

UMA CONTRIBUIÇÃO PARA A MELHORIA DE DESEMPENHO NO  
INTERCÂMBIO DE EMBALAGENS DURÁVEIS NA INDÚSTRIA  
AUTOMOBILÍSTICA

Kleber de Bianchi

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS  
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS  
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE  
TRANSPORTES.

Aprovada por:

---

Prof. Amaranto Lopes Pereira, Dr. Ing.

---

Prof. Márcio de Almeida D`Agosto, D. Sc.

---

Profª. Regina Serrão Lanzillotti, D. Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

JULHO DE 2007

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

BIANCHI, KLEBER DE

Uma Contribuição para a Melhoria de Desempenho no Intercâmbio de Embalagens Duráveis na Indústria Automobilística [Rio de Janeiro] 2007

XII, 98 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc., Engenharia de Transportes, 2007)

Dissertação - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE.

1. Transporte de Carga
2. Embalagens
3. Aproveitamento Volumétrico
4. Logística Reversa
5. Desempenho
6. Milk Run

I. COPPE/UFRJ II. Título ( série )

## AGRADECIMENTOS

*À minha família, incluindo aos que partiram e que aqui deixaram marcada sua presença e ensinamentos.*

*Ao Professor Amaranto Lopes Pereira, pela orientação e apoio durante todo o curso e que além de seu papel acadêmico é como pessoa um referencial de inspiração e força de vontade: é um guerreiro da vida!!*

*Aos professores do PET e componentes da banca examinadora do PPT e da Dissertação de Mestrado, pela contribuição com seus conhecimentos, críticas e sugestões para a realização deste trabalho.*

*Aos funcionários do PET, pelo importante suporte recebido durante o Mestrado.*

*Aos colegas de trabalho da PSA Peugeot Citroën de Porto Real (RJ), que durante este tempo deram todo o apoio necessário para conciliar os objetivos da área acadêmica com a profissional.*

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

UMA CONTRIBUIÇÃO PARA A MELHORIA DE DESEMPENHO NO  
INTERCÂMBIO DE EMBALAGENS DURÁVEIS NA INDÚSTRIA  
AUTOMOBILÍSTICA

Kleber de Bianchi

Julho/ 2007

Orientador: Amaranto Lopes Pereira

Programa: Engenharia de Transportes

O intercâmbio de embalagens duráveis é um sistema logístico aliado às práticas de logística reversa, sendo amplamente utilizado no mercado automobilístico para o transporte e acondicionamento de peças.

Através desta prática, empresas buscam atender questões ambientais e, ao mesmo tempo, conseguir vantagens com a redução de custos, melhoria da ergonomia nas operações e redução de avarias durante o transporte.

Contudo, existem os pontos desfavoráveis, como o custo do transporte de retorno e problemas que afetam o nível de serviço, decorrentes da falta de gestão e controle das embalagens na cadeia de suprimentos.

O objetivo deste trabalho é de propor uma contribuição para a melhoria do desempenho no intercâmbio das embalagens duráveis entre uma montadora de veículos e seus fornecedores de autopeças.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

A CONTRIBUTION TO PACKING INTERCHANGE PERFORMANCE IN THE  
AUTOMOTIVE INDUSTRY

Kleber de Bianchi

Julho / 2007

Advisor: Amaranto Lopes Pereira

Department: Transport Engineering

The durable packing interchange is a logistics system allied to the reverse logistics practices, amply used in the automotive market for parts transportation and packing. Through this practice, companies try to answer environmental issues and get advantages by costs reduction, improving ergonomics and the reduction breakdown during transportation. However, there are adverse points, as the costs of return transport and problems that affect the service level, due to lack of management and control of packing at the supply chain. This work main purpose is to give a contribution to the packing interchange performance between an automotive industry and part suppliers.

## ÍNDICE DO TEXTO

	Página
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	1
1.1. O Setor Automobilístico Nacional	1
1.2. Apresentação do Problema	2
1.3. Objetivo	5
1.4. Justificativa	5
CAPÍTULO II - OS FLUXOS DE EMBALAGEM NA CADEIA DE ABASTECIMENTO	6
2.1. Logística Integrada	6
2.2. Logística Reversa	7
2.2.1. Fluxo Reverso de Embalagens	8
2.2.2. Relação entre Fluxos Diretos e Reversos	12
2.2.3. Elaboração de um Fluxo Reverso de Embalagens	14
2.3. O Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos	16
2.3.1. A Importância da Informação	17
2.4. Logística Enxuta	18
CAPÍTULO III - APROVEITAMENTO VOLUMÉTRICO TOTAL DO TRANSPORTE	20
3.1. Índices de Aproveitamento Volumétrico no Transporte de Carga	20
3.1.1. Índice de Aproveitamento Volumétrico do Veículo (IAVV)	23
3.1.2. Índice de Aproveitamento Volumétrico da Embalagem (IAVE)	26
3.2. Densidade de Carga	27
3.3. Aumento na Densidade Carga Através do Projeto de Embalagens	31
3.4. Combinações de Carga Visando Máximo Aproveitamento de Peso e Volume	34
3.5. Controle do Índice de Aproveitamento Volumétrico do Veículo (IAVV)	37

CAPÍTULO IV - INTEGRAÇÃO DAS EMBALAGENS AO SISTEMA DE TRANSPORTES	39
4.1. Embalagens Duráveis na Indústria Automobilística	39
4.2. As Embalagens e o Transporte de Carga	41
4.3. O Projeto de Embalagens	42
4.4. Padronização do Transporte e Embalagens	45
4.5. Dimensionamento do Número de Embalagens para o Ciclo	48
4.6. O Controle do Fluxo de Embalagens	49
4.7. Ganho de Tempo nos Terminais de Carga e Descarga	52
4.8. Identificação de Carga	54
4.8.1. Classificação e Codificação de Produtos e Embalagens	55
4.8.2. Código de Barras e Radiofrequência	58
4.9. Avarias e Perdas	60
CAPÍTULO V - COLETA E RETORNO DE EMBALAGENS ATRAVÉS DO SISTEMA MILK RUN	64
5.1. O Sistema Milk Run	64
5.2. Pontos Críticos	67
5.3. Acuracidade de Estoques	70
5.4. O Problema da Diversidade Geográfica	71
5.5. Modalidades	72
5.6. Milk Run Reverso	73
5.7. Sistemas de Rastreamento	75
CAPÍTULO VI - PADRÕES DE DESEMPENHO NO TRANSPORTE DE CARGA	78
6.1. Padrões de Desempenho	78
6.2. Custos e Nível de Serviço	79
6.3. Nível de Serviço no Fluxo de Embalagens	82
6.3.1. Disponibilidade	83

