu produto tinha direito a girar a roleta uma vez. O ponteiro indicaria o nível de desconto a ser oferecido ao pedido. Havia uma grande quantidade de cinco na roda, alguns números dez, um ou dois vintes e apenas um cinquenta. Além de oferecer um sabor diferente a um negócio prosaico, o distribuidor também cortou parte de suas entregas ao encorajar os clientes a ir à loja para pegar seus produtos.

5.3.2. Relacionamento com Produção

Produção é definida como o processo pelo qual bens e serviços são criados. Recentemente, existe um movimento para ampliar o conceito de produção para operações. Operações não apenas inclui a atividade de manufatura, mas também atividades geradoras de serviço. Alguns sugerem que as atividades logísticas são parte da produção, ou que elas deveriam ser incluídas nos conceitos de produção. Não será feita aqui nenhuma tentativa de discutir-se se a distribuição física faz parte da produção. Melhor seria reconhecer que as atividades de produção e de movimentação de bens se sobrepõem substancialmente. É nesta interface que o relacionamento produção/distribuição física acontece.

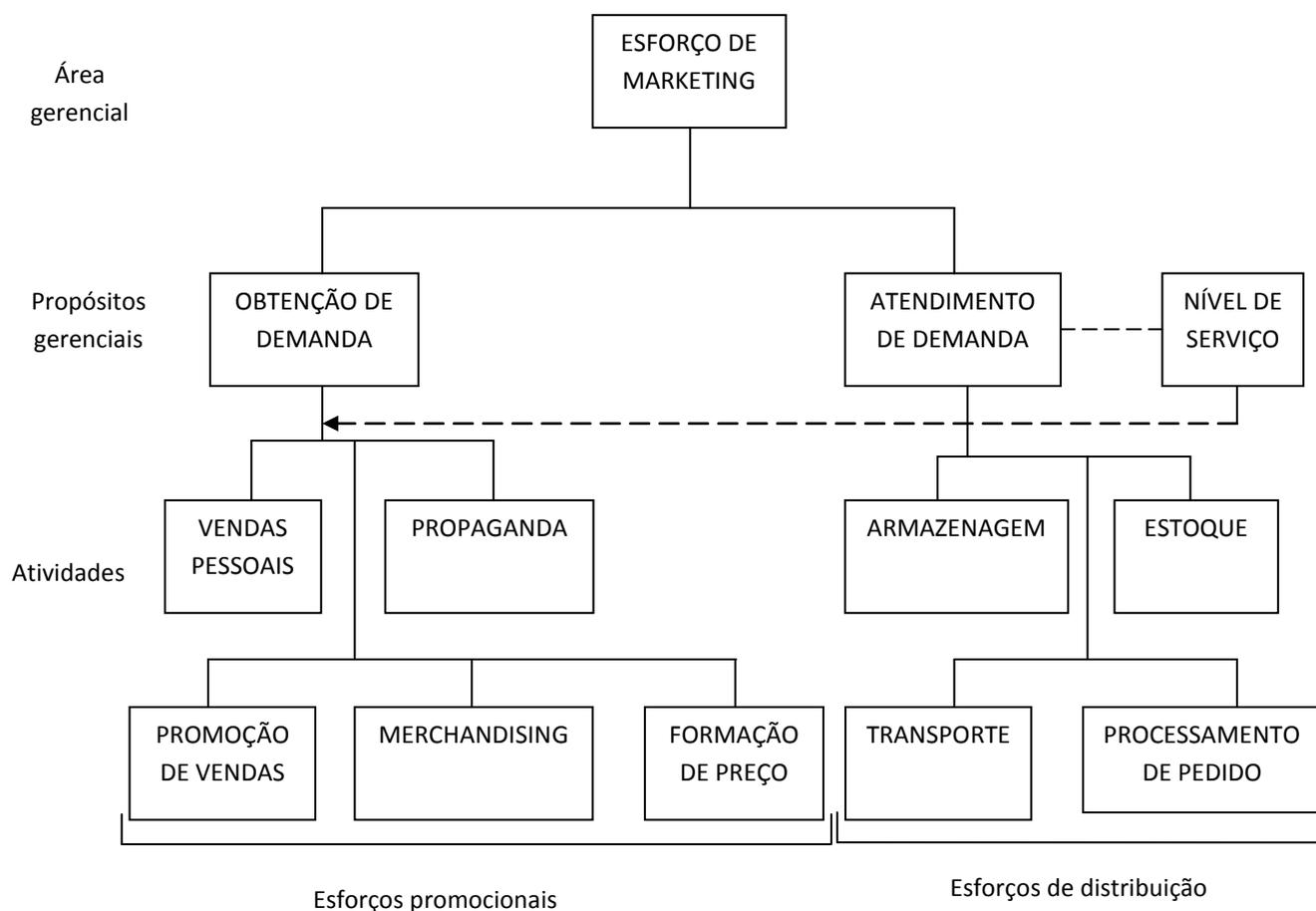


Figura 5.5 *Divisão do esforço de marketing nas atividades de obtenção e atendimento de demanda.*

Esse relacionamento não é tão bem definido como no caso do marketing. De qualquer modo, a relação é forte. Ela ocorre pelo menos de duas maneiras: (1) na programação de ordens de ressuprimento dos armazéns e (2) na definição da carga de produção das fábricas.

Geralmente, é responsabilidade da distribuição iniciar os pedidos de ressuprimento para abastecer os estoques dos armazéns de linha de frente. Se isto for desempenhado sem levar em conta os custos de produção, esta pode ser forçada a trabalhar com sequenciação inadequada dos produtos e pequenos lotes de produção. Por outro lado, caso a produção despreze o custo de distribuição nas suas decisões de sequenciação de produto, o custo de entrega pode ser demasiado

elevado devido às formas antieconômicas de transporte e aos maiores níveis de estoque exigidos do sistema. Melhor coordenação entre a programação e a quantidade dos fluxos é necessária.

Em segundo lugar, o padrão da distribuição em geral determina as quantidades e os tipos de produtos fabricados em cada uma das plantas que compõem a rede logística. O modo pelo qual a demanda é designada pode afetar grandemente os custos totais de produção. Portanto, a programação da produção e a movimentação de bens devem ser planejadas como um problema conjunto.

Atividades de distribuição física devem ser estrategicamente interligadas às funções de produção e vendas da empresa. Esta ligação é necessária, pois o desempenho da gerência de cada uma delas é afetado pelos níveis das atividades de distribuição. Quando isto é devidamente compreendido, pode-se notar que não é tão importante definir se a distribuição física faz parte da produção ou do marketing ou se é função gerencial separada e com o mesmo status das outras. O que realmente importa é a efetiva coordenação que deve ser atingida entre as várias atividades relacionadas com a distribuição, de modo que as diversas compensações dos seus custos sejam exploradas. Veja como a coordenação entre produção e distribuição resultou em substancial economia para Orval Kent Food Company:

Exemplo: A Orval Kent Food Company, Inc., que faz saladas frescas pré-preparadas, encontrara uma forma de evitar perdas. A companhia vende sacos em 10 lb de saladas de alface ou salada mista para empresas de *fast-food* (como McDonald's ou Burger King) ou compradores institucionais (como escolas, empresas aéreas e hospitais).

A companhia verificou que descartava até 50% da alface que recebia no seu centro de processamento, em Chicago, procedente de plantações do Sul da Califórnia (com distância de 2.000 milhas). Considera também que a preparação descarta cerca de 20% de cada pé de alface, principalmente as folhas mais externas, que são deixadas para servirem de proteção durante o transporte.

Os plantadores geralmente enviam a alface adicionada em caixas contendo 24 pés e pesando cerca de 50 lb. Com a introdução do seu Módulo de Processamento Móvel (MPM), a Orval Kent fez com que os próprios plantadores

cortassem, aparassem e preparassem o miolo dos pés durante a colheita, deixando as sobras para adubar os campos. O MPM contém equipamento para cortar, lavar e tratar a alface com banho refrigerado, que contém agentes esterilizantes e antioxidantes para matar bactérias e inibir oxidação. A alface tratada vai então para secadores centralizados, é embalada e despachada em contêineres aéreos ou em carretas refrigeradas. Com isto, a Orval Kent consegue 40 lb de alface utilizável de cada lote 24 pés-15 lb a mais do que antes – e reduziu seus custos de matéria-prima em 30%.

5.4. Distribuição Física em Algumas Empresas

Caso o assunto de distribuição física seja novidade para você, a discussão feita até agora talvez não tenha lhe deixado à vontade para discernir o que está envolvido com ela. Talvez seja de alguma valia apresentar brevemente alguns sistemas de distribuição selecionados de algumas empresas.

5.4.1. Um Fabricante de Produtos de Limpeza Industrial

Esta companhia de compostos de limpeza líquidos ou em pó para uso industrial e institucional. Clientes típicos são lavadoras de automóveis, restaurantes, escolas e indústrias, chegando a cerca de 70.000 firmas nos Estados Unidos. A companhia vende cerca de \$ 50 milhões anualmente, sendo uma das divisões de uma *holding* grande e diversificada. Sua linha de produtos contém mais de 750 itens, manufaturados em quatro plantas industriais – uma no Leste, uma no Meio-Oeste, uma no Sul e outra no Oeste. O tamanho médio dos lotes de compra é de aproximadamente 600 lb.

A produção não é complicada. Ela envolve essencialmente a mistura de componentes químicos em várias proporções, a partir de produtos fornecidos a granel por grandes indústrias químicas. Isto permite a entrada fácil de competidores potenciais nesse tipo de ramo. Portanto, a competição é acirrada nesse tipo de mercado. Os clientes enxergam os produtos das várias empresas como facilmente substituíveis e frequentemente optam pelo menor preço e melhor serviço. É comum

os vendedores manterem alguns itens num estoque pessoal no caso de uma “emergência” e um concorrente tem até mesmo caminhões despachados via rádio para atender pedidos urgentes, pois muitos clientes esperam até ficar completamente sem estoques para realizar pedidos.

Qual classe de sistema de distribuição física que a companhia criou para atender a estas características da demanda? Neste caso, a empresa atuou colocando estoques em depósitos públicos em mais de 100 locais. Depósitos públicos providenciam espaço de armazenagem via cobrança de aluguéis. Manter tal área em depósitos próprios não era viável para empresa deste porte. Quando um cliente lançava uma ordem de compra, não importa se por contato telefônico com o dos estoques dos depósitos escritório de vendas do armazém ou por um vendedor, o pedido era atendido a partir dos estoques dos depósitos. A entrega era geralmente realizada por intermédio de companhias locais de transporte. Os detalhes de entrega eram feitos no depósito público. Quando os estoques do depósito estavam exauridos, ressuprimentos eram enviados de uma fábrica designada em caminhões com carga completa (transferências), usando facilidades de transporte alugado. Vez ou outra, carregamentos por via ferroviária eram feitos se o tamanho da ordem de ressuprimento permitisse carregamentos de grande volume.

O controle de estoque nos armazéns era realizado com o auxílio de um computador localizado na central. Após uma ordem de compra ser processada no depósito, ela era anexada a uma nota de entrega (conhecimento de embarque) e enviada à central. A informação era colocada no computador de modo a permitir a atualização dos níveis de estoque. O computador era utilizado para manter registros de estoque de todos os itens em todos os armazéns, para emitir pedidos de ressuprimento para os depósitos e para preparar relatórios de inventário periodicamente.

Compradores de grandes quantidades eram abastecidos diretamente dos estoques de fábrica. Caso um pedido não pudesse ser completamente atendido a partir de um depósito devido à falta de estoques, itens não atendidos eram despachados como carga parcelada (entrega com carga que não lota um caminhão e, portanto, com custo unitário de transporte maior do que quando se trabalha com carga completa) a partir das fábricas.

5.4.2. Bulk Chemicals

A Bulk Chemicals apresenta um exemplo oposto para seu sistema de distribuição. Esta empresa é um grande fornecedor de soda, fosfatos, cianuretos clorados, peróxido de hidrogênio e outros produtos para uso industrial. Suas vendas anuais são da ordem de \$ 500 milhões. Seus clientes são em geral grandes empresas industriais de vidro, alimentos, papéis e têxteis, além de estações municipais de tratamento de rejeitos. Mais de 2,7 milhões de toneladas de produtos são entregues a cada ano.

Dos 80.000 pedidos processados anualmente, a maior parte é movimentada para cerca de 30 pontos geográficos. Existem dez plantas industriais operadas pela companhia, mas cada uma delas se especializa em apenas um ou dois produtos. Aproximadamente 80% das vendas são grandes volumes que não são processados através de um sistema de armazéns.

O projeto do sistema de distribuição física correspondia à natureza da demanda, à vontade de controlar os custos de distribuição e às exigências de serviço. A maior parte das vendas, em volume, era transportada por via ferroviária.

Parte dos produtos necessitava de um serviço de entrega em 24 horas, sendo comprados em pequenas quantidades. Para esses produtos, a companhia estabeleceu cinco depósitos próprios e cinco centrais de distribuição próprias, além de nove outras centrais adicionais alugadas. Vários dos depósitos serviam como facilidades comuns para mais de uma linha de produtos.

A empresa também servia-se de uma variedade de serviços de transportes. Parte do equipamento rodoviário e ferroviário era própria e utilizado principalmente quando havia volume suficiente de movimentação, de modo a permitir o retorno do seu investimento, ou quando era necessário algum equipamento especial que as ferrovias ou transportadoras rodoviárias não dispunham. Os produtos eram transportados em vagões abertos convencionais ou em vagões-tanques, no caso ferroviário, e em caminhões com carroceria equivalente.

O sistema de distribuição é diversificado: uma mistura de equipamentos e facilidades próprias ou alugadas. Facilidades e equipamentos próprios podem ser

justificados quando há volume adequado fluindo pelo sistema de distribuição e se o perfil da movimentação permitir boa utilização tanto das facilidades como dos equipamentos. O sistema de distribuição também caracteriza-se pela grande proporção do fluxo movido diretamente aos clientes.

5.4.3. Uma Linha de Bens de Consumo

O último exemplo ilustra o sistema de distribuição de produtos de consumo. Esta linha conta com produtos para conservas caseiras, incluindo potes de vidro, tampas, acessórios diversos e embalagens para congelamento (caixas e sacos). Esses produtos são produzidos numa divisão de grande companhia que fabrica recipientes e utensílios de vidro. As vendas anuais da divisão somam aproximadamente \$ 35 milhões.

A linha de produtos é feita principalmente em quatro plantas distribuídas nos Estados Unidos. Seus clientes são em grande parte distribuidores, que por sua vez, abastecem varejistas, apesar de algumas vendas serem realizadas diretamente para os maiores lojistas.

O sistema de distribuição é composto por aproximadamente 50 depósitos públicos e por transportadoras contratadas. A demanda para produtos de conservas caseiras é altamente sazonal e a capacidade de produção é limitada, de forma que muitos armazéns ficam vazios três ou quatro meses por ano. A posseção do sistema de distribuição é muito questionável, dada a natureza sazonal da demanda.

Devido à grande demanda e à capacidade limitada de produção, a companhia é capaz de vender tudo o que produz e seus níveis de estoques tendem a ser razoavelmente baixos. Isto significa que os custos de transporte são a chave para o bom projeto do sistema de distribuição. Como o tamanho médio do pedido de um distribuidor é de 12.000 lb, que é menor do que a capacidade de um caminhão, manter armazéns no sistema pode diminuir os custos de transporte. Ou seja, os produtos deveriam despachados para os depósitos em grandes lotes e a partir deles em quantidades menores. Os custos totais de transporte seriam menores

comparados com aqueles incorridos no caso de servir os distribuidores diretamente das fábricas com fretes de carga parcelada.

Este de sistema é típico para produtos acabados – um sistema de armazéns utilizados para manter disponibilidade de estoques, para dividir os grandes carregamentos nos lotes de pedido e para prover o tempo de entrega que o cliente deseja.

5.5. **Resumo**

Este capítulo tentou ilustrar a natureza da distribuição física como parte da logística empresarial. Distribuição física é aquele aspecto da administração de empresas que trata de servir a demanda pelos produtos e serviços da firma. Ela é executada nos três níveis da administração: (1) no longo prazo, i.e., o planejamento estratégico de como a administração deve ser executada; (2) a utilização do sistema de distribuição, i.e., o planejamento tático; e (3) a execução diária das tarefas de distribuição, i.e., a operação. As muitas alternativas que a administração tem para garantir serviço de distribuição física eficiente e eficaz fazem desta uma área complexa para o gerenciamento.

Os conceitos de compensação de custos, do custo total e do sistema total foram apresentados. Essencialmente, esses conceitos nos animam a olhar além da minimização dos custos isolados de transporte, de estoque ou de processamento de pedidos. Pelo contrário, áreas que têm comportamentos opostos nos seus perfis de custo, como transportes e estoques, devem ter suas parcelas de custo identificadas e balanceadas numa combinação ótima. Esta ideia de compensar custos conflitantes deveria ser estendida até os limites da responsabilidade pela distribuição física da firma, uma vez que existem interfaces com áreas como marketing e produção e mesmo com atividades logísticas das firmas, além dos limites da própria empresa.

Finalmente, algumas breves descrições foram feitas para mostrar como companhias reais lidam com seus problemas de distribuição física. O tipo de distribuição depende em grande parte da natureza do produto movimentado, do

padrão de sua demanda, dos custos relativos das várias opções de distribuição física e das exigências de nível de serviço.