6.3.2. Desempenho nas Operações	85
6.3.3. Confiabilidade	86
6.4. Medidas de Desempenho Logístico	87
CAPÍTULO VII – Conclusões e Sugestões	93
7.1. Conclusões	93
7.2. Sugestões para Estudos Futuros	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Início da produção do Fusca no Brasil.	1
Figura 2: O ciclo de embalagens.	3
Figura 3: Destinação de embalagens utilizadas na indústria automobilística.	9
Figura 4: Fluxos diretos e reversos na indústria automobilística.	11
Figura 5: Perdas volumétricas no transporte de carga: veículo e embalagem.	22
Figura 6: Exemplo de desperdício no aproveitamento volumétrico no transporte de carga.	24
Figura 7: Embalagens “não dobráveis” gerando baixa densidade de carga no retorno.	29
Figura 8: Perdas volumétricas no transporte de cargas.	30
Figura 9: Exemplos de análise para aumento das taxas de ocupação volumétrica nas embalagens.	32
Figura 10: Embalagens de auto-encaixe para aproveitamento volumétrico.	33
Figura 11: Combinação de cargas.	35
Figura 12: Exemplo de redução da frota através da combinação de cargas.	35
Figura 13: Esquema simples de combinação de carga em operação de coleta.	36
Figura 14: Exemplos de embalagens duráveis.	39
Figura 15: Embalagens duráveis na indústria de bebidas.	42
Figura 16: Embalagens modulares dobráveis: economia no transporte de retorno.	43
Figura 17: Exemplo de falta de padronização entre embalagem e veículo.	46
Figura 18: Sistema padronizado de embalagens permitindo agrupamento de carga.	47
Figura 19: Integração entre embalagens e sistemas de transporte.	53
Figura 20: Necessidade da identificação de itens a expedir.	55
Figura 21: Identificação de carga através do código de barras.	58
Figura 22: Identificação de carga por sistema de radiofrequência.	60
Figura 23: Identificação de carga avariada.	62
Figura 24: Comparação entre a coleta tradicional e o Milk-Run.	64
Figura 25: Exemplo de composição da carga em um sistema Milk Run.	65
Figura 26: Origens do sistema Milk Run.	66

Figura 27: Otimização do Fluxo Reverso envolvendo o Milk Run.

74

Figura 28: Sistema de Rastreamento de Veículo.

76

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico 1: Efeito geral da densidade do produto sobre os custos logísticos.	28
Gráfico 2: Os custos dos serviços.	80
Gráfico 3: Deslocamento da curva de custos dos serviços.	80
Gráfico 4: Compensação generalizada entre receitas e custo para diversos níveis de serviço logístico.	82
Gráfico 5: Reclamações mais comuns em matéria de serviços aos clientes.	83

## ÍNDICE DE QUADROS

	Página
Quadro 1: Exemplo de ganho operacional através do aumento da densidade de carga.	26
Quadro 2: Modelo de formulário de controle de aproveitamento volumétrico.	37
Quadro 3: Planilha de controle do índice de aproveitamento volumétrico dos veículos por período.	38
Quadro 4: Formulário de aprovação de protótipo de embalagem.	45
Quadro 5: Representação esquemática do processo de controle.	50
Quadro 6: Indicadores e resultados apresentados pela pesquisa IMAM.	88
Quadro 7: Indicadores de desempenho logístico externo.	90
Quadro 8: Exemplos de indicadores para o transporte de carga.	91
Quadro 9: Exemplos de Indicadores de Serviço ao Cliente.	92

## CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

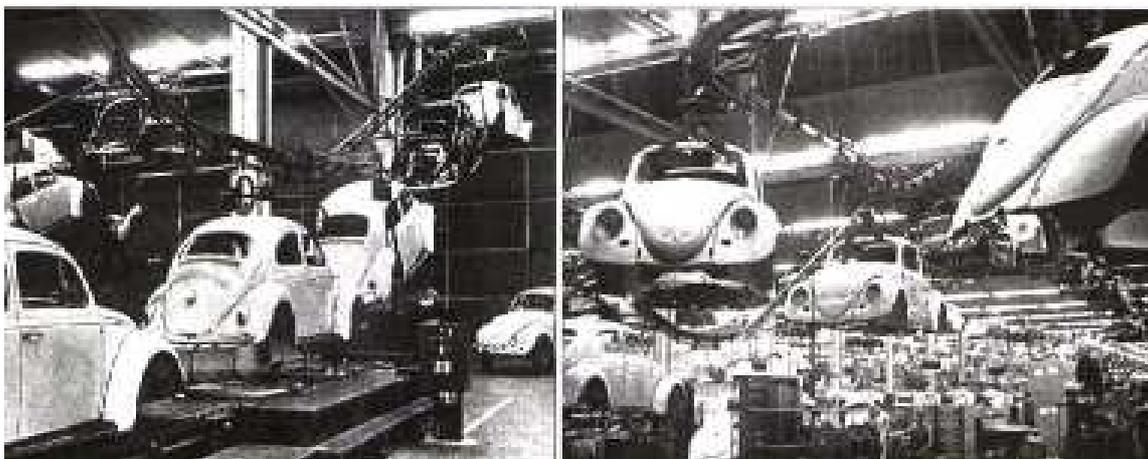
### 1.1. O Setor Automobilístico Nacional

Como seriam os projetos da estrutura viária, meio ambiente e expansão industrial, se pudéssemos prever quantos veículos estariam circulando em determinadas regiões do Brasil nos próximos anos?

Os fabricantes de veículos ou “montadoras” apostam no crescimento do mercado automobilístico, instalando plantas industriais estrategicamente em países em desenvolvimento, buscando produzir e distribuir veículos com baixo custo.

As primeiras empresas do setor a se instalarem no Brasil foram a Ford Motors do Brasil, em 1919, e a General Motors do Brasil (GMB), em 1925, porém a montagem do primeiro veículo no país aconteceu no ano de 1950, quando a Volkswagen montou o primeiro “Fusca” com peças importadas (FENABRAVE - 2006).

A linha de produção do Fusca (Figura 1) na unidade da Volkswagen em São Bernardo do Campo (SP) abriu a montagem em larga escala no país e, juntamente com a produção da Kombi, colocaram a região no mapa da produção mundial (ANFAVEA – 2006).



**Figura 1:** Início da produção do Fusca no Brasil.  
Fonte: ANFAVEA (2006).

A concentração espacial da indústria na região centro-sul do país teve seu auge na década de 1970, com destaque especial para o estado de São Paulo.

Nesta época, São Paulo chegou a participar com 40% da renda nacional e 58% da produção industrial, com destaque para sua área metropolitana. As décadas seguintes foram marcadas por um declínio dessa concentração em favor das demais sub-regiões do interior do estado. Os empresários procuraram, ao longo do processo de reestruturação industrial, lugares em que houvesse uma mão-de-obra qualificada e, sobretudo barata. Também foram importantes os incentivos fiscais para a escolha dos locais que receberam as novas indústrias.

A tendência de localização das montadoras de veículos em áreas ou regiões não-tradicionais fez com que toda a logística de abastecimento e distribuição fosse reestruturada para atender os fluxos de autopeças e veículos.

## **1.2. Apresentação do Problema**

Considerando o Brasil um país onde predomina o transporte rodoviário, o crescimento do setor automobilístico contribui para o aumento na movimentação de carga e para a diversidade de fluxos logísticos entre os fornecedores de autopeças e montadoras instaladas no país. Conseqüentemente surge a preocupação, por parte dessas empresas, de reduzir os custos logísticos evitando, porém, que o nível de serviço entre elas seja afetado.

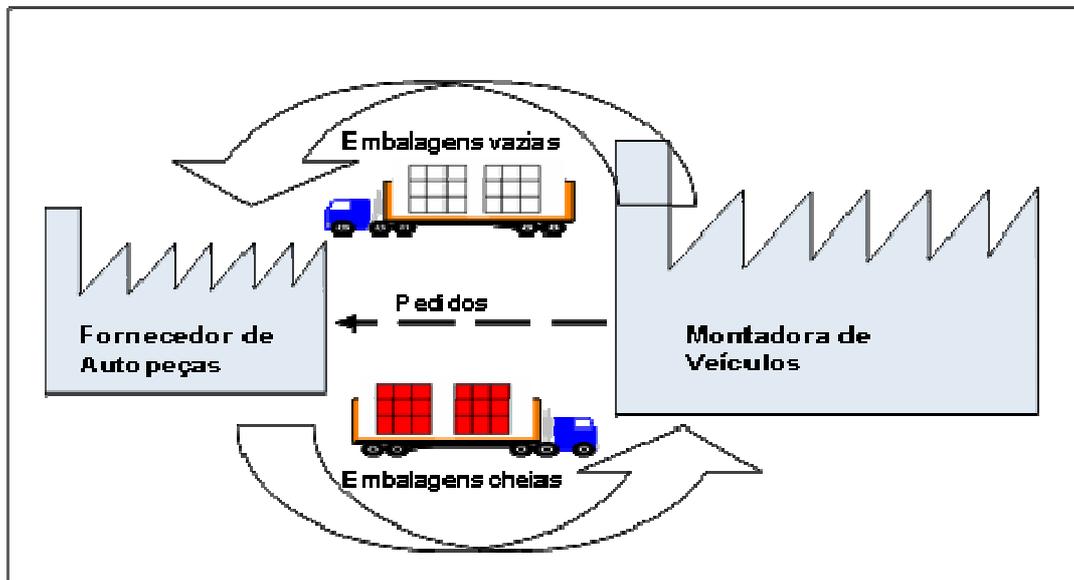
Redução de custos logísticos é uma das principais metas dos gerentes de logística das empresas atuantes no Brasil. E não menos importante é este tema para o governo brasileiro, que tem como responsabilidade monitorar e trabalhar para a redução do chamado Custo Brasil, além de garantir a disponibilidade e a eficiência da infra-estrutura nacional (CEL/COPPEAD – 2006).

Na indústria automobilística existem basicamente dois fluxos físicos distintos: o de *componentes*, representado por peças, embalagens e insumos para fabricação, e o de *veículos*, considerados como produtos acabados ou ainda em processo.

Os *componentes* constituem a matéria - prima necessária para produção e podem chegar a mais de 3.000 diferentes itens necessários para montar um modelo de automóvel. Um exemplo é a variedade de parafusos ou peças plásticas que, assim como o motor e a carroceria, são indispensáveis a cada etapa de fabricação.

Uma prática adotada na logística de abastecimento é a utilização de embalagens duráveis para o acondicionamento e transporte de peças, desde os fornecedores até a montadora, onde as peças são consumidas durante os processos de montagem do veículo na linha de produção.

Após o consumo, é necessário que as embalagens vazias retornem até o fornecedor, para que sejam reutilizadas, formando assim um ciclo entre montadora e fornecedores como mostra a Figura 2.



**Figura 2:** O ciclo de embalagens.

O trabalho proposto se delimita ao estudo do fluxo de embalagens duráveis que compõem um intercâmbio entre os fornecedores de autopeças e a montadora de veículos, sem se estender à distribuição de veículos da montadora para as concessionárias de revenda.

Também não se trata de um estudo sobre a viabilidade ou não da utilização de embalagens duráveis, supondo que a empresa tenha optado pela adoção das mesmas.

No contexto internacional, o desenvolvimento de bens duráveis é uma problemática a ser tratada pelas indústrias na atualidade, levando em consideração os aspectos sociais e ambientais dentro do desenvolvimento econômico das empresas (ECOBILAN - 2005).

Já no mercado automobilístico nacional, esse intercâmbio é considerado uma prática comum entre montadoras e fornecedores de autopeças, devido a algumas vantagens relacionadas à redução do custo com embalagens descartáveis, atendimento aos padrões de qualidade ambiental, questões ergonômicas e redução de avarias nos produtos.

Nos últimos anos, vem-se confirmando o fato de que a competitividade dos países dependerá, entre outros fatores, da real capacidade de suas empresas de se articularem e se beneficiarem de parcerias estabelecidas (AMATO - 2001).