✓ **Questões e Problemas**

1. O que Donald Bowersox quis dizer quando escreveu que “não é a organização (da distribuição física) que tem importância crítica, mas sua filosofia de operação”?
2. O que são custos conflitantes? Por que eles são importantes na administração da distribuição física?
3. Explique a diferença entre as atividades que criam e as que atendem a demanda de uma empresa.
4. Por que marketing tenta controlar as atividades de distribuição física?
5. Compare os níveis administrativos estratégico, tático e operacional na distribuição física, indicando o tipo de decisões que são tomadas caso você fosse o responsável de cada nível.
6. Além da compensação de custo entre o transporte e o estoque, que outras compensações de custo você imagina que poderiam existir e em quais situações?
7. Quais são as diferenças (e similaridades) entre os conceitos de compensação de custos, de custo total e de sistema total?
8. Quais as diferenças entre uma atividade primária e uma atividade de interface na distribuição física? Das seguintes, quais são as primárias, quais são de interface e por quê?

✓ **Atividades**

- Transporte
- Manutenção de estoques
- Processamento de pedidos
- Armazenagem
- Manuseio de materiais
- Embalagem de proteção
- Planejamento agregado da produção.

6. Armazenagem de Produtos

Dizem que a razão para o aumento das tarifas postais americanas é que os Correios cobram a armazenagem da correspondência ao invés da sua entrega.

*Paul Harwitz
The wall Street Journal*

Armazenagem e manuseio de mercadorias são componentes essenciais do conjunto de atividades logísticas. Os seus custos podem absorver de 12 a 40% das despesas logísticas da firma.

Ao contrário do transporte, que ocorre entre locais e tempos diferentes, a armazenagem e manuseio de materiais acontece, na grande maioria das vezes, em algumas localidades fixadas. Portanto, os custos destas atividades estão intimamente associados à seleção desses locais.

Este capítulo focaliza as necessidades, usos, alternativas e custos do espaço físico para armazenagem.

6.1. Necessidades de Espaço Físico

As firmas realmente necessitam de espaço físico para estocagem? Se as demandas pelos produtos da empresa forem conhecidas com exatidão e se as mercadorias puderem ser fornecidas instantaneamente, teoricamente não há necessidade para manter espaço físico para o estoque. Entretanto, não costuma ser prático nem econômico operar desta maneira, pois geralmente a demanda não pode ser prevista precisamente. Para alcançar perfeita coordenação entre oferta e demanda, a produção deveria ter tempo de resposta instantâneo e o transporte deveria ser totalmente confiável, com tempo de entrega nulo. Isto não existe em operações reais. Portanto, as empresas usam estoques para melhorar a coordenação entre oferta e demanda e diminuir os custos totais. Segue-se que manter inventário gera a necessidade do espaço de armazenagem e da movimentação interna dos materiais.

Os custos da armazenagem e do manuseio de materiais são justificáveis, pois eles podem ser compensados com os custos de transporte e de produção, ou seja, uma firma pode reduzir seus custos produtivos, pois seus estoques armazenados absorvem flutuações dos níveis de produção devido a incertezas do processo de

manufatura ou a variações de oferta ou demanda. Além disso, estoques podem reduzir custos de transporte, pois permite o uso de quantidades maiores e mais econômicas nos lotes de carregamento. A questão é justamente utilizar inventário suficiente para o correto balanço econômico entre os custos de estocagem, produção e transporte.

Muitas firmas hoje estão evitando ou minimizando a necessidade de armazenagem pela aplicação do conceito just-in-time. A ideia é ajustar o suprimento e a demanda no tempo e na quantidade, de forma que produtos ou matérias-primas cheguem justamente quando são necessários. Este conceito tem sido usado mais efetivamente no suprimento das empresas, pois a demanda por materiais é frequentemente derivada da demanda por produtos finais, nos quais entram com matérias-primas ou componentes. Portanto, se a demanda por produtos acabados é conhecida com razoável grau de precisão, então a demanda por suprimentos também deve ser conhecida. Não obstante, à medida que existem descontos para compras ou transportes de grandes lotes e permaneçam incertezas nas demandas previstas e nos tempos de carência para aquisição de matérias-primas, haverá a necessidade de estoques e de armazéns para guardá-los. O conceito just-in-time é praticado juntamente com os métodos de cálculo de necessidades de produção (MRP – *materials requirements planning* – planejamento de necessidades de materiais) e de distribuição (DRP – *distribution requirements planning* – planejamento de necessidades de distribuição), que serão discutidos posteriormente.

6.1.1. Quatro Razões Básicas para Espaço Físico

Existem quatro razões básicas para uma organização utilizar espaço físico de armazenagem. Elas são: (1) reduzir custos de transporte e produção, (2) coordenar suprimento e demanda, (3) auxiliar o processo de produção e (4) auxiliar o processo de marketing.

Reduzir custos de transportes e produção. O exemplo da Combined Charities ilustra apenas uma causa para a necessidade de espaço – reduzir custos de transporte pela compensação nos custos de produção e estocagem. Por

consequente, os custos totais de fornecimento e distribuição dos produtos podem ser diminuídos.

Coordenação de suprimentos e demanda. Empresas que têm produção fortemente sazonal com demanda por produtos razoavelmente constante enfrentam o problema de coordenar seu suprimento com a necessidade de produtos. Indústrias alimentícias produtoras de vegetais e frutas enlatadas são forçadas a armazenar produção de modo a atender o mercado durante a entressafra. Inversamente, firmas que devem fornecer produtos ou serviços a uma demanda sazonal ou incerta produzem, em geral, com nível constante ao longo do ano para minimizar custos de produção, mantendo estoques para atender a curta temporada de vendas. Aparelhos de ar condicionado e brinquedos natalinos são dois exemplos. Toda vez que fica muito caro coordenar suprimento e demanda de forma precisa, são necessários estoques.

Problemas associados às oscilações nos preços de *commodities* também podem gerar necessidade de armazenagem. Materiais e produtos que experimentam súbitas alterações de preço (por exemplo, cobre, aço e petróleo) podem ser comprados antes do necessário para obter menores preços. Geralmente será necessário ter espaço pra o inventário, mas seu custo pode ser contrabalançado pelos melhores preços obtidos na compra das *commodities*.

Necessidades da produção. A armazenagem pode fazer parte do processo de produção. A manufatura de certos produtos, como queijos, vinhos e bebidas alcoólicas, requer um período de tempo para maturação ou envelhecimento. Depósitos servem não apenas para guardar o produto durante a fase de manufatura, mas, no caso de produtos taxados, a armazenagem pode ser usada para segurar a mercadoria até sua venda. Neste caso, companhias podem evitar o pagamento de impostos até o momento da venda.

Considerações de marketing. É interessante para a área de marketing a disponibilidade do produto no mercado. A armazenagem é utilizada para agregar esse tipo de valor. Ou seja, pela estocagem do produto próximo aos consumidores, podem-se conseguir entregas mais rápidas. A melhoria do nível de serviço devido a

melhor entrega, assim como a maior disponibilidade, pode ter efeito positivo nas vendas.

6.2. **Localização de Depósitos**

Uma vez estabelecida a necessidade por área de armazenagem tenha sido estabelecida, a próxima consideração é saber a localização deste espaço. Esta decisão é feita tipicamente em dois níveis. Inicialmente, um armazém é localizado com referência aos outros depósitos do sistema logístico. Como algumas companhias chegam a ter de 30 a 50 locais de estocagem por todo o país, a análise para situar todas elas deve ser suficientemente geral, de modo que um armazém qualquer possa ser localizado dentro de um único município. Os tremendos problemas computacionais para balancear custos de transporte, manutenção de estoques e processamento de pedidos para a grande quantidade de possíveis combinações torna pouco prática uma localização mais precisa.

Na segunda fase, após a definição da região geográfica, um sítio específico deve ser escolhido, ou seja, se o armazém deve ser localizado em determinado bairro ou distrito industrial do município. A análise geral pode sugerir bom local potencial. Entretanto, é dada pouca consideração quanto à variação dos custos de terrenos e dos serviços disponíveis dentro de uma área metropolitana. Tais custos e fatores devem ser ponderados para cada região na primeira análise geral.

A localização de facilidades envolve o uso de muito julgamento, arte e intuição. Os analistas da decisão devem seguir uma lista de verificação dos fatores que podem auxiliar a diminuir a amplitude de suas escolhas. Os seguintes fatores são comumente utilizados:

- Leis de zoneamento locais.
- Atitude da comunidade e do governo local com relação ao depósito.
- Custo para desenvolver e conformar o terreno.
- Custos de construção.
- Disponibilidade e acesso a serviços de transportes.
- Potencial para expansão.
- Disponibilidade, salários, ambiente e produtividade da mão-de-obra local.

- Taxas relativas ao local e à operação do armazém.
- Segurança do local (fogo, furto, inundação, etc.).
- Valor promocional do local.
- Taxas de seguro e disponibilidade de financiamento.
- Congestionamento de tráfego nas redondezas do local.

Caso pretenda-se alugar espaço de armazenagem, os fatores que tratam da posse ou construção podem ser colocados de lado. Informações associadas a estes fatores podem ser coletadas dos advogados locais, transportadoras, agências governamentais, companhias de utilidades, engenheiros, executivos de outras empresas com depósitos na área e firmas especializadas no problema de localização industrial e de facilidades.

6.3. Dimensionamento da Facilidade de Armazenagem

Uma vez localizado o depósito, a próxima decisão é determinar o tamanho necessário do edifício. Se o inventário deve ser estocado inteiramente num espaço alugado, então não é necessário nenhum dimensionamento. Se todo o estoque deve ser guardado numa facilidade própria ou alugada, então o espaço requerido deverá atender o nível máximo de estoque para uma temporada. Entretanto, caso se empregue espaço alugado combinadamente com facilidades próprias, então o problema transforma-se em como utilizar o espaço alugado para atender as necessidades de picos de armazenagem. Isto gera utilização eficiente para as facilidades próprias ou alugadas e uso de espaço alugado em armazéns de terceiros (que é mais caro) apenas quando preciso. O tamanho ótimo do prédio será aquele que dá o custo mínimo para a combinação dos dois tipos de espaço físico.

Exemplo. A Byers Products é distribuidora de mercadorias em geral, compradas de grande número de fornecedores e vendidas por correspondência. Os produtos são estocados num armazém e as necessidades de espaço físico por trimestre são de 50.000, 100.000, 150.000 e 100.000 pés quadrados. Se o custo fixo para construir módulos de armazenagem de 50.000 pés quadrados é de \$ 500.000, mais um custo variável de \$ 10/pé quadrado e um custo operacional anual de \$ 0,10/pé quadrado,

versus um custo de espaço alugado em depósitos públicos de \$ 0,75/pé quadrado ao ano, qual deve ser a dimensão do prédio a ser construído? (A vida útil esperada do edifício é de 30 anos.)

Sem levar em conta custos de oportunidade do capital, os seguintes requisitos serão atingidos pelo aluguel de área de terceiros conforme a tabela abaixo:

NECESSIDADES TRIMESTRAIS	DIMENSÃO DO DEPÓSITO PRÓPRIO, PÉS QUADRADOS		
	50.000	100.000	150.000
50.000	0	0	0
100.000	50.000	0	0
150.000	100.000	50.000	0
100.000	50.000	0	0

O custo associado à estocagem de mercadorias em 50.000 pés quadrados é de $0,10 + (500.000 + 10 \times 50.000) / (30 \times 50.000) = \$ 0,77/\text{pé quadrado}$. Num depósito de 100.000 pés quadrados, o custo será de \$ 0,60/pé quadrado e num de 150.000 pés quadrados, ele será de \$ 0,54/pé quadrado. Assumindo que os produtos são estocados no depósito próprio antes de usar espaço alugado de terceiros, então podem-se projetar os seguintes custos como a combinação dos dois tipos de armazenagem:

DIMENSÃO DO DEPÓSITO, PÉS QUADRADOS	NECESSIDADES TRIMESTRAIS				CUSTO ANUAL
	50.000	100.000	150.000	100.000	
50.000	\$ 9.625 ^a	\$ 19.000 ^b	\$ 28.375	\$ 19.000	\$ 76.000
100.000	15.000	15.000	24.375	15.000	69.375
150.00	20.250	20.250	20.250	20.250	81.000

^a \$ 0,77 x 50.000/4 = \$ 9.625

$$^b (\$ 0,77 \times 50.000 + 0,75 \times 50.000) / 4 = \$ 19.000$$

Para obter o mínimo custo anual, deve-se construir um depósito de 100.000 pés quadrados e utilizar armazém público no terceiro trimestre do ano.

6.4. Alternativas de Armazenagem

Como os armazéns podem ser aproveitados para o atingimento dos objetivos logísticos? Quais alternativas tem a administração para obter espaço físico para estoques? Qual é a natureza dos custos para as diferentes alternativas possíveis? Estas são questões básicas que a gerência deve enfrentar após decidir que há necessidade de algum local para armazenagem.

6.4.1. Funções da Armazenagem

Depósitos prestam quatro classes principais de serviços ao usuário. O projeto da facilidade geralmente reflete a natureza dos serviços que esta desempenha. Esses serviços são (1) abrigo, (2) consolidação, (3) transferência e transbordo e (4) agrupamento ou composição (*mixing*).

Abrigo de produtos. Talvez o uso mais óbvio da armazenagem seja a guarda de estoques, gerados pelo desbalanceamento entre oferta e demanda. Armazéns providenciam proteção para as mercadorias, além de longa lista de serviços associados, como manutenção de registros, rotação de estoques e reparos.

O projeto do armazém reflete o período de tempo no qual se espera que os produtos permaneçam guardados. Portanto, facilidades que mantêm estoques por períodos prolongados, como aquelas usadas para envelhecer bebidas alcoólicas ou guardar produtos com demanda sazonal, são frequentemente estruturas antigas com diversos pavimentos ou níveis. Quando existe rápida rotação do produto, como acontece com muitos produtos alimentícios, a estrutura geralmente tem apenas um pavimento, projetado para garantir a eficiência na movimentação interna do material.

Consolidação. A estrutura das tabelas de frete, especialmente quando contém reduções substanciais para grandes lotes, influencia o modo pelo qual

depósitos são usados para a movimentação de produtos. Se a mercadoria é originária de muitas fontes diferentes, a empresa pode economizar no transporte se as entregas forem feitas num armazém, onde as cargas são agregadas ou consolidadas e, então, transportadas num único carregamento até seu destino final. O armazém de consolidação é mais frequente no suprimento de materiais.

Exemplo. A TDW Motor Company fabrica caminhões especiais sob encomenda. A produção é programada quando os pedidos são recebidos na planta montadora localizada em San Diego. Os fornecedores de eixos, transmissões e motores estão localizados em Detroit, Cleveland e Pittsburgh. Um pedido típico de clientes resulta em ordens de compra para 30.000 lb de eixos, 35.000 lb de transmissões e 38.000 lb de motores. O custo total para a entrega direta a partir dos fornecedores até San Diego é de \$ 5.204, conforme mostra a Tabela 6.1 (a).

a. SEM CONSOLIDAÇÃO								
Localização do fornecedor	Produto		Frete de carga parcelada até San Diego, \$/lb	Custo				
		Peso da carga, lb.						
Detroit	Eixos	30.000	0,048	\$ 1440				
Cleveland	Transmissões	35.000	0,050	1750				
Pittsburgh	Motores	38.000	0,053	2014				
Totais		103.000		\$ 5204				
b. COM CONSOLIDAÇÃO								
Localização do fornecedor	Produto		Frete de carga parcelada até Cleveland ^b	Total, carga parcelada	Taxa do armazém ^c	Frete de carga cheia de Cleveland até San Diego, \$/lb. ^c	Total, carga cheia	Custo ^a
		Peso da carga, lb.						
Detroit	Eixos	30.000	\$ 0,0050	\$ 150	\$ 110	\$ 0,025	\$ 750	\$ 1010
Cleveland	Transmissões	35.000	0,0020	70	120	0,025	875	1065
Pittsburgh	Motores	38.000	0,0040	152	125	0,025	950	1227
Totais		103.000		103.000				\$ 3302

^a Total de fretes de carga parcelada ale Cleveland, taxas de armazenagem e fretes de carga cheia até San Diego.

^b Frete do transporte local (de ponta) do fornecedor até a armazenagem.

^c Basicamente uma taxa de manuseio mais uma taxa mínima de armazenagem.

Como alternativa, um depósito para consolidação pode ser estabelecido em Cleveland, onde cargas parceladas podem ser combinadas em cargas ferroviárias completas (isto é, preenchendo a capacidade de um vagão) para a Costa Oeste. O diagrama da Figura 6.2 mostra a consolidação no armazém. Desta maneira, a companhia pode reduzir seus custos de entrega para \$ 3.302, mesmo após desembolsar as despesas de armazenagem [Tabela 6.1 (b)]. Repare que esta economia acontece mesmo quando os eixos vão de Detroit a Cleveland (sentido contrário a San Diego).

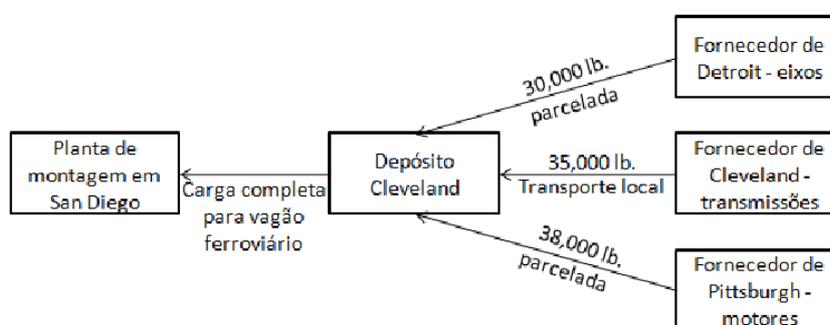


Figura 6.2 *Uso de depósito em Cleveland para consolidação de frete.*

Transferência e transbordo. Uma das formas mais populares do uso de depósitos é desagregar ou fracionar quantidades transferidas em grandes volumes para as quantidades menores demandadas pelos clientes. Esta função é oposta à da consolidação. É aplicação do importante princípio logístico de *despachar tão longe quanto possível com o maior volume viável*. Ou seja, a estrutura dos fretes é tal que grandes lotes de entrega o *maior volume viável*. Ou seja, a estrutura dos fretes é tal que grandes lotes de entrega têm fretes unitários significativamente mais baixos do que entregas menos volumosas. Portanto, distribuir para clientes que demandam pequenos volumes fica mais barato se um depósito regional é estabelecido para atendê-los. Uma ilustração de como este terminal de transferência opera está na Figura 6.3(a). O produto pode ser estocado por algum tempo para sincronizar as entradas (suprimento) com as saídas (demanda) do armazém.