Desta forma, tanto a montadora quanto os fornecedores buscam se beneficiar dessa prática, desenvolvendo uma parceria para padronizar e aumentar o intercâmbio das embalagens.

Entretanto, existem problemas que afetam os *custos* e o *nível de serviço* do transporte de retorno, tais como:

- Baixa taxa de aproveitamento de capacidade de carga nos meios de transporte, uma vez que os caminhões deveriam ser expedidos com certo rendimento em volume ou peso, assim como as movimentações com empilhadeira;
- Descumprimento de prazos de entrega, devido à existência de reclamações por parte dos fabricantes de autopeças;
- Necessidade de maior controle das embalagens, em consequência de extravios durante o circuito.

O intercâmbio de embalagens é representado por um fluxo logístico que, hora é convencional ou direto, quando a montadora recebe as embalagens com peças, hora é reverso, quando retorna as embalagens vazias aos fornecedores. Ambos os fluxos são

interligados e dependentes de fatores comuns, como será apresentado ao longo deste trabalho.

### **1.3. Objetivo**

O objetivo deste trabalho é de propor uma contribuição para a melhoria do desempenho no intercâmbio das embalagens duráveis na indústria automobilística, com foco no transporte de carga.

### **1.4. Justificativa**

Uma preocupação especial para melhorar o desempenho nesse sistema são os custos envolvidos no retorno, principalmente com o transporte de carga. Fator este que pode inviabilizar economicamente a adoção das embalagens duráveis, como acontece com a maioria dos fabricantes de refrigerantes que utilizam as garrafas descartáveis tipo “pet”.

Custo e nível de serviço são atributos considerados por WAISMAN (1983) para avaliar desempenho.

Quanto ao nível de serviço, as embalagens vazias devem retornar aos fornecedores dentro de condições de prazo, integridade física e quantidade, respeitando os acordos entre as empresas para o abastecimento de componentes.

Para as peças automotivas, a preservação da qualidade depende de um acondicionamento seguro, garantindo que o produto não seja danificado durante o transporte. Essas avarias podem causar uma parada de fábrica se a linha de produção depender exclusivamente da carga que foi rejeitada pelo controle de qualidade. Estes fatores deram origem a uma facção da engenharia automotiva especializada em desenvolver protótipos de embalagens duráveis, visando atender as condições de armazenagem, manuseio e transporte de carga.

## **CAPÍTULO II - OS FLUXOS DE EMBALAGEM NA CADEIA DE ABASTECIMENTO**

Neste capítulo será feita uma revisão que busca a abordagem de técnicas e conceitos que são bases importantes ao desenvolvimento do trabalho, tais como o estudo de *Logística Integrada*, *Logística Reversa*, *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos* e *Logística Enxuta*.

### **2.1 Logística Integrada**

Segundo CHRISTOPHER (1997), as prioridades e objetivos da fabricação sempre foram concentrados na eficiência operacional, alcançada através de grandes lotes de produção, tempos mínimos para preparação de máquina e troca de ferramentas, além de padronização do produto. Por outro lado, a atividade de *marketing* procurou alcançar a vantagem competitiva através da variedade, altos níveis de serviços e frequentes modificações no produto.

Atualmente, a ênfase sobre logística vem sendo direcionada para a modelagem de problemas reais, levando em conta a integração de diversas funções logísticas como transporte, armazenamento, manutenção de estoques, processamento de pedidos, comunicação, produção e nível de serviços (PEREIRA – 2006).

Com o processo de globalização e os mercados tornando-se cada vez mais dinâmicos, maior é a flexibilidade exigida para satisfazer os clientes, em termos de diversidade de produtos, custo e tempo de resposta. Essas mudanças trouxeram a necessidade de se estudar de forma integrada todos os elementos que compõem um sistema logístico, desde o ponto de pedido de matéria-prima até o consumidor final do produto, envolvendo os fluxos físicos dos materiais, assim como os fluxos de informações em cada etapa do processo. Surge então o conceito de *logística integrada*.

Segundo PEREIRA (2006), a *logística integrada* propicia o relacionamento do fornecedor, de suprimentos, da produção, da distribuição, do cliente, havendo um fluxo de materiais e outro de informação.

A aplicação da logística como recurso competitivo baseia-se na sua *gestão de forma integrada*, sendo tratada como um sistema, ou seja, um conjunto de componentes interligados, atuando de forma coordenada em busca de objetivo comum. Este sistema é composto pelos canais logísticos que se estendem a jusante (distribuição para o mercado consumidor) e a montante (fornecimento de peças e componentes) da empresa. A gestão da logística integrada cuida da movimentação dos produtos entre três áreas: suprimento, apoio à produção e distribuição física, vinculando a empresa a seus clientes e fornecedores (FERREIRA e ALVES – 2007).

De acordo com BALLOU (1993), a concepção logística de agrupar conjuntamente as atividades relacionadas ao fluxo de produtos e serviços para administrá-las de forma coletiva é uma evolução natural do pensamento administrativo.

## **2.2 Logística Reversa**

Assim como em um fluxo logístico convencional, onde os produtos seguem desde um ponto de origem até o seu ponto de destino, o caminho inverso deste fluxo também precisa ser gerenciado.

Segundo LEITE (2003), a *logística reversa* é entendida como a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo de informações logísticas correspondentes, do retorno de *bens de pós-venda e de pós-consumo* ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, por meio de canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros.

A logística reversa de *pós-consumo* contribui para geração de valor através da reintegração do produto ao fluxo de negócios e procura atender as questões legais e ambientais, como por exemplo, o caso das embalagens plásticas destinadas à reciclagem. Os *bens de pós-consumo* podem ser representados pelos bens que, de uma maneira geral, são descartados após o fim de sua vida útil em algum ponto da cadeia de abastecimento. Exemplos: eletrodomésticos, máquinas industriais obsoletas, embalagens, pneus e inclusive os próprios automóveis.