A utilização de um terminal de carga para transbordo é semelhante ao caso do terminal ou depósito de transferência, com exceção de que não se intenciona a

guarda do produto. O depósito serve simplesmente como o ponto onde os grandes lotes de entrega terminam sua viagem e onde se originam as entregas dos volumes fracionados [veja Figura 6.3 (b)]. O armazém, como um terminal de carga, providencia as facilidades de operação intermodal da troca de um tipo de veículo para outro, desagregando os grandes volumes entregues nos menores volumes de distribuição.

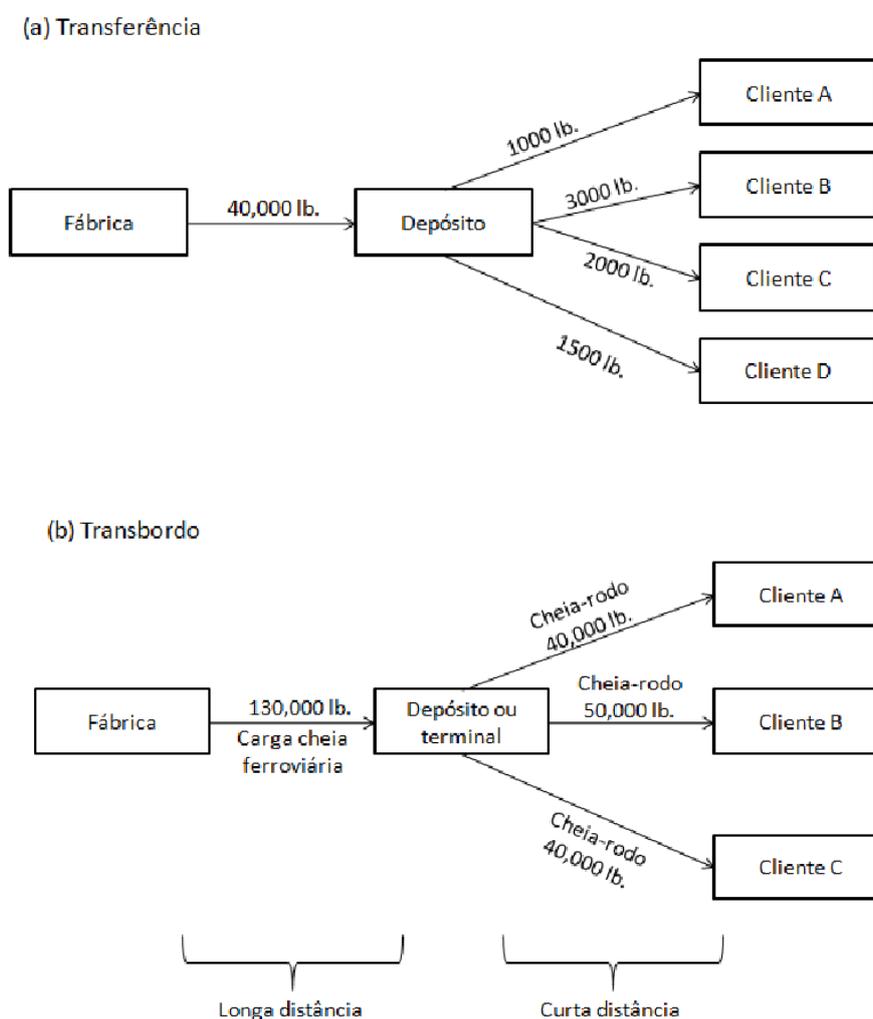


Figura 6.3 Ilustração das funções de transferência e transbordo.

Exemplo. Uma grande indústria química produz agentes químicos em pó para uso em diversos processos industriais. Esses agentes são manufaturados em uma única instalação no Utah. Existem apenas alguns poucos grandes clientes, a maioria deles localizados no Meio-Oeste e no Leste. As ordens de fabricação são

normalmente agrupadas, deixando assim o produto disponível para entrega aos clientes no mesmo instante. Apesar de os pedidos de qualquer um dos clientes serem suficientemente grandes para garantir cargas rodoviárias cheias, a empresa descobriu que poderia minimizar custos de transporte se estabelecesse um ponto de transbordo entre a fábrica e os clientes. Este ponto era um terminal ferroviário. A companhia poderia despachar pedidos de diversos clientes por ferrovia até o terminal e dali transferi-los para caminhões, que realizariam a entrega final aos usuários. Os custos de transporte eram substancialmente menores porque os pedidos podiam ser movimentados por meio ferroviário, com menores fretes, pela maior parte da distância.

Agrupamento. Um uso especializado para depósito é o agrupamento de itens de produto. Algumas empresas com linha extensa de produtos podem fabricá-la integralmente em cada uma de suas plantas industriais. Os clientes geralmente compram a linha completa. Podem-se obter economias de produção pela especialização de cada fábrica na manufatura de uma parte da linha de produtos, e entregando a produção num depósito, em vez de diretamente nos clientes. No depósito, os itens são agrupados conforme os pedidos realizados. O custo adicional do armazém pode ser mais que compensado pelos menores custos de manufatura, resultantes dos maiores lotes de produção para menos itens em cada planta.

6.4.2. Tipos de Depósitos

Uma organização que necessite de espaço físico para estoques tem uma série de opções. Elas são (1) possuir o depósito, (2) alugar espaço físico, (3) alugar o depósito e (4) estocar em trânsito. Cada alternativa oferece diferentes níveis de custo, risco e envolvimento gerencial.

Espaço físico próprio. A maior parte das indústrias e das organizações de serviço possuem espaço físico para armazenagem em alguma forma. Esta forma pode variar desde uma sala dos fundos para suprimentos de escritório até um armazém para produtos acabados com dezenas de milhares de metros quadrados. Entretanto, sua característica comum é que a firma ou organização investiu seu

capital na facilidade. A empresa espera obter desse investimento um sem-número de vantagens, tais como:

- Armazenagem mais barata do que seria possível pelo aluguel de espaço de terceiros, especialmente quando há elevada utilização da facilidade a maior parte do tempo.
- Maior grau de controle sobre as operações de armazenagem, que ajuda a manter operações eficientes e alto nível de serviço.
- Os benefícios provenientes da posse do terreno.
- O espaço pode ser convertido para outros usos, como manufatura.
- O espaço pode servir como base para um escritório de vendas, garagem da frota própria, departamento de transportes ou de compras.
- Se o produto requer pessoal ou equipamento especializado, tais como certos produtos químicos e farmacêuticos, o espaço próprio pode ser a única alternativa viável.

Frequentemente, o incentivo para posse de espaço próprio é obter boa taxa de retorno para o investimento. Para tanto, a administração deve assumir maiores responsabilidades, associadas a leis do trabalho e outras e ao risco da perda de capital, caso a rentabilidade projetada não se materialize. Estes problemas muitas vezes levam a administração a optar pela alternativa de não manter espaço próprio.

Alguns depósitos próprios são atualmente exemplos de melhoria na produtividade pela aplicação de tecnologia moderna nos Estados Unidos. Os armazéns mais modernos são tipicamente de um pavimento e, em média, são mais largos que os antigos, têm elevado nível de automação e informática para garantir alto desempenho e são construídos como se fossem fortalezas, para reduzir riscos de incêndio, arrombamento e deterioração do prédio.

Aluguel de espaço de terceiros. Uma companhia pode evitar depósitos próprios pelo uso dos serviços oferecidos pelos milhares de armazéns públicos espalhados pelo país. Armazéns públicos operam de maneira análoga aos transportadores regulares. Ou seja, providenciam serviços mediante remuneração aos seus usuários. São de grande utilidade para aqueles que precisam expandir ou contratar espaço físico por curto período de tempo ou realocar sua área de

estocagem frequentemente. As taxas de armazenagem são geralmente cotadas para períodos tão curtos como um mês. Esses depósitos públicos competem com os privados, aceitando usuários cujos níveis de armazenamento mesclam-se de maneira a gerar alto nível de utilização do espaço disponível durante o ano inteiro. O depósito próprio pode ter períodos de subutilização da capacidade devido à linha limitada de produtos que armazena. Portanto, as taxas cobradas por um depósito público podem ser tão baixas, ou até mesmo menores, quanto os custos desembolsados numa facilidade própria.

Tipos. Existem muitos tipos de armazéns públicos, que oferecem amplo leque de serviços. O depósito próprio costuma ser especializado para as necessidades de seu proprietário. Alto grau de especialização no projeto da facilidade e dos equipamentos limita o caso privado àqueles usuários que podem justificar o risco deste investimento. Por outro lado, o armazém público deve atender obrigatoriamente grande amplitude de requisitos dos seus usuários. Isto significa que depósitos públicos são geralmente facilidades de uso geral com equipamentos versáteis.

Existe alguma especialização, entretanto, mas apenas dentro das categorias mais amplas de produtos. Creed Jenkins classificou-os em cinco tipos básicos:

Armazéns de “commodities”. São aqueles que limitam seus serviços a certos grupos de mercadorias-padrão (*commodities*). Especializam-se no manuseio e armazenagem de produtos como madeira, algodão, tabaco e cereais.

Armazéns para granéis. Alguns depósitos oferecem manuseio e armazenagem de produtos granelizados, tais como produtos químicos líquidos, petróleo e derivados, xaropes etc. A combinação e o fracionamento de carga podem ser parte do serviço oferecido.

Armazéns frigorificados. São depósitos refrigerados. Servem para guardar perecíveis, como frutas, vegetais e comida congelada, além de alguns produtos químicos e farmacêuticos.

Armazéns para utilidades domésticas e mobiliário. A armazenagem e o manuseio de bens de uso doméstico e mobiliário são a especialidade destes

depósitos. Seus principais clientes são empresas que distribuem miudezas de uso caseiro e não os fabricantes de móveis.

Armazéns de mercadoria em geral. Estes manuseiam amplo leque de itens, não exigindo as facilidades ou equipamentos especializados dos tipos anteriores.

Na prática, um armazém público deve oferecer serviços que atraiam clientes potenciais. Naturalmente, o depósito deve ser capaz de atender serviços normais de recepção, armazenagem, despacho, consolidação, combinação de cargas, transferências e estocagem em trânsito. Entretanto, o moderno operador deste tipo de facilidade oferece muito mais. Conforme a Associação Americana dos Profissionais de Armazenagem, deve-se esperar que os seguintes serviços sejam oferecidos:

- Manuseio, armazenagem e distribuição por volumes (cubagem) e por peso.
- Estocagem em trânsito.
- Armazenagem alfandegada.
- Armazenagem sem taxaço.
- Ambiente com temperatura e umidade controladas.
- Aluguel de espaço físico por metro quadrado.
- Espaço para escritório e exposição; serviços administrativos especiais e telefone.
- Informação de tráfego.
- Manuseio e distribuição de veículos compartilhados com outras empresas e consolidação de carregamentos.
- Inventário físico.
- Facilidades de transmissão de dados.
- Planos de consolidação de fretes.
- Empacotamento e montagem.
- Defumaço.
- Marcaço, etiquetagem, gravaço e embalamento.
- Entregas postais e expressas.
- Proteço e amarraço da carga.
- Carga e descarga de veículos.

- Consertos, montagem de barris, amostragem, pesagem e inspeção.
- Compilação de relatórios especiais de estoques.
- Manutenção de entregas para clientes com crédito.
- Transporte rodoviário local e de longo curso.
- Entrega e instalação de equipamentos.
- Cartas de recebimento de mercadorias no armazém (negociáveis e não-negociáveis).
- Preparação de relatórios de exceções (excesso, faltas e danos).
- Cobrança de fretes *pro rata*.
- Preparação de faturamento de frete.
- Informação de crédito.
- Empréstimos sobre mercadorias armazenadas.
- Serviços de armazenagem de campo.
- Serviços portuários.
- Armazenagem de máquinas, aço e outros itens que requerem equipamentos especiais para manuseio.
- Pátios de estocagem.
- Manuseio, armazenagem e ensacamento de mercadorias de granel sólido.
- Manuseio, armazenagem, entamboramento e envasamento de granéis líquidos.
- Manuseio e armazenagem de materiais containerizados.

Vários destes serviços precisam de menção particular, pois são ou exclusivos de depósitos públicos ou de grande importância para o usuário.

Arranjos de armazenagem sem taxação no depósito (alfandegada ou sem impostos no armazém) são realizados com o governo para certas mercadorias tributadas, tais como cigarros ou bebidas alcoólicas. Um arranjo é feito entre o proprietário da mercadoria e o governo, estipulando que os produtos não podem ser removidos do depósito (a menos que para outro armazém isento), até que os impostos e taxas tenham sido pagos. O dono beneficia-se do não-pagamento das taxas até que as suas mercadorias tenham sido vendidas. Isto minimiza o capital empatado nos estoques. Os operadores do depósito público são os agentes que asseguram ao governo que as mercadorias referidas estão no armazém. Este conceito também pode ser estendido a depósitos privados.

Este conceito de isenção pode ser aplicado a mercadorias que entram num país e que se destinam aos mercados local ou de outros países. Zonas livres ou francas estão estabelecidas por todo os Estados Unidos, geralmente em regiões portuárias. Estas são áreas cercadas que podem ter facilidades industriais ou de armazenagem. Uma companhia estrangeira pode trazer bens para uma zona de comércio livre, executar operações simples de manufatura, armazenar os produtos e não pagar os impostos de importação até que as mercadorias “entrem” no país, ao atravessar os limites da zona franca. Caso os produtos sejam transportados para outro país, nenhuma taxa de importação precisa ser paga.

Armazenagem de campo é uma maneira de os depósitos públicos auxiliarem o proprietário dos itens estocados a aumentar seu capital de giro. É a conversão de armazém privado para público objetivando a obtenção de crédito. A empresa de armazenagem pública aluga do dono das mercadorias o espaço físico (privado) onde estes itens estão estocados e emite uma carta-recibo de armazenagem. O proprietário pode então utilizar essa carta para conseguir crédito, ficando as mercadorias como garantia do empréstimo. Como os bens estão sob a custódia legal do depósito público, este age como um terceiro partido que garante a existência dos produtos. Fazer esta transação usando o próprio espaço físico privado economiza os custos da movimentação dos produtos até um depósito público de verdade e os custos de armazenagem no mesmo. Este tipo de contrato costuma ser temporário, durando apenas o período do empréstimo.

Estoque localizado é o termo empregado para uma série de atividades relacionadas com o atendimento de pedidos e uma extensão do conceito da função de transferência e consolidação. É a resposta dos depósitos públicos às necessidades dos fabricantes de melhorar o nível de serviço oferecido aos clientes e dos varejistas que mantêm pouco estoque para apoiar suas vendas. Os produtores “localizam” um sortimento de suas mercadorias em depósitos públicos próximos aos mercados finais. O depósito público atua como uma filial do fabricante, executando todas as funções normalmente exercidas por um depósito próprio. O tempo do ciclo de pedido fica consideravelmente abreviado, quando comparado com o esquema centralizado apenas nos depósitos próprios do fornecedor.

O depósito público também pode facilitar o *controle de estoques*. Com muitos deles espalhados por todo os Estados Unidos, manter registros acurados do inventário pode ser problemático até para empresas que têm seu próprio sistema de controle. O pessoal dos armazéns públicos pode auxiliar realizando atividades de manutenção contínua dos balanços de inventário, apontamento de estoque inutilizado no armazém, apontamento de itens danificados no transporte, registros de recepção de mercadorias e de despesas. Atualmente, muitos depósitos públicos estão utilizando computadores para desempenhar estas funções.

Não se deve esperar que todos os armazéns públicos executem todos os tipos de serviços aqui enumerados. Muitos deles são pequenas empresas locais. Apenas algumas delas possuem oferta mais ampla de serviços. Assim, é importante que o usuário potencial dos armazéns públicos seja criterioso na seleção dos mesmos.

Documentação. Vários documentos são necessários para a boa operação de um armazém público. Os principais são (1) a carta de recebimento ou de recibo de armazenagem; (2) o manifesto de carga; (3) o relatório de exceções (excesso, faltas e danos) e (4) o relatório da posição de estoques.

A *carta de recebimento* ou *recibo de armazenagem* é o principal documento para identificar que bens estão estocados, onde estão guardados, quem é seu proprietário, para quem devem ser entregues e quais são os termos e condições do contrato de armazenagem. Esses termos e condições normalmente estão colocados no verso do recibo.

Estas cartas podem ser negociáveis ou não-negociáveis. A diferença está na facilidade com que os bens podem ser passados de uma pessoa para outra. Um recibo não-negociável é designado para uma pessoa ou companhia definida. Os bens não podem ser passados a outrem, a menos que o depósito receba autorização por escrito para liberá-los. Por outro lado, um recibo negociável pode estar ou não emitido para alguém ou alguma firma em particular. Pode passar de uma pessoa para outra apenas com um endosso no documento. O depósito libera as mercadorias para quem tiver a carta de recebimento. Recibos negociáveis podem facilmente ser usados como garantias de empréstimos.

O *manifesto de carga* é o documento contratual usado no transporte de mercadorias. Ele coloca os termos e condições acordados pelo transportador. Como os locais de origem, armazenagem pública e destino final são em geral diferentes, o depósito utiliza este documento em favor do proprietário dos bens.

O *relatório de exceções* (excesso, falta e dano) é emitido por ocasião do recebimento das mercadorias no depósito, caso não cheguem em boas condições ou não estejam descritas no manifesto de carga. Esse relatório pode ser usado para basear uma queixa contra o transportador.

O *relatório de posição de estoques* serve para mostrar quantos itens estão armazenados, além de suas quantidades e pesos, ao final de cada mês. Pode ser usado também para calcular as taxas mensais de armazenagem.

Aluguel de facilidades. Representa um estágio intermediário entre o aluguel de espaço físico num depósito público (medida de curto prazo) e o compromisso de longo prazo representado por um depósito próprio. Sua vantagem está na possibilidade de obter menores taxas do proprietário do espaço físico. Em contrapartida, o usuário deve garantir o aluguel por um período especificado em contrato, perdendo assim alguma flexibilidade. Por outro lado, conforme o período acertado no aluguel, o usuário pode controlar tanto o próprio espaço físico como as operações associadas, o que pode ser vantajoso.

Existem diversas maneiras de obter um contrato de aluguel. Operadores de depósitos públicos podem oferecer contratos de longo prazo pelo uso de seu espaço físico. Indústrias podem disponibilizar espaços não-utilizados nos seus armazéns. Finalmente, proprietários de depósitos podem considerar vantajoso vender suas facilidades e então alugá-las de volta.

Estoque em trânsito. O estoque em trânsito refere-se ao tempo no qual as mercadorias permanecem nos veículos de transporte durante sua entrega. Não deve ser confundido com privilégios de estocagem em trânsito oferecidos por algumas transportadoras. É um tipo especial de armazenagem que requer coordenação precisa com a escolha do modal de transporte. Como diferentes modais de transporte representam diferentes tempos de trânsito, o especialista pode selecionar um modal que pode reduzir substancialmente ou até mesmo eliminar a necessidade por

armazenagem convencional. Esta alternativa é particularmente atraente para companhias que tratam com estoques sazonais e transportes por longas distâncias.

Exemplo. A United Processors Company colhe e processa uma variedade de frutas e vegetais nas regiões agrícolas do Sul e Oeste dos Estados Unidos. Para alguns destes produtos, como morangos e melões, existe forte demanda no Leste e Meio-Oeste pouco antes da época de colheita local. Como a United deve colher antes da estação de crescimento nas áreas mais setentrionais, o suprimento é acumulado antes do pico de demanda. Portanto, os estoques crescem nas áreas de plantio antes que seja necessário usar caminhões para abastecer os mercados. Ao mudar para o serviço ferroviário com seus maiores tempos de entrega, a companhia pode, em muitos casos, despachar os produtos imediatamente após a colheita e fazê-los chegar ao mercado justamente quando a demanda está no seu ápice. A ferrovia atende a função de armazenagem. Isto resultou na redução tanto nos custos de armazenagem como nos de transporte.

✓ **Questões e Problemas**

1. Explique como a armazenagem, apesar de ser uma despesa adicional do canal de suprimento ou de distribuição, pode diminuir os custos logísticos.
2. Indique quais das quatro razões básicas para estocagem aplicam-se às seguintes situações:
 - a) Cura de tabaco
 - b) Fornecimento de cartões do Dia dos Namorados
 - c) Manter alto nível de disponibilidade para produtos em mercados altamente competitivos, como o de papéis e outros suprimentos gráficos
 - d) Distribuição de derivados de petróleo ou gás.
3. Suponha que uma grande companhia nacional tenha decidido instalar um depósito próprio na sua cidade. Caso seja um armazém para produtos alimentícios, onde você o localizaria precisamente? Por quê? Caso fosse utilizado um depósito público, qual local você escolheria?
4. Reconsidera o problema da TDW Motor Company, conforme ilustrado na Figura 6.1 e na Tabela 6.1. Deve-se estabelecer um depósito caso os seguintes eventos ocorram?

- a) O frete de carga completa de Cleveland a San Diego foi incrementado para \$ 0,035 lb.
 - b) Uma redução de 40% no frete rodoviário para carga parcelada de Detroit, Cleveland e Pittsburgh para San Diego. Outros fretes para carga parcelada não são afetados.
 - c) As taxas de armazenagem são aumentadas em 100%. Avalie cada evento separadamente.
5. Especifique em quais condições uma firma deve utilizar:
- a) Armazém próprio
 - b) Armazém público
 - c) Suprimento *just-in-time*
6. Explique como o princípio de “entregar tão longe quanto puder no maior volume possível” pode ser aplicado no caso da estocagem com transferência.
7. Defina os seguintes termos associados à armazenagem de produtos:
- a) Isenção de taxas e impostos na armazenagem
 - b) Zona de comércio livre
 - c) Carta-recibo de armazenagem
 - d) Estoque em trânsito
 - e) Estoque localizado
8. Exemplifique como um depósito pode ser usado para fins de:
- a) Estocagem
 - b) Consolidação
 - c) Transferência e transbordo
 - d) Agrupamento
9. Dê alguns exemplos onde os veículos usados no transporte podem ser eficazmente empregados para armazenagem em trânsito.
10. Um exportador japonês de pequenos produtos eletrônicos planeja estabelecer um depósito de importação em Tel Aviv, Israel. A companhia pode tanto alugar espaço na forma de contrato de longo prazo como simplesmente na forma de alguma área física. O depósito alugado (longo prazo) pode ser de 10.000, 20.000 ou 30.000 metros quadrados, dependendo de quanto espaço for alugado por curto prazo. Os aluguéis são cotados como uma taxa fixa mais um valor que depende da dimensão da facilidade. As taxas mensais fixas são de 2.000.000 de

skegels, mais 1.000 *skegels* por metro quadrado. O aluguel de espaço (curto prazo) é de 5.000 *skegels* por metro quadrado, mensais. As necessidades trimestrais de espaço físico foram previstas em 5.000, 25.000, 50.000 e 15.000 metros quadrados.

Quanta área deve ser alugada por longo prazo e por curto prazo, de forma a minimizar os custos?

7. Armazenagem e Estrutura de Armazenagem

A armazenagem é a administração do espaço necessário para manter os estoques. O planejamento de armazéns inclui: localização, dimensionamento de área, arranjo físico, baias de atracação, equipamentos para movimentação, tipo e sistemas de armazenagem, sistemas informatizados para localização de estoques e mão-de-obra disponível.

O funcionamento adequado de armazém exige que ele disponha de um sistema rápido para transferência da carga, imobilizando o veículo durante o menor tempo possível.

7.1. Estruturas de Armazenagem

As estruturas de armazenagem são elementos básicos para a paletização e o uso racional de espaço e atendem aos mais diversos tipos de carga. São estruturas constituídas por perfis em L, U, tubos modulares e perfurados, dispostos de modo a formas estantes, berços ou outros dispositivos de sustentação de cargas.

Os principais são:

- **Porta-paletes convencional** – é a estrutura mais utilizada. Empregada quando é necessária seletivamente nas operações de carregamento, isto é, quando as cargas dos paletes forem muito variadas, permitindo a escolha da carga em qualquer posição da estrutura sem nenhum obstáculo; movimentação dentro dos armazéns. Apesar de necessitar de muita área para corredores, compensa pela seletividade e rapidez na operação.

- **Porta-paletes para corredores estreitos** – permite otimização do espaço útil de armazenagem em função da redução dos corredores para movimentação. Porém, o custo do investimento torna-se maior em função dos trilhos ou fios indutivos que são necessários para a movimentação das empilhadeiras trilaterais. Em caso de pane da empilhadeira, outra máquina convencional não tem acesso aos paletes.
- **Porta-paletes para transelevadores** – também otimiza o espaço útil, já que seu corredor é ainda menor que da empilhadeira trilateral. Em função de alturas superiores às estruturas convencionais, permite elevada densidade de carga com rapidez na movimentação. Possibilita o aproveitamento do espaço vertical e propicia segurança no manuseio do palete, automação e controle do FIFO – *first in, first out* (primeiro a entrar, primeiro a sair).
- **Porta-paletes autoportante** – elimina a necessidade de construção de um edifício previamente. Permite o aproveitamento do espaço vertical (em média, utilizam-se em torno de 30m). o tempo de construção é menor e pode-se conseguir, também, redução no valor do investimento, uma vez que a estrutura de armazenagem vai ser utilizada como suporte do fechamento lateral e da cobertura, possibilitando maior distribuição de cargas no piso, traduzindo em economia nas fundações.
- **Porta-paletes deslizante** – sua principal característica é a pequena área destinada à circulação. O palete fica mais protegido, pois quando não se está movimentando, a estrutura fica na forma de um bloco. Muito utilizado em espaços extremamente restritos para armazenagem de produtos de baixo giro e alto valor agregado. Apresenta, como vantagem, alta densidade.

7.2. Estrutura Dinâmica

A principal característica é a rotação automática de estoques, permitindo a utilização do sistema FIFO, pois pela sua configuração, o palete é colocado em uma das extremidades do túnel e desliza até a outra por uma pista de roletes com redutores de velocidade, para manter o palete em uma velocidade constante. Permite grande concentração de carga, pois necessita de somente dois corredores, um para abastecimento e outro para retirada do palete. É empregada, Curso Técnico Integrado em Logística – Gestão de Transporte e Movimentação

principalmente, para estocagem de produtos alimentícios, com controle de validade, e cargas paletizadas.

Nesse sistema o palete é colocado pela empilhadeira num trilho inclinado com roletes e desliza até a outra extremidade, onde existe um *stop* para contenção. Sem dúvida, é uma das mais caras, mas muito utilizada na indústria de alimentos para atender aos prazos de validade dos produtos perecíveis.

7.3. Estrutura Cantiléver

Permite boa seletividade e velocidade de armazenagem. Sistema perfeito para armazenagem de peças de grande comprimento. É destinada às cargas armazenadas pela lateral, preferencialmente por empilhadeiras, como madeiras, barras, tubos, trefilados, pranchas.

De preço elevado é composta por colunas centrais e braços em balanço para suporte das cargas, formando um tipo de árvore metálica. Em alguns casos, pode ser substituída por estrutura com cantoneiras perfuradas, montadas nos sentidos vertical e horizontal, formando quadros de casulos e possibilitando armazenar os mais variados tipos de perfis pela parte frontal. Esse outro tipo de estrutura é extremamente mais barato, porém exige carregamento e descarregamento manual, tornando a movimentação mais morosa que a da estrutura Cantiléver, onde se movimentam vários perfis de uma só vez.

7.4. Estrutura *Push-Back*

Sistema utilizado para armazenagem de paletes semelhantes ao *drive-in*, porém com inúmeras vantagens principalmente relacionadas à operação, possibilitando uma seletividade maior em função de permitir o acesso a qualquer nível de armazenagem. Nesse sistema, a empilhadeira “empurra” cada palete sobre um trilho com vários níveis, permitindo a armazenagem de até quatro paletes na profundidade.

Também conhecida por *Glide In – Gravity feed, Push-Back* (alimentando por gravidade, empurra e volta), é insuperável em produtividade de movimentação, densidade de armazenagem e economia total de armazenagem de cargas diferentes. Esta é uma opção para o aumento da densidade de armazenagem sem a necessidade de investimento em equipamentos de movimentação, pois os paletes ficam sempre posicionados nos corredores com fácil acesso, isto é, qualquer nível é completamente acessado sem necessidade de descarregar o nível inferior. A utilização dos perfis de aço laminados estruturais é absolutamente necessária para garantir o perfeito funcionamento de trilhos, carros e rodízios dos sistemas.

Com o aumento da ocupação volumétrica da fábrica (relação entre o volume total do armazém e o volume da carga estocada), é possível listar como benefícios a obtenção de maior produtividade operacional (itens movimentados por homem-hora), maior agilidade no fluxo de materiais, maior organização dos estoques, maior produtividade nas operações de inventário e a utilização do LIFO (*last in – first out*) nas operações de transferências entre centro de distribuição e lojas ou depósitos.

7.5. Estrutura *Flow-Rack*

É usada com movimentações manuais e mantém, sempre, uma caixa à disposição do usuário, facilitando, assim, o *picking*, ou seja, a montagem de um pedido, como se fosse um supermercado. Como elas precisam ser de pouca altura, pois são usadas manualmente, é bastante comum montá-la na parte inferior de uma estrutura porta-paletes convencional, no intuito de usar a parte superior para estocagem do mesmo produto, em paletes, simulando um atacado na parte superior e um varejo na parte inferior.

✓ Exercícios

1. O que é armazenagem em geral?
2. Quais são os principais tipos de estrutura de armazenagem?
3. O que é estrutura dinâmica de armazenagem?

7.6. Atividade Logística de Armazenagem

As atividades logísticas absorvem uma parcela relevante dos custos totais das empresas, representando em média 25% das vendas e 20% do produto nacional bruto. Para que se obtenha sucesso no processo logístico, é muito importante ter um sistema de informações que possa atender e dar suporte aos processos que compõem sua estrutura.

A administração de materiais, o planejamento da produção, o suprimento e a distribuição física devem assim integrar-se para remodelar o gerenciamento dos recursos fundamentais.

A armazenagem é considerada uma das atividades de apoio ao processo logístico, que dão suporte ao desempenho das atividades primárias, para que a empresa possa ter sucesso, mantendo e conquistando clientes com atendimento do mercado e satisfação total do acionista em receber seu lucro.

Ela abrange a administração dos espaços necessários para manter os materiais estocados na própria fábrica ou em armazéns terceirizados. Essa atividade é muito relevante, pois muitas vezes diminui a distância entre vendedor e comprador, além de envolver diversos processos como:

- Localização;
- Dimensionamento;
- Recursos materiais;
- Recursos patrimoniais (arranjo físico, equipamentos etc.);
- Pessoal especializado;
- Recuperação e controle de estoque;
- Embalagens;
- Manuseio de materiais;
- Montagem/desmontagem;
- Fracionamento e consolidação de cargas;
- Recursos financeiros e humanos.

Um sistema de gerenciamento de armazéns customizados visa garantir a qualidade e a velocidade das informações, racionalizando e otimizando a logística de armazenagem.

Esses sistemas de gerenciamento de depósitos e armazéns ou WMS (*Warehouse Management Systems*, Sistemas de Gerenciamento de Armazéns) como são chamados, são responsáveis pelo gerenciamento da operação do dia-a-dia de um armazém. Sua utilização está restrita a decisões totalmente operacionais, tais como: definição de rotas de coleta, definição de endereçamento dos produtos, entre outras.

Um WMS é um sistema de gestão integrada de armazéns, que operacionaliza de forma otimizada as atividades e seu fluxo de informações dentro do processo de armazenagem. Essas atividades incluem recebimento, inspeção, endereçamento, estocagem, separação, embalagem, carregamento, expedição, emissão de documentos, inventário, que, agindo de forma integrada, atendem às necessidades logísticas, evitando falhas e maximizando os recursos da empresa.

Um sistema de WMS busca agilizar o fluxo de informações em uma instalação de armazenagem, melhorando sua operacionalidade e promovendo a otimização do processo. Isso é feito pelo gerenciamento eficiente de informação e recursos, permitindo à empresa tirar o máximo proveito dessa atividade. O WMS deve se integrar aos sistemas de gestão de informações corporativos (ERP), e desta maneira contribuir para a integração de sistematização e automação dos processos na empresa.

O WMS possui diversas funções para apoiar a estratégia de logística operacional direta de uma empresa, entre elas:

- Planejamento e alocação de recursos.
- Portaria.
- Recebimento.
- Inspeção e controle de qualidade.
- Estocagem.
- Transferências.
- Expedição.

- Inventários.
- Relatórios.

✓ **Exercícios**

1. O que a armazenagem administra nas atividades logísticas de uma empresa?
2. Quais são os processos logísticos envolvidos na armazenagem?
3. Cite as atividades básicas do armazenamento.
4. O que é sistema WMS (gerenciamento do sistema de armazenamento)?
5. O que um sistema WMS busca no armazenamento?
6. Quais as suas funções mais conhecidas?

8. **Movimentação**

Existem vários tipos de equipamento de movimentação de materiais:

- Veículos Industriais;
- Equipamentos de elevação e transferência;
- Transportadores contínuos;
- Embalagens;
- Recipientes unitizadores;
- Estruturas para armazenagem.

Veículos industriais são equipamentos, motorizados ou não, usados para movimentar cargas intermitentes, em percursos variáveis com superfícies e espaços apropriados, cuja função primária é transportar e ou manobrar.

Os tipos mais comuns são: carrinhos industriais, empilhadeiras, rebocadores, autocarrinhos e guindastes.

São utilizados tanto com o processo de produção como no de armazenagem para não só transportar cargas, mas também colocá-las em posição conveniente. Sua principal característica é a flexibilidade de percurso e de carga e descarga.



Figura 8.1

Os equipamentos de elevação e transferência são destinados a mover cargas variadas para qualquer ponto dentro de uma área fixa, cuja função principal é transferir.

Os tipos mais comuns são: talhas, guindastes fixos, pontes rolantes, pórticos e semipórticos.

São aplicados onde se deseje transferir materiais pesados, volumosos e desajeitados em curtas distâncias dentro de uma fábrica.

8.1. **Carro Palete Dollie**

Uma inovação para o segmento de logística, o transporte de produtos agora pode ser efetuado facilmente com esse produto que tem praticidade e capacidade, o qual pode suportar um peso de até 2.500kg. O Palete Dollie possui oito rodas e um sistema entre elas que permite girar 360° sobre o próprio eixo, facilitando assim o transporte e manuseio de mercadorias.

8.2. Transportadores Contínuos

São mecanismos destinados ao transporte de grânéis e volumes em percursos horizontais, verticais ou inclinados, fazendo curvas ou não e com posição de operação fixa. São formados por um leito, em que o material desliza em um sistema de correias ou correntes sem acionadas por tambores ou polias.