Já a operação de *pós-venda* objetiva o atendimento ao cliente de forma eficiente e eficaz com menor custo possível, buscando atender a necessidade de retirada de um determinado produto do mercado, troca, manutenção ou cumprimento da legislação ambiental. Tais procedimentos podem contribuir para o ganho em competitividade para diferentes setores da economia. Os *bens de pós-venda* constituem os produtos que são devolvidos por uma série de motivos, entre eles os produtos com defeito ou com prazo de validade vencido, itens em desacordo com as especificações e embalagens duráveis. Exemplos: alimentos e aparelhos eletrônicos.

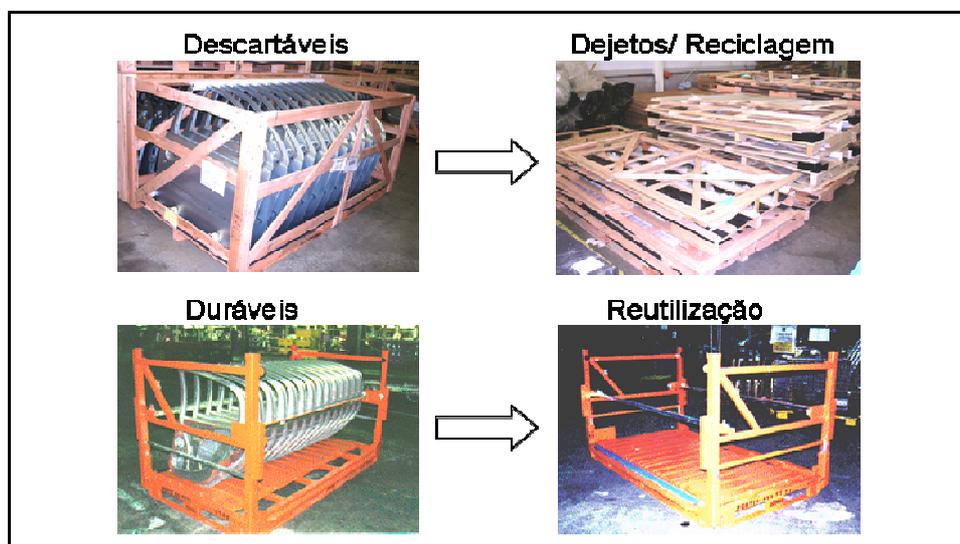
### **2.2.1. Fluxo Reverso de Embalagens**

Uma das práticas mais comuns de Logística Reversa na indústria automobilística é o retorno de embalagens vazias. Toda peça utilizada na fabricação necessita ser acondicionada em embalagens de diversos tipos, podendo ser confeccionadas em papelão, madeira, plástico, metal, ou da combinação destes materiais.

No caso de *embalagens descartáveis*, podem existir várias etapas até que estas cheguem ao seu destino, pois depende se serão reutilizadas para alguma finalidade, recicladas ou serão tratadas como dejetos industriais.

Para as *embalagens duráveis*, estas, quando vazias, devem ser transportadas de volta ao fornecedor, sendo necessários sistemas de gestão e controle de forma rigorosa, já que o

fornecedor aguarda o retorno das embalagens para acondicionar a carga que deverá ser expedida. A Figura 3 apresenta modelos de embalagens descartáveis e duráveis quanto ao seu destino.



**Figura 3:** Destinação de embalagens utilizadas na indústria automobilística.

As embalagens duráveis, ao contrário das descartáveis, representam um bem de pós-venda que pode ter vários anos de vida útil, retornando para “reuso” ao ciclo produtivo através de um canal de distribuição reverso entre a montadora de automóveis e os fornecedores de autopeças. Desta forma, a logística reversa visa criar possibilidades de retorno para estes bens através da gestão dos fluxos reversos, dos recursos operacionais e das instalações apropriadas para esse fim.

Como esses fatores representam custos, a gestão de embalagens duráveis requer um planejamento de retorno que, além de produtivo, seja eficiente, economicamente falando.

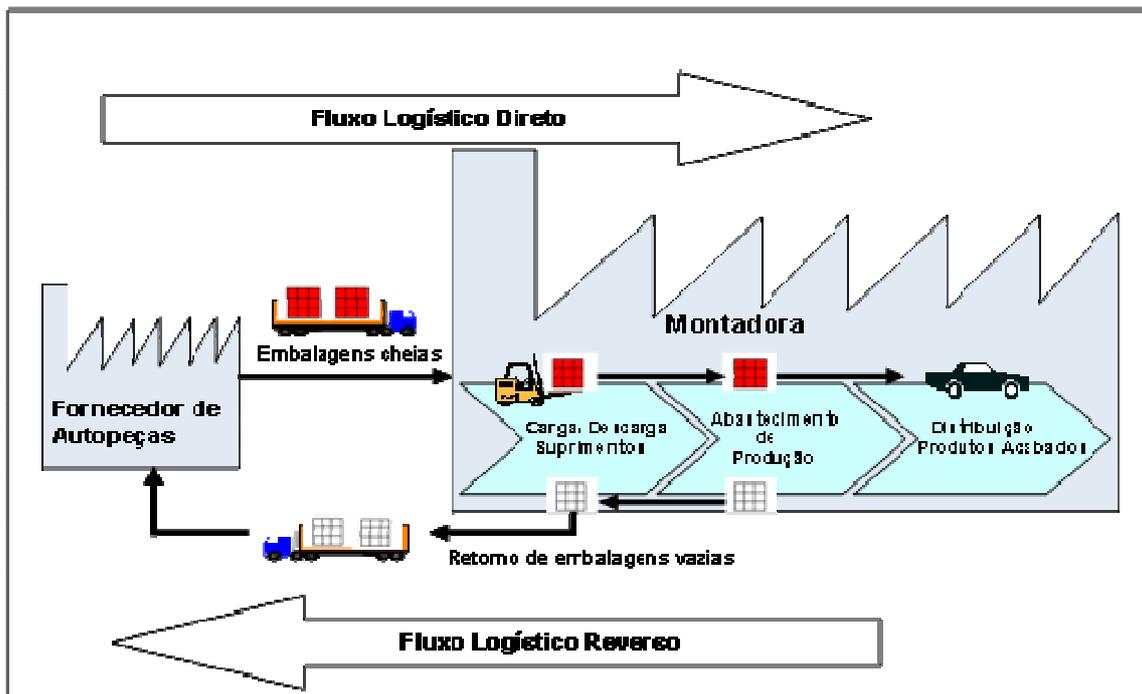
Segundo LACERDA (2002), os processos de logística reversa têm trazido consideráveis retornos para as empresas. O reaproveitamento de materiais e a economia com embalagens retornáveis têm trazido ganhos que estimulam cada vez mais novas iniciativas e esforços em desenvolvimento e melhoria nos processos de logística reversa.

Para o contexto nacional, é interessante ressaltar a necessidade de otimização dos fluxos reversos, considerando que no Brasil uma parte das indústrias tem avançado com a adoção de normas ambientais e as legislações demonstram tendências para controlar cada vez mais os impactos causados ao meio ambiente.

De acordo com a ABML - Associação Brasileira de Movimentação e Logística - existe uma tendência mundial de utilizar embalagens retornáveis, considerando que o total de resíduos gerados aumenta a cada ano, causando um impacto bastante negativo no ecossistema. Ao longo do tempo, devemos estabelecer prazos para reduzir os resíduos gerados pelas embalagens descartáveis, por meio da utilização das retornáveis e do emprego de materiais alternativos e recicláveis (ABML - 2005).

Existem embalagens projetadas para durar mais de dez anos, porém em certas condições de uso, podem sofrer avarias durante o transporte antes do fim de sua vida útil. Neste caso, podem ter dois destinos distintos: descarte ou manutenção para retornar ao ciclo. Esta decisão normalmente é baseada em critérios econômicos, mas de qualquer forma deverão seguir um fluxo reverso, de maneira que não prejudique o meio ambiente.

A Figura 4 apresenta um modelo de intercâmbio de embalagens duráveis para reuso no acondicionamento de peças, com seus respectivos fluxos diretos e reversos. Nota-se que além do transporte, as embalagens passam por atividades de movimentação interna através do uso de empilhadeiras ou carrinhos até chegarem às linhas de produção, onde as peças são consumidas durante os processos de montagem dos automóveis. Já no fluxo de retorno aos fornecedores (quando vazias), passam também por várias etapas de movimentação, armazenagem e controle que são as atividades logísticas que caracterizam o fluxo reverso.



**Figura 4:** Fluxos diretos e reversos na indústria automobilística.

Em determinados casos, como exemplo de pneus usados, as empresas empregam meios de transporte e armazenagem exclusivos para a coleta e destino deste material, caracterizando uma alocação de recursos própria para realizar a logística reversa.

O intercâmbio de embalagens duráveis apresenta uma realidade distinta, pois os mesmos meios utilizados no fluxo direto atendem o fluxo de retorno.

Na condição de cliente, a montadora recebe, com uma determinada frequência, as cargas de matéria-prima para fabricação que são descarregadas, armazenadas e consumidas. Nessa condição, o mesmo caminhão que trouxe a carga do fornecedor é aproveitado para retornar com as embalagens vazias.

Um desafio é tornar a logística reversa rentável de forma econômica para ser aceita e apoiada pela direção da empresa. A busca da melhoria do desempenho é um meio de atingir esse objetivo, em termos de custo e nível de serviço nas atividades que constituem o intercâmbio de embalagens.

### **2.2.2. Relação entre Fluxos Diretos e Reversos**

Alguns fatores interferem no sucesso da implantação de uma estratégia de logística reversa. O porte da empresa, a forma de como foi projetada a estrutura fabril e as políticas adotadas são condicionantes para a execução dos fluxos reversos.

Ao discutir fluxos, a direção do fluxo não é a única dimensão importante, pois existe ainda a preocupação com as entidades envolvidas na gestão desses fluxos (DORNIER et al - 1998).

A flexibilidade de utilizar os mesmos recursos nos fluxos diretos e reversos visa obter um melhor aproveitamento destes. Essa é uma prática observada em toda a cadeia de abastecimento, por fornecedores, prestadores de serviços logísticos e clientes. Podemos citar os caminhões que trazem as peças e podem retornar com as embalagens vazias. Além disso, as mesmas docas de carga e descarga, instalações prediais, empilhadeiras, pessoas e hardware podem atender ambos os fluxos.

Para o caso da indústria automobilística, apesar do aproveitamento do transporte de retorno após o descarregamento das peças, a empresa transportadora obviamente vai cobrar por isso. Uma meta para esta atividade seria de otimizar ao máximo os retornos, somente expedindo caminhões com carga completa.

Segundo BOWERSOX e CLOSS (2001), o custo de transporte por unidade de peso diminui à medida que o volume de carga aumenta. Isso acontece porque os custos fixos de coleta e de entrega, assim como os custos administrativos, são diluídos em um maior volume de carga. É uma forma de economia de escala, como existe em outras atividades logísticas.

Conforme observado em duas montadoras de veículos instaladas no Brasil, muitas das vezes isto não acontece, devido ao atendimento dedicado a pedidos urgentes ou por falta de uma sistemática para otimizar o aproveitamento do transporte de carga.

Se tomássemos como exemplo uma empresa de refrigerantes que utiliza as embalagens descartáveis tipo “pet”, a quantidade de retorno para reciclagem provavelmente é muito

inferior que a quantidade de garrafas distribuídas no mesmo período. Esse fato é observado facilmente quando nos deparamos com os pontos de lixo urbano na maioria de nossos municípios.

Alguns índices, como o do CEMPRE (2001), apresentaram para este caso uma taxa de reciclagem no Brasil no ano de 2001 em torno de 21%, ou seja, um *fluxo reverso* para reciclagem baixo em relação ao *fluxo direto* de distribuição. Essa intensidade pode variar de produto para produto e do período de tempo analisado.

No caso das embalagens duráveis, essas são projetadas para que esse índice atinja 100% de retorno para reuso no ciclo produtivo dentro do período de tempo de sua vida útil. O resultado esperado é o estado de “equilíbrio”, em que o fluxo reverso seja igual ao fluxo direto. Surge, então, a necessidade de sistemas de gestão e controle para as embalagens transportadas.