Principais tipos: correias planas ou côncavas; elementos rolantes como rodízio, rolos ou esfera; correntes aéreas ou sob piso; taliscas e elevador de caçamba contínuo. São utilizados onde existe grande fluxo de material a ser transportado em percursos fixos.

8.3. Embalagem

Embalar um produto significa dar-lhe forma para sua apresentação, proteção, movimentação e utilização, a fim de que possa ser comercializado e manipulado durante o seu ciclo de vida. A embalagem precisa ser idealizada, levando-se em conta que uma mercadoria deve passar por três fases de manuseio, quando comercializada, quais sejam:

- No local da produção, quando será embalada e armazenada.
- No transporte, quando sofre os efeitos do seu deslocamento de um ponto a outro, incluindo os transbordos.
- No destino final, quando terá outras manipulações.

Via de regra, as mercadorias devem ser embaladas pelo vendedor, tendo em vista a proteção durante o transporte, movimentação, armazenagem, comercialização e consumo.

A embalagem pode ser primária, de consumo, e proteger diretamente o produto, ou secundária, de transporte, servindo para proteger a embalagem primária.

A embalagem primária tem finalidade de identificar o produto, informando suas características; demonstrar o modo de usá-lo; conferir-lhe uma aparência atraente para a venda e apresentá-lo, já que muitas vezes isso não será possível

sem uma embalagem. A embalagem pode ter os mais variados tamanhos e formatos, e ser constituída de vários tipos de materiais, como vidro, plástico, alumínio, papel, papelão, PET (polietileno tereftalato).



Figura 8.2

Embalagem

Vivemos num mundo de produtos embalados.

Praticamente todos os produtos vendidos são embalados, seja na sua forma final, seja nas fases intermediárias de fabricação e transporte.

A embalagem secundária é aquela que visa unitizar as embalagens primárias em pequenas unidades, de maneira uniforme, permitindo a sua comercialização, possibilitando ou facilitando a manipulação mais adequada da mercadoria.

Um dos grandes motivos de perdas ou avaria nas mercadorias durante a armazenagem, manuseio e transporte é a concepção da embalagem, que pode ser inadequada para determinado produto ou não atender aos requisitos mínimos de proteção e segurança. A embalagem está intimamente ligada à logística de distribuição de mercadorias, recebendo tratamento diferenciado as embalagens destinadas ao comércio exterior e as desenvolvidas para o mercado doméstico.

No mercado doméstico, os produtos são tratados de acordo com as normas do próprio país de origem, sem maiores sobressaltos e com problemas e virtudes conhecidos.

No comércio exterior, deve-se levar em conta o transporte de longa distância que exige mais resistência das embalagens, pois estarão sujeitas a condições desconhecidas de manipulação. Eventuais avarias por inadequação da embalagem podem trazer problemas a lote exportado, assim como à imagem da empresa e à continuidade das vendas.

Outro ponto importante no que tange às embalagens no comércio exterior é o atendimento às exigências e características especiais solicitadas pelos importadores e à legislação em vigor desse país.

As cargas para o transporte devem ser, sempre que possível unitizadas para facilitar seu transporte e dar maior proteção às mercadorias, o que pode ser feito por meio de contêineres, *big bags* ou *pallets*.

8.4. **Unitização**

Corresponde à alocação de um conjunto de mercadorias em uma única unidade com dimensões padronizadas, o que facilita as operações de armazenamento e movimentação da carga sob forma mecanizada. Não constitui propriamente uma embalagem, é um acessório para deslocamento ou transporte de carga, não integrando o produto ou o conjunto de produtos armazenados.

8.5. **Paletização**

Utilização de plataforma de madeira ou estrado destinado a suportar carga, fixadas por cintas, permitindo sua movimentação mecânica com o uso de garfos de empilhadeira ou guindastes mecânicos específicos para esse fim, obedecendo a padrões, que permitem que o guindaste movimente o *pallet* por dois lados ou por quatro lados com seus garfos, permitindo ainda que a carga seja paletizada, envolvida em filme PVC.

8.6. **Containerização**

Colocação da carga em contêiner (cofre de carga), que é um recipiente construído de material resistente o suficiente para suportar o uso repetitivo, destinado a propiciar o transporte de mercadorias com segurança inviolabilidade e rapidez, possibilitando fácil carregamento e descarregamento e adequado à movimentação mecânica e ao transporte por diferentes equipamentos. As opções de

utilização no transporte marítimo são os contêineres de 20” e 40” (pés), com sua classificação para cada tipo de carga.

8.7. Tipos de Contêiner

- **Contêiner de teto aberto (*open top*)** – utilizado para cargas pesadas em sua totalidade, como encerado para cobertura na parte de cima. Muito utilizado para máquinas e equipamentos que são maiores que as dimensões da porta do contêiner, que são colocados pela parte superior.
- **Contêiner térmico (aquecido ou refrigerado)** – usado para produtos que requerem temperatura constante durante o transporte para não alterar a qualidade e a apresentação, muito comum para produtos perecíveis.
- **Contêiner ventilado** – evita a condensação do ar em seu interior, utilizado para transporte de frutas, legumes, animais vivos.
- **Contêiner seco** – utilizado para cargas secas, contêiner normal.
- **Contêiner tanque** – para cargas líquidas a granel.
- **Contêiner para granéis sólidos** – como cereais, pós, farinhas, açúcar etc.
- **Mariner-Slings** – são cintas de material sintético, que formam uma rede, com dimensões padronizadas, geralmente utilizadas para sacaria. Dependendo do embarque, seguem com carga até o destino ou apenas até o porão do navio, quando são retiradas.
- **Big-Bag** – são sacos de material sintético, com fundo geralmente circular ou quadrado, utilizados frequentemente para produtos industrializados em grão e pós, em substituição à sacaria. Permitem o reaproveitamento e cada unidade de carga tem uma variação de peso de 800 kg até 2,0t. O seu custo é superior ao dos

mariner-slings e por isso, em operações de comércio exterior, geralmente não embarcam com carga. A sua capacidade geralmente é superior à dos *mariner-slings*.



Figura 8.3

✓ Exercícios

1. Para que servem os veículos industriais?
2. Quais são os tipos mais comuns de veículo industrial?
3. Porque se embala um produto?
4. Cite as fases do manuseio das embalagens.
5. Qual a finalidade da embalagem primária?
6. Defina paletização.
7. O que é contêiner?
8. Descreva três tipos de contêiner.

9. Papel do Transporte na Estratégia Logística

9.1. Introdução

O transporte é uma das principais funções logísticas. Além de representar a maior parcela dos custos logísticos na maioria das organizações, tem papel fundamental no desempenho de diversas dimensões do Serviço ao Cliente. Do ponto de vista de custos, representa, em média, cerca de 60% das despesas

logísticas, o que, em alguns casos, pode significar duas ou três vezes o lucro de uma companhia, como é o caso, por exemplo, do setor de distribuição de combustíveis.

As principais funções do transporte na Logística estão ligadas basicamente às dimensões de tempo e utilidade de lugar. Desde os primórdios, o transporte de mercadorias tem sido utilizado para disponibilizar produtos onde existe demanda potencial, dentro do prazo adequado às necessidades do comprador. Mesmo com o avanço de tecnologias que permitem a troca de informações em tempo real, o transporte continua sendo fundamental para que seja atingido o objetivo logístico, que é o produto certo, na quantidade certa, **na hora certa, no lugar certo ao menor custo possível.**

Muitas empresas brasileiras vêm buscando atingir tal objetivo em suas operações. Com isso, vislumbram na Logística, e mais especificamente na função transporte, uma forma de obter diferencial competitivo. Entre as iniciativas para aprimorar as atividades de transporte, destacam-se os investimentos realizados em tecnologia de informação, os quais objetivam fornecer às empresas melhor planejamento e controle da operação, assim como a busca por soluções intermodais que possibilitem uma redução significativa nos custos. São inúmeros os exemplos de empresas com iniciativas desse tipo, destacando-se entre elas Souza Cruz, Coca-Cola, Alcoa, OPP-Trikem, Brahma, Martins, Dow Química, entre outras.

Ao longo desta seção, a função transporte será tratada inicialmente sob a perspectiva de integração às demais funções logísticas. Em seguida, os cinco diferentes tipos de modais serão classificados sob a óptica de custos e serviço. Também serão tratadas as questões que tornam a matriz de transporte brasileira desbalanceada. O artigo encerra-se com uma discussão sobre os impactos que a tecnologia de informação, mais especificamente a Internet, vêm causando na gestão do transporte.

9.1.1. Integração com Outras Funções Logísticas

Um dos principais pilares da Logística Empresarial moderna é o conceito de Logística Integrada, que está representado na Figura 9.1. Por meio desse conceito, as funções logísticas deixam de ser vistas de forma isolada e passam a ser percebidas como um componente operacional da estratégia de Marketing. Com isso, o transporte passa a ter papel fundamental em várias estratégias na rede logística, tornando necessária a geração de soluções que possibilitem flexibilidade e velocidade na resposta ao cliente, ao menor custo possível, gerando assim maior competitividade para a empresa.

Entre os principais *trade-offs* que afetam a função transporte, destacam-se os relacionamentos ao Estoque e ao Serviço ao Cliente.

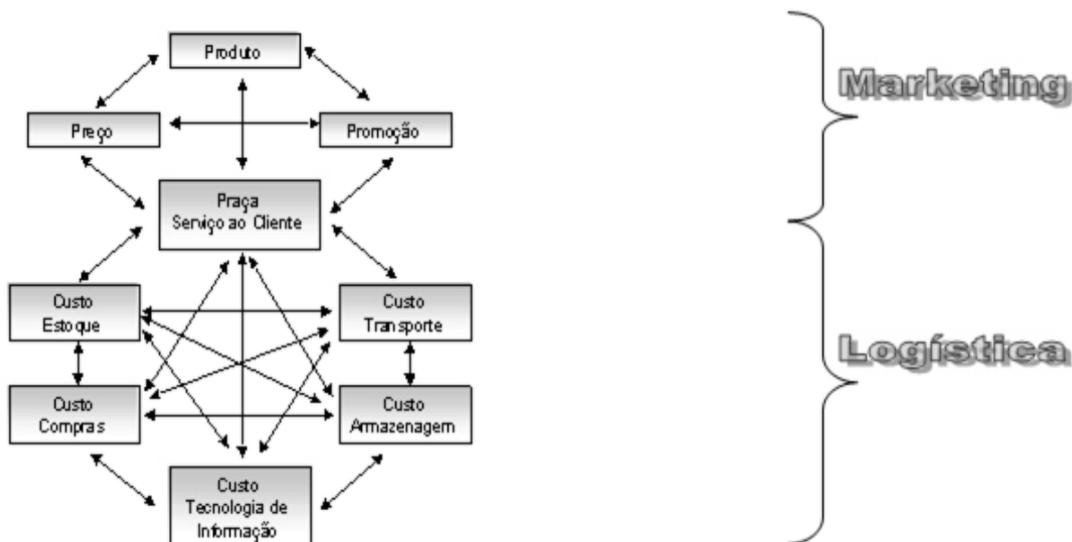


Figura 9.1 framework do conceito de logística integrada

9.1.1.1. Transporte x Estoque

O ponto central deste *trade-offs* é a relação entre políticas de transporte e de estoque. Dentro de uma visão não integrada, o gestor de estoques possui comumente o objetivo de minimizar os custos com estoque, sem analisar todos os custos logísticos. Esse tipo de procedimento impacta de forma negativa outras funções logísticas, como, por exemplo, a produção, que passa a necessitar de maior

flexibilidade (com lotes menores e mais frequentes, o que ocasiona um custo maior) e uma gestão de transporte caracterizada pelo transporte mais fracionado, que aumenta, de forma geral, o custo unitário de transporte. É importante deixar claro que essa política pode ser a mais adequada em situações onde se utilizam estratégias baseadas no tempo, como JIT, ECR, QR. Essas estratégias visam reduzir o estoque baseadas em uma visão integrada da Logística, exigindo da função transporte a rapidez e consistência necessária para atender aos tamanhos de lote e aos prazos de entrega. Além disso, em muitos casos, a entrega deve ser realizada em uma janela de tempo que pode ser de um turno ou até de uma hora.

Outra questão importante ligada a esse *trade-off* está associada à escolha de modais. Dependendo do modal escolhido, o *transit time* poderá variar em dias. Por exemplo, um transporte típico de São Paulo para Recife pelo modal rodoviário demora em torno de 5 dias, enquanto o ferroviário pode ser realizado em cerca de 18 dias. A escolha dependerá evidentemente do nível de serviço desejado pelo cliente, e dos custos associados a cada opção. O custo total dessa operação deve contemplar todos os custos referentes a um transporte porta a porta mais os custos do estoque, incluindo o estoque em trânsito. Para produtos de maior valor agregado, pode ser interessante o uso de modais mais caros e de maior velocidade.

9.1.1.2. *Transporte x Serviço ao Cliente*

O Serviço ao Cliente é um componente fundamental de Logística Integrada. Todas as funções logísticas vistas na Figura 9.1 contribuem para o nível de serviço que uma empresa presta a seus clientes. O impacto do transporte no Serviço ao Cliente é um dos mais significativos, e as principais exigências do mercado geralmente estão ligadas à pontualidade do serviço (além do próprio tempo de viagem), à capacidade de prover um serviço porta a porta, à flexibilidade, no que diz respeito ao manuseio de uma grande variedade de produtos, ao gerenciamento dos riscos associados a roubos, danos e avarias e à capacidade de o transportador oferecer mais que um serviço básico de transporte, tornando-se capaz de executar outras funções logísticas. As respostas para cada uma dessas exigências estão

vinculadas ao desempenho e às características de cada modal de transporte, tanto no que diz respeito a suas dimensões estruturais, quanto a sua estrutura de custos.

9.1.2. Classificação dos Modais de Transporte

Os cinco modais de transporte básicos são o ferroviário, o rodoviário, o aquaviário, o dutoviário e o aéreo. A importância relativa de cada modal pode ser medida em termos da quilometragem do sistema, volume de tráfego, receita e natureza da composição do tráfego. A Tabela 9.1 resume a estrutura de custos fixos-variáveis de cada modal, ao passo que a Tabela 9.2 classifica as características operacionais de cada modal quanto à velocidade, disponibilidade, confiabilidade, capacidade e frequência. Essas características serão discutidas a seguir.

Tabela 9.1 *Estrutura de custos para cada modal*

-
- Ferroviário
altos custos fixos em equipamentos, terminais, vias férreas etc.;
custo variável baixo.
 - Rodoviário
custos fixos baixos (rodovias estabelecidas e construídas com fundos públicos);
custo variável médio (combustível, manutenção etc.).
 - Aquaviário
custo fixo médio (navios e equipamentos);
custo variável baixo (capacidade para transportar grande quantidade de tonelagem).
 - Dutiário
custo fixo mais elevado (direitos de acesso, construção, requisitos para controles das estações e capacidade de bombeamento);
custo variável mais baixo (nenhum custo com mão-de-obra de grande importância).
 - Aeroaviário
custo fixo alto (aeronaves e manuseio e sistemas de carga);
alto custo variável (combustível, mão-de-obra, manutenção etc.).
-

Tabela 9.2 <i>Características operacionais relativas por modal de transporte (a menor pontuação indica a melhor classificação).</i>					
Características operacionais	Ferroviário	Rodoviário	Aquaviário	Dutoviário	Aéreo
Velocidade	3	2	4	5	1
Disponibilidade	2	1	4	5	3
Confiabilidade	3	2	4	1	5
Capacidade	2	3	1	5	4
Frequência	4	2	5	1	3
Resultado	14	10	18	17	16

A velocidade refere-se ao tempo decorrido de movimentação em dada rota, também conhecido como *transit time*, sendo o modal aéreo o mais rápido de todos.

A disponibilidade é a capacidade que um modal tem de atender a qualquer par origem-destino de localidades. As transportadoras rodoviárias apresentam a maior disponibilidade, já que conseguem dirigir-se diretamente para os pontos de origem e destino, caracterizando um serviço porta a porta.

A confiabilidade refere-se à variabilidade potencial das programações de entrega esperadas ou divulgadas. Os dutos, devido a seu serviço contínuo e à possibilidade restrita de interferência pelas condições de tempo e de congestionamento, ocupam lugar de destaque no item confiabilidade.

A capacidade refere-se à possibilidade de um modal de transporte de lidar com qualquer requisito de transporte, como tamanho e tipo de carga. O transporte realizado pela via marítima/fluvial é o mais indicado para essa tarefa. A classificação final refere-se à frequência, que está relacionada à quantidade de movimentações programadas. Novamente, os dutos lideram o item frequência devido a seu contínuo serviço realizado entre dois pontos.

Conforme é ilustrado na Tabela 9.2, a preferência pelo transporte rodoviário é em parte explicada por sua classificação de destaque em todas as cinco características. Transportadoras rodoviárias que operam sistemas rodoviários de

classe mundial ocupam o primeiro ou o segundo lugar em todas as categorias, exceto no item capacidade.

No Brasil, ainda existe uma série de barreiras que impedem que todas as alternativas modais, multimodais e intermodais sejam utilizadas na forma mais racional. Isso é reflexo do baixo nível de investimentos verificado nos últimos anos com relação à conservação, ampliação e integração dos sistemas de transporte. Apesar de iniciativas como o plano Brasil em Ação e o processo de privatização de portos e ferrovias, pouca coisa mudou na matriz brasileira, conforme pode ser visto na Tabela 9.3. A forte predominância no modal rodoviário prejudica a competitividade em termos de custo e diversos produtos, como é o caso das *commodities* para exportação.