Alguns fatores podem contribuir para o desempenho do sistema reverso, tais como:

- Entrada de embalagens controlada: Existe a necessidade de se identificar o estado das embalagens que retornam para que possam seguir o fluxo de maneira correta. Deve ser feita uma triagem separando as que poderão ser reutilizadas, recondicionadas, revendidas ou totalmente recicladas;
- Mapeamento de processos: Todos os processos diretos e reversos devem estar mapeados e detalhados para que todos conheçam o que deve ser feito e quando deve ser feito. Procedimentos formalizados são o caminho para obtenção do controle e melhoria contínua;
- Mapeamento de custos: Custos de separação, limpeza e transporte de embalagens devem ser detalhados;
- Baixo tempo de ciclo: A identificação do destino da embalagem deve ser feita rapidamente, evitando gastos com armazenagem, movimentação e mão-de-obra;

- Planejamento logístico: Instalações de processamento e armazenamento e sistemas para transporte devem ligar de forma eficiente os pontos de consumo até as instalações onde deverão ser utilizados no futuro;
- Parcerias: A logística out-bound deve ser o foco, buscando a integração da cadeia, evidenciando que as práticas de logística reversa serão implementadas se a cadeia desenvolver relações colaborativas;
- Canais de marketing ativos: Implementação de sistemas de incentivo ao retorno de embalagens junto aos clientes, como sistemas de depósito em dinheiro, troca por produtos de interesse do cliente, entre outros;
- Nível de utilização: Nas operações com embalagens retornáveis, as partes devem cooperar para maximizar a utilização das embalagens, pois não o fazendo, elas podem ser perdidas, extraviadas ou esquecidas.

### **2.2.3. Elaboração de um Fluxo Reverso de Embalagens**

A oportunidade de compartilhar benefícios através do intercâmbio de embalagens duráveis depende da cooperação e de um relacionamento transparente entre as empresas. Sem esse envolvimento, a eficiência do sistema fica comprometida.

Sob o enfoque de NOVAES (2001), os elementos que formam a cadeia de suprimentos, na parte que vai da manufatura ao varejo, formam o *canal de distribuição*.

Na indústria automobilística, o fornecedor, a montadora e a empresa transportadora representam esses elementos e dão origem ao fluxo de embalagens.

A montadora, que emite o pedido de peças para o seu fornecedor, deve colocar a disposição deste as embalagens vazias necessárias à entrega das peças encomendadas.

Cabe à empresa transportadora otimizar as entregas e coletas das quais é responsável, a fim de organizar os meios de transporte para execução dos fluxos diretos e reversos entre cliente e fornecedor.

A partir da validação da concepção de uma embalagem, com base nos volumes de produção, um estudo de fluxos permite definir as quantidades necessárias ao funcionamento do intercâmbio. Essas quantidades constituem a compra inicial de embalagens que estarão no circuito.

A falta de controle nos processos de retorno propicia o surgimento de diversos tipos de problemas que se opõem ao objetivo de desempenho, afetando os custos e o nível de serviço, tais como:

- Falta de embalagens no ciclo para atender determinado fabricante;
- Transporte mal aproveitado;
- Descumprimento dos prazos de retorno;
- Avarias nas peças por utilizar uma embalagem que não foi preconizada para determinado fluxo;
- Divergências contábeis e fiscais;
- Necessidade de mais inventários para identificar e corrigir os erros.

A quantidade expedida deve retornar 100% e os retornos pendentes devem ser mantidos a um número mínimo estabelecido pelo gestor das embalagens. O não retorno em um prazo determinado implica na necessidade de investigar possibilidades de falha em algum dos processos no fornecedor ou cliente.

Alguns problemas contribuem para que o objetivo de 100% de retorno de embalagens ao “reuso” não seja atingido na indústria automobilística:

- Extravio durante operações de transporte ou movimentações entre as empresas, incluindo os centros de consolidação de carga;
- Uso para outros fins tanto pelos fornecedores quanto pela montadora;
- Avarias por falha operacional;
- Roubo de carga.

A característica “multiuso” de determinadas embalagens propicia que saiam do fluxo para atender a outros propósitos dentro da fábrica: armazenar peças obsoletas, detritos industriais, guardar material de escritório e demais itens que não pertencem ao ciclo para o qual as embalagens foram destinadas.

Esse tipo de atitude interna diminui o índice de retorno e interfere no nível de serviço, já que a quantidade em circuito torna-se inferior à que foi dimensionada no projeto para atender o fluxo.

Conclui-se que, para melhorar o desempenho no intercâmbio de embalagens, é necessário estabelecer sistemas de apoio à gestão e ao controle dos fluxos reversos.

### **2.3. O Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**

Assim como em outros setores da economia, a montadora de automóveis espera de seus fornecedores que suas necessidades de prazo de entrega, qualidade das peças e custo sejam atendidas. Da mesma forma, o consumidor final que compra um automóvel em uma concessionária assim o espera para ser atendido.

Os fluxos de materiais e informações que percorrem desde o fornecedor primário até o cliente final, passando pelas diversas empresas envolvidas no processamento e movimentação dos produtos, podem ser melhor analisados através do estudo da *cadeia de suprimentos*.

Segundo SCAVARDA e HAMACHER (2001), a Cadeia de Suprimentos é uma rede que engloba todas as empresas que participam das etapas de formação e comercialização de um determinado produto ou serviço que será entregue a um cliente final.

O Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos (ou Supply Chain Management – SCM) diz respeito ao gerenciamento do fluxo de materiais e informações através de toda a cadeia de suprimentos, desde os fornecedores dos produtores de componentes, passando pelos

montadores finais, distribuidores (atacadistas e varejistas) e chegando por fim ao consumidor final.

O SCM consiste basicamente no estabelecimento de relações de parcerias, preferencialmente de longo prazo, entre os componentes de uma cadeia produtiva, que passarão a planejar estrategicamente suas atividades e partilhar informações de modo a desenvolverem as suas atividades logísticas de forma integrada através de suas organizações. O aumento da eficiência e diminuição dos custos totais produtivos é diretamente proporcional ao risco, logo há necessidade de um maior controle sobre todos os estágios produtivos de toda a cadeia.

Ainda aparecem outros condicionantes como:

- a) o sistema deve ser planejado para atender as necessidades dos clientes;
- b) o pessoal envolvido deve ser treinado e estar capacitado;
- c) devem ser definidos os níveis de serviços a serem oferecidos;
- d) a segmentação dos serviços deve dar-se de acordo com os requisitos de serviço dos clientes e com a lucratividade de cada segmento;
- e) faz-se necessária à utilização de tecnologia de informação para integrar as operações;
- f) há que prever a demanda e perceber seu comportamento;
- g) por fim, necessita-se da adoção de indicadores de desempenho que permitam garantir que os objetivos sejam alcançados.