Tabela 9.3 *Participação (%) dos modais na Matriz de Transporte.*

	94	95	96	97	98
Aéreo	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Aquaviário	10,3	11,5	11,5	11,6	12,8
Dutoviário	4,0	4,0	3,8	4,5	4,4
Ferrovário	23,3	22,3	20,7	20,7	19,9
Rodoviário	62,1	61,9	63,7	62,9	62,6

9.1.3. Impactos da Internet sobre o Transporte

A Internet, bem como outras tecnologias de informação, tem não apenas gerado necessidades específicas, mas também criado novas oportunidades para o planejamento, o controle e a operação das atividades de transporte. Entre essas necessidades e oportunidades, poderíamos citar a crescente demanda por entregas mais pulverizadas, o surgimento de portais de transporte e o potencial para rastreamento de veículos em tempo real.

9.1.3.1. Pulverização das entregas

- Entrega direta pelos fabricantes

Por meio da Internet, tornou-se possível para fabricantes de produtos de elevado valor agregado, como os computadores, a comercialização direta para os consumidores, eliminando da cadeia de suprimentos a necessidade de intermediários com distribuidores e varejistas. Anteriormente, o transporte de produtos entre fabricantes e seus principais clientes era marcado por maior concentração e estabilidade nos embarques, visto que os destinos dos clientes eram conhecidos e eles procuravam renovar seus estoques periodicamente. Nos EUA, a Gateway e a Dell dominam o mercado de vendas diretas de computadores pessoais pela Internet. Distribuição desses computadores é feita por transportadoras que possuem elevado grau de penetração em diversos mercados. Na gestão do transporte, cada vez mais as empresas que realizam uma distribuição altamente pulverizada buscam sistemas, como roteirizadores, para auxiliá-las na estruturação de rotas. O transporte é marcado por um curto *transit time* e grande flexibilidade na entrega, feita normalmente entre um e dois dias.

9.1.3.2. *Surgimento de portais de transporte*

A Internet também está proporcionando o surgimento de novos negócios virtuais ligados à compra e venda de fretes. Na realidade, estão sendo estruturados portais na Internet que fazem a intermediação entre transportadores e embarcadores. Esse tipo de modelo de negócio é caracterizado pela contratação de transporte *spot*. Com isso, o portal permite articular a necessidade de transporte de um embarcador, caracterizado pela origem, destino e tipo de carregamento, com a oferta disponível. Em outras palavras, o portal busca um transportador que se interessa pelo transporte da carga, que tenta ao mesmo tempo obter as melhores condições para o embarcador.

9.1.3.3. *Rastreabilidade de carregamentos*

Uma das grandes vantagens que a Internet oferece na melhoria da qualidade de serviço é a possibilidade de rastrear carregamentos. Empresas de *courier*, agências marítimas, transportadores rodoviários, ferroviários e operadores logísticos

estão utilizando cada vez mais a Internet para disponibilizar o *status* dos carregamentos para seus clientes. A FedEx, um dos maiores *couriers* americanos, com faturamento superior a US\$ 13 bilhões, estruturou no início da década de 90 um sistema de acompanhamento do pedido altamente sofisticado, recentemente beneficiado pela facilidade que a Internet propicia. De modo semelhante, empresas brasileiras, como a Varig Cargo, também estão disponibilizando informações sobre o *status* da carga via Internet.

9.1.4. Conclusão

Este capítulo abordou os impactos da função transporte nas empresas e na economia de países com relativo grau de desenvolvimento. Especificamente no ambiente empresarial, foram exploradas as relações do transporte com outras funções logísticas: estoques e serviço ao cliente. Em seguida, foram exploradas, em termos de custos fixos e variáveis e de dimensões de serviço logístico, as características dos cinco principais modais de transporte: rodoviário, ferroviário, aéreo, dutoviário e aquaviário. No Brasil, apesar de iniciativas como a privatização de portos e ferrovias, o modal rodoviário ainda é dominante na matriz de transporte. Esse fato, dependendo das características do produto, pode ser impeditivo para o atingimento de maior nível de competitividade de custo. Finalmente, foram comentados os principais impactos gerados pelo advento das novas tecnologias de informação, sobretudo a Internet, sobre o gerenciamento, planejamento e operacionalização do transporte.

9.2. Vantagens Competitivas e Estratégicas no Uso de Operadores Logísticos

Paulo Fernando Fleury

9.2.1. Introdução

A utilização de operadores logísticos é, sem dúvida nenhuma, uma das mais importantes tendências da logística empresarial moderna, tanto global, quanto localmente. Segundi Bowersox (1996), somente nos EUA surgiram 100 novos

operadores logísticos entre 1990 e 1995. O mercado para essas empresas, que em 1995 nos EUA era de US\$ 7,0 bilhões, deve atingir um total de US\$ 60 bilhões em 2002. Também na Europa esse fenômeno parece estar ocorrendo. Segundo o jornal inglês *Financial Times*, um dos mais conceituados periódicos especializados em negócios em todo o mundo, “elos cada vez mais fortes e próximos estão sendo forjados entre as empresas produtoras e seus prestadores de serviços logísticos”. No Brasil, tal fenômeno é também uma realidade.

<i>Quadro 9.1 comparação das características dos operadores logísticos com prestadores de serviços logísticos tradicionais.</i>	
Prestador de Serviços Tradicionais	Operador Logístico Integrado
Oferece serviços genéricos – <i>commodities</i>	Oferece serviços sob medida – personalizados
Tende a concentrar-se numa única atividade logística: transporte, ou estoque, ou armazenagem	Oferece múltiplas atividades de forma integrada: transporte, estoque, armazenagem
O objetivo da empresa contratante do serviço é a minimização do custo específico da atividade contratada	Objetivo da contratante é reduzir os custos totais da logística, melhorar os serviços e aumentar a flexibilidade
Contratos de serviços tendem a ser de curto a médio prazos (6 meses a 1 ano)	Contratos de serviços tendem a ser de longo prazo (5 a 10 anos)
<i>Know-how</i> tende a ser limitado e especializado (transporte, armazenagem etc.)	Possui ampla capacitação de análise e planejamento logístico, assim como de operação
Negociações para os contratos tendem a ser rápidas (semanas) e num nível operacional	Negociações para contrato tendem a ser longas (meses) e num alto nível gerencial

Todavia, o que é um operador logístico? Uma boa definição seria: “*um fornecedor de serviços logísticos integrados, capaz de atender a todas ou quase todas as necessidades logísticas de seus clientes, de forma personalizada*”. Essa definição reflete uma série de características dos operadores logísticos,

características essas que ficam mais evidentes quando comparadas com as dos prestadores de serviços especializados, ou seja, transportadoras, armazenadores, gerenciadoras de recursos humanos e de informação etc. O Quadro 9.1 procura confrontar as principais características de um operador logístico integrado com as de um prestador de serviços especializados.

9.2.2. Tipos de Operadores Logísticos e Suas Origens

De maneira geral, podemos afirmar que, sob o ponto de vista operacional, existem dois tipos básicos de operadores logísticos: operadores baseados em ativos e operadores baseados em informação e gestão. Os operadores baseados em ativos caracterizam-se por possuírem investimentos próprios em transporte, armazenagem etc. Os operadores baseados em gestão e informação não possuem ativos operacionais próprios. Vendem *know-how* de gerenciamento, baseado em sistemas de informação e capacidade analítica, que lhes permite identificar e implementar as melhores soluções para cada cliente, com base na utilização de ativos de terceiros. Existe uma controvérsia sobre as vantagens de um tipo de operador sobre o outro. Os que defendem os operadores baseados em ativos argumentam que eles são mais sólidos e comprometidos, devido aos investimentos especializados que detêm. Por outro lado, os defensores dos operadores baseados em informação afirmam que, por não estarem comprometidos com ativos específicos, são mais flexíveis na busca da melhor solução possível para atender determinado cliente.

Quanto à origem, são duas as principais fontes para o surgimento de operadores logísticos: ampliação de serviços e diversificação de atividades. No primeiro caso, as fontes são as empresas especializadas em transporte, ou armazenagem, ou informação, que, mediante parcerias ou aquisições, ampliam sua atuação, para oferecer um serviço ampliado e integrado de logística para seus clientes. No segundo caso, encontram-se empresas industriais ou comerciais, que, por terem desenvolvido alta competência para o gerenciamento interno de suas operações logísticas, decidem diversificar sua atividade por meio de criação de empresa prestadora de serviços logísticos integrados para terceiros. O Quadro 9.2

apresenta exemplos no Brasil e no exterior de empresas com os dois tipos de origem.

Quadro 9.2 *Exemplos de operações logísticas com diferentes origens.*

Surgidos da ampliação de serviços		Surgidos da diversificação de negócio	
Exterior	Brasil	Exterior	Brasil
Ryder	Armazéns Columbia	Federal Express	DDF/Danzas
Roadway	Transp. Americana	UPS	Cotia Trading
TNT		Caterpillar	Marbo/Martins
Fritz Company		Mitsui Logistics	
Exel			
J. B. Hunt			
Schneider			

9.2.3. O Que Considerar no Momento de Decidir Sobre a Utilização de Operador Logístico

A decisão de utilização ou não de um operador logístico pode ser qualificada como uma escolha entre fazer internamente ou contratar fora, ou seja, verticalizar ou desverticalizar as operações. Sobre esta questão existe ampla literatura, que pode ser considerada clássica. De maneira geral, o problema concentra-se na análise do impacto da escolha sobre custos e controle operacional.

Os argumentos a favor da verticalização partem do pressuposto de que fazer internamente permite reduzir custos e aumentar o controle sobre a operação. A redução de custos seria obtida pela eliminação da margem do fornecedor e dos custos de transação. Considerando que os fornecedores trabalham com uma margem de lucro, a execução interna permitiria a apropriação desse lucro, ou seja, a eliminação da margem. Por outro lado, uma série de custos de transação, tais como impostos, comunicações, deslocamento e coordenação seriam eliminados, se a tarefa fosse executada internamente. Por outro lado, ao decidir executar a operação com recursos próprios, a empresa teria maior controle sobre variáveis com

qualidade, prazos, disponibilidade, flexibilidade, devido à proximidade, exclusividade e facilidade de coordenação.

Embora pareçam lógicos, esses argumentos nem sempre se materializam na prática, devido à não ocorrência de alguns dos pressupostos. O argumento de que é possível obter menores custos pela eliminação da margem do fornecedor e dos custos de transação só é verdadeiro nos casos em que a empresa tenha uma eficiência operacional semelhante à do operador logístico. Na verdade, na maioria das vezes, tal fato não ocorre.

Por ser capaz de explorar melhor as economias de escala, por ser especializado e focado e, muitas vezes, por possuir menores custos de mão-de-obra, terceiros tendem a ter custos substancialmente inferiores aos de uma empresa não especializada. Por outro lado, o argumento de que numa operação interna é mais fácil garantir controle sobre qualidade, prazos e disponibilidade não é também necessariamente verdadeiro. E o principal motivo é que a execução interna dos serviços tende a criar a síndrome do monopólio. Ou seja, o fato de ter a garantia da exclusividade no fornecimento, não sofrer concorrência externa e não ter que atender a exigências crescentes do mercado tende a gerar um processo de acomodação e resistência a mudanças que, muitas vezes, resulta na deterioração dos serviços e da eficiência com o passar do tempo. Por essas razões, em muitos casos, uma decisão de entregar a um terceiro a execução de parte da operação pode resultar numa combinação de menores custos e melhores serviços para o contratante.

9.2.4. Fatores que têm Favorecido a Contratação de Operadores Logísticos

Em todo o mundo, o ambiente econômico e empresarial tem passado por grandes transformações, que se vêm acelerando nos últimos 15 anos. Como resultado, as operações logísticas têm-se tornado mais complexas (o que tende a gerar mais custos), mais sofisticadas tecnologicamente (implicando maiores e mais frequentes investimentos) e mais importantes sob o ponto de vista estratégico (por permitir maior agregação de valor e maior diferenciação competitiva), favorecendo a utilização de especialistas.

São cinco os principais fatores que têm pressionado a logística no sentido de maior complexidade, como mostra a figura 9.2.

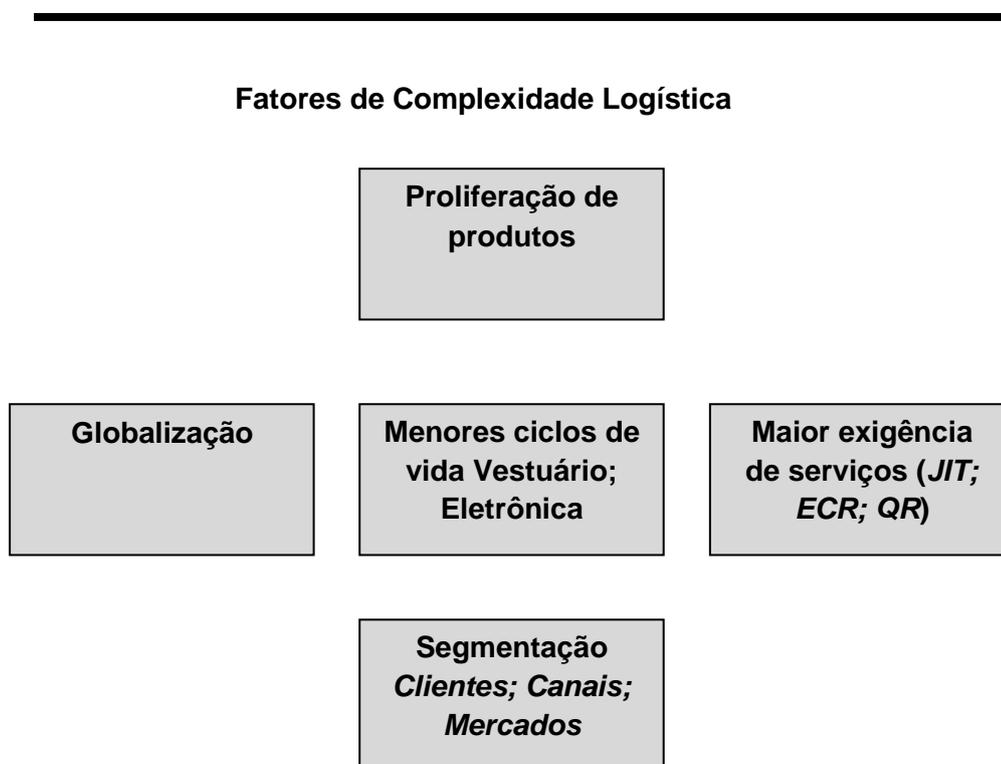


Figura 9.2 Fatores de complexidade logística.

O desenvolvimento tecnológico, assim como a difusão do conceito de diferenciação, tem induzido as empresas a um processo contínuo de lançamento de novos produtos, resultando daí numa proliferação de produtos. Para a Logística, cujo papel é disponibilizar o produto certo, na hora certa, no local correto, a proliferação representa mais complexidade e maiores custos.

A globalização, que implica compra e venda de produtos em qualquer local do planeta, resulta em maior número de clientes e fornecedores, maior número de locais para suprimento e distribuição, maiores distâncias a serem percorridas, maior complexidade cultural e regulatória.

A política de segmentação de mercadorias implica necessidade de utilização de variados canais de distribuição para o mesmo produto e o estabelecimento de diferentes padrões de serviço para diferentes segmentos. Para a Logística, isso significa a necessidade da criação de estruturas flexíveis, capazes de atender a diferentes exigências sem implicar aumentos significativos de custos.

As constantes inovações tecnológicas, combinadas com a política de lançamentos frequentes de novos produtos, têm como uma de suas consequências a diminuição do ciclo de vida dos produtos. Exemplos marcantes desse fenômeno podem ser encontrados, por exemplo, nas indústrias de alta tecnologia, como informática e telecomunicações, e nas indústrias de moda, como vestuário e calçados. Ciclos de vida mais curtos aumentam o risco de obsolescência do estoque, criando para a Logística a necessidade de diminuir os tempos de ciclos de produção e distribuição, assim como os níveis de estoque.

A crescente exigência por melhores serviços por parte dos clientes e consumidores é outro fator que tem contribuído para aumentar a complexidade logística. No caso dos clientes institucionais, sejam eles indústria, seja comércio, a pressão é por maior consistência, frequência e velocidade de entrega. Os movimentos *just in time* na indústria e ECR e QR no varejo são os sinais mais evidentes dessa nova tendência por parte dos clientes institucionais. No caso dos consumidores finais, a demanda é pela facilidade de poder fazer compras remotas (telefone, Internet, catálogo) e receber no local desejado, na hora conveniente.

Objetivando gerenciar eficazmente essa crescente complexidade, as organizações logísticas têm buscado maior sofisticação tecnológica. As maiores oportunidades encontram-se nas tecnologias de informação, que envolvem tanto *hardware*, quanto *software*, e têm aplicações tanto no fluxo de dados e informações, quanto nas operações de transporte e armazenagem. Exemplos mais comuns das tecnologias *hardware* são códigos de barras, leitora óptica, rádio frequência, EDI, GPS, enquanto das tecnologias *software* são os *data warehouse*, roteirizadores sistemas ERP, sistemas GIS, simuladores, e sistemas de planejamento de redes.

9.2.5. Vantagens Competitivas dos Operadores Logísticos

A combinação de crescente complexidade operacional e sofisticação tecnológica tem contribuído de forma decisiva para aumentar a demanda por operadores logísticos. Ao prestar serviços para substancial número de terceiros, geram economias de escala, que viabilizam investimentos contínuos em ativos, tecnologias e capacitação gerencial e operacional. Além disso, por estarem

prestando serviços para variado conjunto de empresas, pertencentes a diferentes setores, têm a oportunidade única de aprender com a experiência de terceiros, por meio de um processo contínuo de *benchmarking*. Como resultado, têm o potencial de operar com menores custos e oferecer melhores serviços do que operações executadas internamente.

Além das vantagens básicas de custos e qualidade de serviços, os operadores logísticos têm o potencial de gerar vantagens competitivas para seus contratantes em pelo menos três dimensões adicionais: redução de investimentos em ativos, foco na atividade central do negócio e maior flexibilidade operacional.

Uma das principais tendências do atual ambiente empresarial é a busca pela maximização do retorno sobre os investimentos. Um número crescente de empresas tem implementado o conceito de *Economic Value Added* (EVA), visando perseguir esse objetivo. Ao transferir sua operação logística para um terceiro, uma empresa tem a oportunidade de reduzir investimentos em armazenagem, frota, tecnologia de informação e até mesmo estoque, o que se reflete diretamente na melhoria do retorno sobre ativos e investimentos.

A inovação e o aprendizado permanentes são, cada dia mais, requisito básico para que as empresas se mantenham vivas e competitivas. No atual ambiente, a competitividade passa a ser alvo móvel, o que exige foco na atividade e a excelência operacional. Ao delegar a atividade logística para um operador externo competente, os executivos da empresa contratante liberam tempo e energia para se dedicar à difícil e estratégica missão de desenvolver e aperfeiçoar a competência central do seu negócio.

No mundo incerto em que vivemos hoje, a flexibilidade operacional, ou seja, a capacidade de se adaptar rapidamente a flutuações de preços e demanda e a diferentes exigências do mercado, é um requisito para a sobrevivência. Ao contratar com terceiros a operação de suas atividades logísticas, a empresa transforma custos fixos em variáveis, reduzindo substancialmente seu ponto de equilíbrio, ganhando, por consequência, flexibilidade operacional.

9.2.6. Problemas Potenciais na Utilização de Operadores Logísticos

Apesar do potencial de vantagens competitivas, identificadas anteriormente, a utilização de operadores logísticos não está livre de problemas.

O primeiro deles é o risco de perder o acesso a informações-chaves do mercado. O envolvimento no dia-a-dia com as operações de campo, incluindo o contato direto com clientes e fornecedores, é um importante ingrediente para se manter sintonizado com os problemas e oportunidades da operação e com as mudanças no ambiente de negócio. Ao delegar para um terceiro esse tipo de contato, a empresa corre o risco de perder a sensibilidade de identificar a tempo as mudanças necessárias.

Um segundo problema potencial é o descompasso entre as percepções do contratante e do operador contratado sobre o que sejam os objetivos competitivos da empresa contratante. Nas operações do dia-a-dia, as empresas são obrigadas a fazer escolhas entre diversos objetivos competitivos, como, por exemplo, custos, flexibilidade, consistência/confiabilidade, inovatividade, velocidade etc. Essas escolhas deveriam ser feitas com base em uma estratégia competitiva previamente definida, e modificadas à medida que mudam as condições de competição no mercado. Além disso, diferentes clientes em diferentes mercados exigem diferentes prioridades competitivas. A falta de mecanismos adequados de comunicação entre contratante e operador contratado tende a gerar um descompasso de percepções sobre as reais prioridades competitivas, gerando como consequência descompasso sobre objetivos operacionais. Um subproduto desse descompasso tende a ser a inabilidade do operador contratado de responder a mudanças nas condições do negócio.

Um terceiro problema potencial é a incapacidade do operador logístico de cumprir as metas combinadas com o contratante. Muitas vezes, na ânsia de conquistar o negócio, e com base apenas em previsões sobre o volume e complexidade da operação sendo terceirizada, o operador promete mais do que é possível alcançar. Isso gera tensões, que precisam ser monitoradas, para evitar frustrações de ambos os lados.

Um quarto problema potencial é a criação de uma dependência excessiva da empresa contratante ao operador logístico, gerando alto custo de mudança. Ao dismantelar sua estrutura gerencial e operacional voltada para a logística e deixar nas mãos de um terceiro ativos, informações e *know-how*, a mudança de fornecedor, ou mesmo o retorno a uma operação interna, pode resultar em custos excessivamente elevados para a empresa contratante.

Para minimizar a possibilidade de ocorrência de problemas na contratação de operadores logísticos, o caminho natural é, portanto, seguir um procedimento analítico estruturado que permita decidir, em bases mais objetivas possíveis, sobre a conveniência de terceirizar, e com quem terceirizar.

9.2.7. Quatro Perguntas Básicas ao se Decidir por um Operador Logístico

A experiência acumulada por diversas empresas no processo de terceirização com operadores logísticos aponta para as vantagens de um procedimento estruturado na análise da decisão. Esse procedimento se baseia na busca de respostas a quatro perguntas básicas, conforme indicado no Quadro 9.3.

Quadro 9.3 *Quatro perguntas básicas na hora de decidir por um operador logístico.*

1 – O que se deseja ganhar com a contratação?
2 – Que características deve ter o operador logístico?
3 – Que instrumentos gerenciais devem ser estabelecidos?
4 – Como avaliar os resultados/sucesso da operação terceirizada?

9.2.8. Que se Deseja Ganhar?

Delegar a um operador externo a responsabilidade pelas atividades logísticas envolve custos e riscos significativos, que precisam ser compensados por ganhos advindos da decisão de terceirizar. Portanto, um passo fundamental no processo decisório é definir o mais claramente possível quais os ganhos possíveis de ser alcançados com a contratação de um terceiro. Existem pelo menos quatro dimensões de ganhos potenciais: (1) redução de custos; (2) melhoria da qualidade

dos serviços; (3) aumento da rentabilidade do negócio; (4) crescimento do *market share*.

A redução de custos pode dar-se pela diminuição das despesas administrativas, pela redução de estoques e pela diminuição dos custos de transporte, armazenagem e movimentação. A melhoria da qualidade dos serviços pode resultar, por exemplo, de maior disponibilidade de estoques, menores tempos de ciclo e maior pontualidade nas entregas. O aumento da rentabilidade do negócio pode ser obtido por menores investimentos em ativos, economias de escala, e maior eficiência, devido ao maior foco na competência central do negócio. Os ganhos de *market share* podem advir da entrada em novos segmentos de mercado, ou expansão nos mercados já explorados, função da maior capilaridade e capacidade de distribuição do operador logístico contratado.

9.2.9. Que Características Devem ter o Operador Logístico?

Uma vez que tenha sido claramente identificados os ganhos potenciais da terceirização, o próximo passo é identificar um operador logístico que tenha um conjunto de características necessárias para garantir que os resultados almejados sejam alcançados. Dada a importância estratégica da decisão, o relacionamento entre o contratante e o operador externo tende a caminhar na direção da parceria, o que exige o mínimo de compatibilidade entre as necessidades e características dos parceiros. Essas características de compatibilidade podem ser agrupadas em quatro classes: (1) atitudes gerenciais; (2) padrões de conveniência; (3) filosofia empresarial; (4) estrutura/imagem.

As atitudes gerenciais dizem respeito à postura das empresas em questões como o treinamento de empregados, valorização de trabalho em equipe e cooperação técnica com terceiros. Os padrões de convivência envolvem a predisposição para fixação de objetivos comuns, para disponibilização de informações operacionais e estratégicas e para repartição de ganhos e perdas. A filosofia empresarial refere-se a estratégias de crescimento, políticas de investimentos e de inovação de produtos e processos. A estrutura e a imagem

referem-se ao tamanho relativo comparativamente ao do contratante, à solidez financeira e à sofisticação gerencial e tecnológica.

Estabelecer as características necessárias e encontrar um operador/parceiro com essas características representa um passo fundamental, para aumentar as chances de sucesso no uso de um operador logístico.

9.2.10. **Que Instrumentos Gerenciais Devem ser Estabelecidos?**

Dada a complexidade do relacionamento e a dinâmica da operação, e de fundamental importância a criação de instrumentos gerenciais de planejamento e controle, para monitorar a operação terceirizada. Esses instrumentos gerenciais devem cobrir as atividades de planejamento e controle operacionais conjuntos, os procedimentos de comunicações inter-empresas, o compartilhamento de custos e benefícios, as características do contrato e os investimentos na operação e nas pessoas.

9.2.11. **Como Avaliar os Resultados?**

Com base nos objetivos de ganhos, previamente definidos, e nas informações obtidas pelos instrumentos gerenciais de planejamento e controle, torna-se possível avaliar os resultados da operação terceirizada e utilizar essa avaliação como mecanismo de retroalimentação, para aperfeiçoar tanto operação quanto os mecanismos de planejamento e controle.

9.3. **Intermodalidade: Importância para a Logística e Estágio Atual no Brasil**

Paulo Nazário

9.3.1. **Introdução**

O custo de transporte representa a maior parcela dos custos logísticos na maioria das empresas. Ele pode variar entre 4% e 25% do faturamento bruto, e em muitos casos, supera o lucro operacional. Em 1998, o custo total de transporte nos

EUA foi de \$ 529 bilhões, representando 59% de todos os custos logísticos e 6,2% do PIB. No Brasil, estima-se que esses custos estão na ordem de R\$ 60 bilhões.

O sistema de transporte no Brasil, que ficou vários anos sem receber investimentos significativos, está passando por um momento de transição no que diz respeito às possibilidades de utilização de mais de um modal na movimentação de cargas por toda a cadeia de suprimentos. Isso ocorre principalmente pelo processo de privatização de ferrovias e portos, execução de obras infra-estruturais e também pela iniciativa de vários embarcadores e prestadores de serviços logísticos.

Os tipos de produtos predominantemente transportados por mais de um modal são *commodities*, como minério de ferro, grãos e cimento, todos caracterizados como produtos de baixo valor agregado. Portanto, para que esses produtos sejam competitivos, é indispensável um sistema de transporte eficiente, pois o custo de transporte é uma parcela considerável do valor destes produtos.

Para produtos de maior valor agregado, o fluxo de transporte por mais de um modal é bastante inexpressivo no Brasil. Nos EUA, o transporte rodoferroviário apresentou crescimento acumulado de 50% nos últimos 10 anos, tendo transportado, em 1998, cerca de 9 milhões de contêineres e carretas.

Como cada vez mais se busca redução nos custos logísticos e maior confiabilidade no serviço prestado, o uso de mais de um modal no Brasil surge como grande oportunidade para as empresas tornarem-se mais competitivas, visto que o modal rodoviário predomina na matriz de transporte do Brasil, mesmo para produtos/trechos onde não é o mais competitivo.

Embora se possa observar alguns exemplos de soluções logísticas que contemplem a utilização de mais de um modal, estas iniciativas ainda esbarram em questões infra-estruturais e de regulamentação, tais como: eficiência dos portos, terminais para integração entre os modais e regulamentação da operação de transporte por mais de um modal. A infra-estrutura do sistema de transportes no Brasil comparada a outros países ainda deixa muito a desejar, como pode ser visto na Figura 9.3.

Países	Área do Território (Km ²) (A)	Rede Rodoviária Total (Km) (B)	Rede Ferroviária Principal (Km) (C)	B/A	C/A
EUA	9.363.398	6.303.770	177.712	0,673	0,019
França	551.000	1.502.964	32.579	2,728	0,059
Japão	377.682	1.113.387	20.251	2,948	0,054
Índia	3.285.000	1.604.110	62.486	0,488	0,019
México	1.969.269	213.192	26.445	0,108	0,013
Itália	301.262	293.799	15.942	0,975	0,053
Espanha	504.750	237.904	12.601	0,471	0,025
Brasil	8.511.965	1.495.087	30.277	0,175	0,004
Argentina	2.792.000	207.630	34.059	0,074	0,012

Figura 9.3 Comparação entre os sistemas rodoviários e ferroviários de diversos países.

Considerando-se os índices de extensão da malha/área territorial, pode-se perceber que o Brasil apresenta-se em situação bastante inferior à diversos países. Em relação à Argentina, por exemplo, a diferença relativa da malha ferroviária chega a ser de um terço, e em relação aos EUA é de pouco mais que um quinto.

9.3.2. Definição

Ao analisar o conceito de transporte por mais de um modal, encontramos na literatura um conjunto de definições que não convergem necessariamente. A grande divergência está relacionada à diferença entre os termos *intermodalidade* e *multimodalidade*.

Como realmente não se trata apenas de uma questão semântica, foram identificadas características bem definidas dentro da evolução do uso de mais um modal para o transporte de carga.

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

- **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.

A primeira fase caracteriza-se por um transporte combinado, ou seja, na utilização de mais de um modal com baixa eficiência na transferência. Na segunda fase, observamos que, inicialmente, o termo *intermodalidade* era tratado basicamente do ponto de vista operacional, simplesmente como uma junção de diferentes modais de transporte. Esse conceito foi apresentado por alguns autores durante a década de 80. Em 1993, na *European Conference of Ministers of Transport*, o conceito de intermodalidade foi definido como: “O movimento de bens em uma única unidade de carregamento, que usa sucessivos modais de transporte sem manuseio dos bens na mudança de um modal para outro.” No livro americano *Intermodal freight transportation* (1995), encontra-se a seguinte definição para transporte intermodal:

“Transporte realizado por mais de um modal, caracterizando um serviço porta a porta com uma série de operações de transbordo realizadas de forma eficiente e com a responsabilidade de um único prestador de serviços através de documento único. Para o transporte intermodal que utiliza contêiner, a carga permanece no mesmo contêiner por toda viagem.”

Essa definição representa a terceira fase. Entretanto, o Ministério dos Transportes do Brasil definiu a terceira fase como transporte multimodal, seguindo a linha européia.

Daqui em diante, será utilizada a nomenclatura *intermodalidade* para indicar a terceira fase, visto que em nosso entender esse termo é mais apropriado para definir as características desta fase. Com isso, o conceito de multimodalidade fica representado pela segunda fase. Cabe ressaltar que, ao longo do texto, o termo *multimodalidade* será usado para evidenciar o atual cenário no Brasil.

9.3.3. Regulamentação

Uma das principais barreiras à implementação do conceito de intermodalidade no Brasil diz respeito a sua regulamentação. A Lei nº 9.611, de 19-2-1998, dispõe sobre a prática do Operador de Transporte Multimodal (OTM). Essa lei define o transporte *multimodal* de cargas como aquele que, regido por um único contrato, utiliza duas ou mais modalidades de transporte, desde a origem até o destino, e é executado sob a responsabilidade única de um OTM. Esse operador precisa possuir os ativos necessários para a execução da movimentação.

Uma das maiores dificuldades de esta lei vir a tornar-se uma realidade está ligada à questão fiscal. Com a implementação do uso de um único documento de transporte (Conhecimento de Transporte Multimodal), alguns Estados, representados por suas Secretarias de Fazenda, argumentam que seriam prejudicados na arrecadação do ICMS. Atualmente, essa lei está na Casa Civil e prestes a ser oficializada. Para uma empresa brasileira ser credenciada como OTM, deve entrar com solicitação no Ministério dos Trabalhadores. Hoje, apenas 11 empresas possuem essa credencial.

Nos EUA, foi promulgada em 1991 uma lei chamada de Istea, “*Intermodal Surface Transportation Efficiency Act*”, ou Lei da Eficiência do Transporte Intermodal de Superfície, que procurava contemplar o setor de transportes com uma legislação mais atualizada e mais condizente com os recentes desenvolvimentos na economia americana e mundial. Atualmente, ela é considerada como revolucionária pelos próprios agentes envolvidos com as atividades de transportes. O objetivo primordial que fundamentou a confecção dessa lei a estratégia dos EUA de desenvolver um sistema nacional intermodal de transportes que seja economicamente eficiente e que providencie para a Nação os mecanismos necessários para mantê-la competitiva numa economia globalizada.

9.3.4. Transporte de Cargas no Brasil

Afinal, qual o motivo para se utilizar mais de um modal? A resposta para essa pergunta é bastante simples. Basta pensarmos que a utilização de mais de um modal representa agregar vantagens de cada modal, que podem ser caracterizadas tanto pelo serviço, quanto pelo custo. Associado a essas possibilidades, deve-se

considerar o valor agregado dos produtos a serem transportados, bem como questões de segurança.

Na Figura 9.4, podemos verificar a comparação das características de serviço entre os modais.

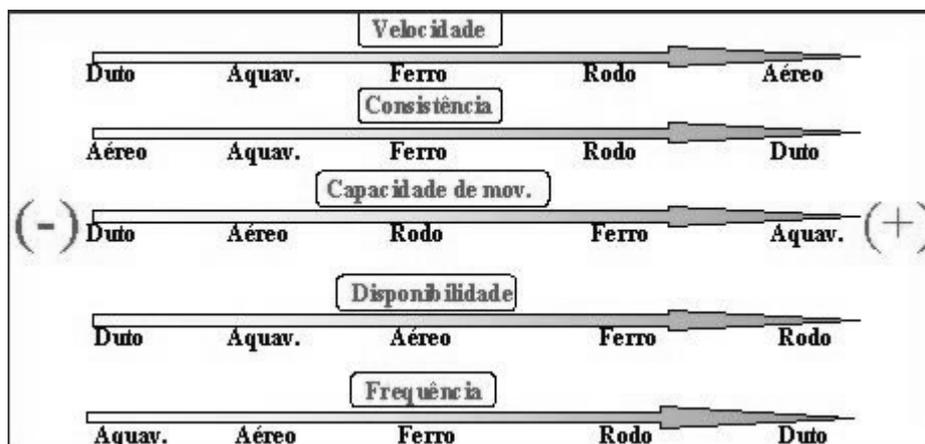


Figura 9.4 Comparação das características de serviço entre modalidades de transporte.

Por exemplo, o transporte rododiferroviário tem como vantagens em relação ao transporte rodoviário o custo baixo do transporte ferroviário para longas distâncias e da acessibilidade do transporte rodoviário. Combinados, eles permitem uma entrega na porta do cliente a um custo total menor e a um tempo relativamente maior, buscando, portanto, um melhor equilíbrio na relação preço/serviço.

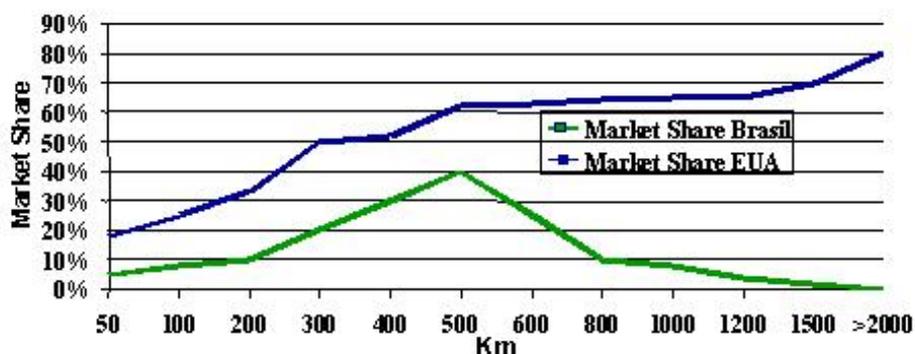
Se compararmos a competição entre rodovia e ferrovia, podemos verificar que, para determinada distância e volume transportado, a utilização de mais de um modal é a forma mais eficiente de executar a movimentação, como pode ser visto na Figura 9.5, que foi desenvolvida pela *American Trucking Association (ATA)*, para demonstrar as características de distância e volume de maior competitividade do modal rodoviário.

	Abaixo de 0,5 t.	0,5 – 4,5 t.	4,5 – 13,5 t.	13,5 – 27 t.	27 – 40 t.	Acima de 40 t.
Abaixo de 180 Km						
160 – 320 Km						
320 – 480 Km	Rodoviário					
480 – 800 Km						
800 – 1.600 Km						
1.600 – 2.400 Km			Competição		Ferroviário	
Acima de 2.400 Km						

Figura 9.5 Comparação entre os modais rodoviário e ferroviário e a opção intermodal.

No Brasil, essa tabela possui distorções consideráveis quanto à capacidade de competição da alternativa intermodal, principalmente devido à infra-estrutura existente e à própria regulamentação. A Figura 9.6 apresenta o *market-share* da ferrovia em função da distância transportada. Bem diferente dos EUA, a ferrovia no Brasil perde espaço nas longas distâncias, juntamente onde ela deveria ser mais competitiva.

Figura 9.6 Market-share da ferrovia em relação à distância no Brasil e nos EUA.

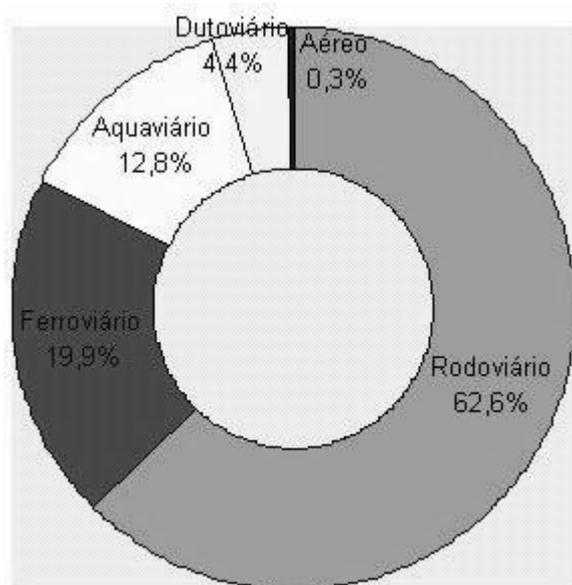


Embora as ferrovias estejam transportando muito mais no sentido Norte-Sul do que antes da privatização, o volume ainda está muito abaixo do potencial existente. Um exemplo desse transporte é o fluxo regular entre Suape e Paulínia oferecido pela FCA e que passa por três ferrovias. O tempo de trânsito, bem como a indisponibilidade de capacidade de transporte são limitações para o crescimento desta movimentação. Isto faz com que exista cargas provenientes do norte/nordeste

vindo para o sul/sudeste utilizando o modal ferroviário, percorrendo mais de 2.000 Km. A cabotagem surge como uma boa opção, desde que resolva os problemas de eficiência dos terminais portuários, de integração com outros modais e na própria frequência de embarcações que são ofertadas ao mercado.

Conforme podemos verificar na Figura 9.7, a matriz de transporte atual possui uma distorção significativa. O modal rodoviário corresponde a 62% do volume transportado em TKU, enquanto nos EUA este modal representa 26% e o ferroviário, 38%. É importante destacar que a participação do modal ferroviário no Brasil é fortemente dependente do minério de ferro. Sem esse transporte, sua participação cai de 20% para 9%.

Figura 9.7 *Matriz de transporte no Brasil em TKU – 1998.*



Um estudo realizado pelo Geipot (Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes), órgão do Ministério dos Transportes, chamado “Corredores Estratégicos de Desenvolvimento”, de fevereiro de 1999, considerou os principais fluxos de carga no Brasil e a atual infra-estrutura existente, estabelecendo, com isso, um conjunto de projetos que visava à melhoria de desempenho do sistema de transportes. Como resultado, obteve uma previsão de alteração da matriz de transporte para 2015, caso os projetos sugeridos neste estudo venham a concretizar-se. A expectativa é que o modal rodoviário passe aproximadamente

24,8% e o ferroviário para 65,1% do total movimentado. É importante destacar que este estudo focou principalmente o transporte de *commodities*.

Um ponto crítico para a escolha do modal rodoviário no transporte de cargas que deveriam ser movimentadas por outro modal reside no fato de o frete rodoviário situar-se, em muitos casos, num patamar abaixo dos níveis razoáveis de remuneração do negócio. Principalmente, para os cerca de 350 mil transportadores autônomos existentes no Brasil. Esse tipo de transportador não faz uma avaliação de todos os seus custos e com isso pratica um frete menor do que deveria. Atualmente, com a propagação de pedágios nos principais trechos do país, os transportadores rodoviários estão sofrendo uma pressão bastante grande para manter a competitividade.

9.3.5. Integração entre Modais

Tecnicamente, a integração entre modais pode ocorrer entre vários modais (aéreo-rodoviário, ferroviário-rodoviário, aquaviário-ferroviário, aquaviário-rodoviário) ou ainda entre mais de dois modais. Por exemplo, a soja produzida em Goiás segue, de caminhão, da lavoura para o porto de São Simão, em Goiás. De lá, segue até Pederneiras, interior de São Paulo, pela hidrovía Tietê-Paraná. Chega finalmente ao Porto de Santos através da Ferroban, totalizando cerca de 1.340 Km. Nessa operação, um comboio de 2.200 toneladas de soja transportado pela hidrovía representa a ausência de 70 caminhões das estradas. Nesse caso, embora o tempo seja maior do que o modal rodoviário, o custo do frete é consideravelmente menor, passando de \$ 34,5 a 46 (modal rodoviário) para \$ 25 (multimodal).

Nessas operações, os terminais possuem papel fundamental na viabilidade econômica da alternativa. O mais preocupante é que são justamente os terminais uma das principais barreiras ao desenvolvimento do intermodalismo no Brasil.

Uma das principais técnicas utilizadas no intermodalismo, principalmente nos EUA, está relacionada ao acoplamento entre modais. Focando a integração entre o modal rodoviário e o ferroviário, esse tipo de abordagem pode ser classificada da seguinte forma:

Container on flatcar (Cofc): caracteriza-se pela colocação de um contêiner sobre um vagão ferroviário. Também, existe a possibilidade de posicionar dois contêineres sobre um vagão (*doublestack*) para aumentar a produtividade da ferrovia. Nos EUA e na Europa, esse tipo de operação é comum. Entretanto, no Brasil, para muitos trechos seria inviável, principalmente devido às restrições de altura em túneis.

Trailer on flatcar (Tofc): Também conhecido como *piggyback*, teve origem nos primórdios da ferrovia norte-americana. Consiste em colocar uma carreta (semi-reboque) sobre um vagão plataforma. Essa operação tem como principal benefício reduzir custos e tempo com transbordo da carga entre os modais, evitando, com isso, investimentos em equipamentos de movimentação em terminais rododotriais;

Car less: como o próprio nome sugere, é uma tecnologia que não utiliza o vagão ferroviário convencional. Consiste na adaptação de uma carreta que é acoplada a um vagão ferroviário igualmente adaptado, conhecido como *truck* ferroviário. Com este sistema, pode ser criado um trem específico ou misto, ou seja, com outros tipos de vagões.

No Brasil, existem alguns desenvolvimentos da tecnologia *car less*, um deles é chamado Rodotrilho.

O transporte de carga utilizando uma das formas citadas acima ainda é pouco representativo no Brasil. Por exemplo, dos cerca de 8 milhões de contêineres que foram movimentados em 1998 pelo porto de Santos, o maior do país, com 40% da movimentação de contêineres, apenas 4% foi movimentado pela ferrovia. Sendo que em 1999 a movimentação ficou em torno de 2,5%.

Outro dado interessante é que no Brasil não existe um fluxo regular da tecnologia *car less*. Entretanto, estamos passando por um momento em que essas operações vão tornar-se uma realidade. Várias empresas, tais como: Coca-Cola, Brahma, OPP Trikem, Gessy Lever, entre outras, começam a avaliar e testar esse tipo de tecnologia, para obter redução nos custos de transporte sem comprometimento na qualidade do serviço prestado. É bem verdade que a

consolidação dessa prática passa necessariamente por uma ferrovia mais confiável e por investimentos nos equipamentos necessários.

É importante ressaltar que nessas operações é necessário que uma das partes seja responsável pela movimentação, bem como seja definido quem, de fato, fará os investimentos nos ativos. Nos EUA, existem cinco alternativas no transporte intermodal utilizando ferrovia e rodovia e que podem ser caracterizadas por duas variáveis importantes: responsabilidade pela carga (emissão da documentação e recebimento do frete do embarcador) e propriedade sobre os ativos (investimento em carretas). Estas alternativas são apresentadas no Quadro 9.4.

Essas possibilidades tendem a ocorrer no Brasil, principalmente depois da regulamentação que estabelece a presença do OTM. Os investimentos a serem realizados em ativos como semi-reboques específicos podem ser feitos pelo embarcador, transportador ferroviário, rodoviário ou até mesmo por uma empresa de *leasing*. Na verdade, existe uma indefinição sobre quem vai investir, que sem dúvida causa um atraso considerável na evolução o processo. Embora os agentes financiadores acreditem na possibilidade e no sucesso, os ativos em questão possuem pouca liquidez, dificultando com isso o processo de financiamento. Para evidenciar como o mercado brasileiro está nesse segmento, atualmente existem menos de 90 semi-reboques no Brasil, pertencentes à Noma, à Ranson e à americana Wabash, e menos de 40 *trucks* (vagões adaptados) em posse das ferrovias, que, de fato, podem viabilizar tecnicamente a operação. As ferrovias MRS, FCA e ALL já testaram essa alternativa de transporte e se preparam para oferecer esse tipo de serviço.

Quadro 9.4 *Alternativas de transporte intermodal*

Tipo 1: A ferrovia por meio de um vagão-plataforma movimenta a carreta do transportador rodoviário que é responsável pela carga.

Tipo 2: A ferrovia é responsável pela movimentação da carga. Tanto a carreta, quanto o vagão, são de propriedade da ferrovia. Existe a possibilidade de o próprio embarcador ser o responsável por essas atividades.

Tipo 3: o embarcador/cliente fornece a carreta e a ferrovia é responsável pela movimentação.

Tipo 4: Diferencia-se do tipo 3 apenas quanto à propriedade do vagão, que nesse caso é do embarcador.

Tipo 5: caracteriza-se pela *joint venture* entre transportador rodoviário e ferroviário. Um dos dois pode ser o responsável pela movimentação da carga.

9.3.6. Tendências da Intermodalidade no Brasil

Os principais fatores para evolução da intermodalidade no Brasil estão relacionados com ações infra-estruturais que dependem de investimentos privados e públicos, regulamentação do OTM e investimento em ativos que viabilizam esta prática e também do posicionamento das empresas (embarcadores) em avaliar sistematicamente as alternativas que estão surgindo.

O governo federal, por meio do Programa Brasil em Ação, executou um conjunto de projetos que possibilitaram o desenvolvimento de alternativas de transporte por mais de um modal. A expectativa é que novos investimentos sejam realizados para complementar os projetos já realizados.

Os próprios embarcadores começam a investir em terminais. Bons exemplos dessa iniciativa são CSN, Cargill, Usiminas e Feterco. Quanto ao investimento em carretas específicas para o sistema intermodal, ainda existe a dúvida em que vai investir. Em alguns casos, esse problema já está sendo encaminhado pelo estabelecimento de parcerias.

Começam a surgir empresas que, em vez de ofertarem apenas o serviço de transporte, estão se tornando capazes de oferecer soluções que integram outras atividades ao serviço desejado, tais como: o transporte multimodal, movimentação em terminais, armazenagem, gestão do estoque, acompanhamento da carga, entre outras. A lei que legitima a função do OTM será um elemento facilitador para os prestadores de serviço caminharem em direção a oferta de um serviço completo. Entretanto, a implementação de todos os procedimentos dessa nova lei está condicionada a um período de adaptação.

A utilização de tecnologia de informação é fator fundamental para o desenvolvimento de um serviço que interage os modais, bem como disponibilize informações sobre o *status* da carga para os embarcadores/clientes. A UPS, maior empresa de *courier* do mundo, utiliza a ferrovia de forma integrada para suas entregas nos Estados Unidos, disponibilizando informações sobre o pacote pela Internet. Algumas ferrovias brasileiras já iniciaram este processo, com a implementação de GPS (*Global Position System*) em suas frotas.

A introdução da tecnologia *car less* possibilitará o incremento da intermodalidade. Essa condição está fortemente associada à melhoria operacional das ferrovias e ao posicionamento dos envolvidos na obtenção de uma solução integrada.

Embora o Brasil ainda tenha muito a fazer em todos os aspectos abordados, a aplicação do conceito de intermodalidade está prestes a tornar-se uma realidade. Resta saber a intensidade na qual os prestadores de serviço de transporte vão caminhar, para ofertar soluções logísticas integradas, que contemplem a intermodalidade, bem como outras atividades logísticas.

Referências Bibliográficas

Ballou, Ronald H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. 1. Ed. – 25. reimpr. – São Paulo: Atlas, 2011.

Fleury, Peter Wanke, Kleber Fossati Figueiredo. **Logística empresarial: a perspectiva brasileira** / (organização) Paulo Fernando. São Paulo: Atlas, 2000. – (Coleção COPPEAD de Administração).

Novaes, Antônio Galvão. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

Paoleschi, Bruno. **Logística Industrial Integrada – Do Planejamento, Produção, Custo e Qualidade à Satisfação do Cliente**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2009.

Hino Nacional

Ouviram do Ipiranga as margens plácidas
De um povo heróico o brado retumbante,
E o sol da liberdade, em raios fúlgidos,
Brilhou no céu da pátria nesse instante.

Se o penhor dessa igualdade
Conseguimos conquistar com braço forte,
Em teu seio, ó liberdade,
Desafia o nosso peito a própria morte!

Ó Pátria amada,
Idolatrada,
Salve! Salve!

Brasil, um sonho intenso, um raio vívido
De amor e de esperança à terra desce,
Se em teu formoso céu, risonho e límpido,
A imagem do Cruzeiro resplandece.

Gigante pela própria natureza,
És belo, és forte, impávido colosso,
E o teu futuro espelha essa grandeza.

Terra adorada,
Entre outras mil,
És tu, Brasil,
Ó Pátria amada!
Dos filhos deste solo és mãe gentil,
Pátria amada, Brasil!

Deitado eternamente em berço esplêndido,
Ao som do mar e à luz do céu profundo,
Fulguras, ó Brasil, florão da América,
Iluminado ao sol do Novo Mundo!

Do que a terra, mais garrida,
Teus risonhos, lindos campos têm mais flores;
"Nossos bosques têm mais vida",
"Nossa vida" no teu seio "mais amores."

Ó Pátria amada,
Idolatrada,
Salve! Salve!

Brasil, de amor eterno seja símbolo
O lábaro que ostentas estrelado,
E diga o verde-louro dessa flâmula
- "Paz no futuro e glória no passado."

Mas, se ergues da justiça a clava forte,
Verás que um filho teu não foge à luta,
Nem teme, quem te adora, a própria morte.

Terra adorada,
Entre outras mil,
És tu, Brasil,
Ó Pátria amada!
Dos filhos deste solo és mãe gentil,
Pátria amada, Brasil!

Hino do Estado do Ceará

Poesia de Thomaz Lopes
Música de Alberto Nepomuceno
Terra do sol, do amor, terra da luz!
Soa o clarim que tua glória conta!
Terra, o teu nome a fama aos céus remonta
Em clarão que seduz!
Nome que brilha esplêndido luzeiro
Nos fulvos braços de ouro do cruzeiro!

Mudem-se em flor as pedras dos caminhos!
Chuvas de prata rolem das estrelas...
E despertando, deslumbrada, ao vê-las
Ressoa a voz dos ninhos...
Há de florar nas rosas e nos cravos
Rubros o sangue ardente dos escravos.
Seja teu verbo a voz do coração,
Verbo de paz e amor do Sul ao Norte!
Ruja teu peito em luta contra a morte,
Acordando a amplidão.
Peito que deu alívio a quem sofria
E foi o sol iluminando o dia!

Tua jangada afoita enfune o pano!
Vento feliz conduza a vela ousada!
Que importa que no seu barco seja um nada
Na vastidão do oceano,
Se à proa vão heróis e marinheiros
E vão no peito corações guerreiros?

Se, nós te amamos, em aventuras e mágoas!
Porque esse chão que embebe a água dos rios
Há de florar em meses, nos estios
E bosques, pelas águas!
Selvas e rios, serras e florestas
Brotem no solo em rumorosas festas!
Abra-se ao vento o teu pendão natal
Sobre as revoltas águas dos teus mares!
E desfraldado diga aos céus e aos mares
A vitória imortal!
Que foi de sangue, em guerras leais e francas,
E foi na paz da cor das hóstias brancas!



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria da Educação