### **2.3.1. A Importância da Informação**

FLEURY (2003) destaca que o sistema de processamento de pedidos e de informações, em uma empresa avançada em logística, faz uso intensivo de tecnologias de informação, e é considerada base para a coordenação e integração.

Tanto para o transporte quanto para as demais operações que ocorrem durante fluxo de embalagens ao longo da cadeia de suprimentos, os sistemas de informação são ferramentas de apoio à gestão e controle de cada material transportado ou armazenado.

De acordo com JOHNSON e PYKE (1999), se faz necessária uma profunda análise na cultura das empresas que irão compor a cadeia, o compartilhamento de informações e a confiança mútua entre os parceiros.

Mensurar os processos e administrar relatórios tem um determinado custo para a empresa, pois necessita de coleta de informações, análise, emissão de documentos e acompanhamento de pessoal especializado que deverá acompanhar a solução de problemas. Surge então a necessidade de sistemas capazes de gerenciar os fluxos de materiais de forma eficaz, com a precisão dos dados de entrada e saída de materiais em cada etapa dos processos logísticos, incluindo os fluxos diretos e reversos.

Um dos sérios problemas enfrentados pelas empresas para a execução da logística reversa é a falta de um bom sistema de informação (ROGERS e TIBBEN-LEMBKE - 1998).

A falta de controle favorece a ocorrência de extravios ou perdas de embalagens durante as operações de transporte ou armazenagem.

LACERDA (2002) afirma que, através de sistemas de informação, a capacidade de rastreamento dos retornos permite obter informação crucial para negociação, melhoria de desempenho e identificação de abusos dos consumidores no retorno de produtos.

Segundo AMATO (2001), a tecnologia da informação (TI) tem grande influência na estratégia geral da empresa. Tanto as aplicações atuais como as futuras são estratégicas, afetando o negócio da empresa. Cada empresa deve buscar seu caminho, sua estratégia de TI, devidamente alinhada com sua estratégia de negócio.

#### **2.4. Logística Enxuta**

Melhorar o desempenho na logística de embalagens pode ter um duplo sentido em termos de trabalho e recursos: realizar mais trabalho com os recursos atuais ou realizar o mesmo

trabalho com menos recursos. Ambos os casos possibilitam redução dos custos por unidade, se adotarmos a relação trabalho/recursos, pois o resultado esperado é “fazer mais com menos”.

O sistema de processamento de pedidos é um campo fabuloso para procurar e remover atividades que não acrescentam valor. Desta forma, freqüentemente se descobre que ninguém jamais questionou a maneira pela qual a papelada é gerenciada, ou a seqüência das atividades e nem mesmo porque elas existem (CHRISTOPHER – 1997).

Atrasos com burocracia e longos tempos de espera aguardando carregamento são exemplos de atividades que não adicionam valor ao serviço, ou seja, consomem recursos de tempo do veículo, pessoas e equipamentos parados, mas não contribuem para a realização do serviço. O termo conhecido como *logística enxuta* visa a eliminação dos desperdícios ao longo da cadeia de suprimentos, através da análise das atividades logísticas desde o fornecedor primário até o cliente final.

BOWERSOX et al (2006) descreve a *logística enxuta* como a habilidade superior de projetar e administrar sistemas para controlar a movimentação e a localização geográfica de matérias-primas, trabalhos em processo e inventários de produtos acabados ao menor custo total.

Alcançar o custo mínimo total no fluxo de materiais implica que os recursos de veículos, pessoas, energia e demais equipamentos sejam mantidos ao “estritamente necessário” para a realização das atividades. A empresa que consegue “fazer mais com menos” pode se tornar mais competitiva em termos de custo do serviço prestado e prazo de entrega.

## **CAPÍTULO III - APROVEITAMENTO VOLUMÉTRICO TOTAL DO TRANSPORTE**

### **3.1. Índices de Aproveitamento Volumétrico no Transporte Rodoviário de Carga**

Como um dos fatores que influem diretamente no custo do transporte, o aproveitamento volumétrico pode gerar impacto representativo no número de viagens e nos investimentos em frota para atender uma mesma demanda.

O levantamento realizado pelo Centro de Estudos em Logística – CEL/COPPEAD identificou que, no ano de 2004, o custo de transporte de carga representou 60% do total de custos logísticos do Brasil. Em resumo: dos R\$ 135,5 bi, que foi o custo total do transporte brasileiro de carga em 2004, R\$ 109,5 bi foi o custo do modal rodoviário (CEL/COPPEAD – 2006).

Seja a estrutura de transportes gerenciada por uma empresa de transportes ou pela própria montadora, os custos de transporte serão afetados pelo aproveitamento volumétrico sempre que o fator “peso” não for considerado um limitante para o frete.

Segundo o Código de Trânsito Brasileiro, que normaliza o funcionamento das Balanças, consta no art. 99 que somente poderá transitar pelas vias terrestres o veículo cujo peso e dimensões atenderem aos limites estabelecidos pelo CONTRAN (2006).

A lei da balança existe para limitar o peso por eixo dos veículos que trafegam nas rodovias e seu objetivo principal é preservar o pavimento.

Existe uma limitação máxima de peso por eixo, determinada por lei. Esta limitação é controlada por balanças que ficam nas principais rodovias e pesam todos os caminhões que por elas trafegam com carga.

Em termos de peso e volume, os veículos estão mais restritos pela capacidade cúbica do que pelo peso. Uma vez que os custos com veículo, mão-de-obra e combustível não são drasticamente influenciados pelo peso, os produtos de alta densidade apresentam custos relativamente fixos, que são diluídos conforme aumenta o peso (BOWERSOX et al – 2006).

Podemos observar atualmente várias peças automotivas que, há algumas décadas fabricadas em aço, foram substituídas por peças plásticas ou de alumínio, como exemplo dos pára-choques, retrovisores, maçanetas das portas e acabamento interno dos automóveis. Essa mudança nos tipos de materiais contribui para que o peso não seja uma restrição para o transporte deste tipo de carga.

Nessa situação, o projeto das embalagens deve buscar compactar ao máximo o arranjo desse material de forma a se obter maiores taxas de ocupação volumétrica no interior da embalagem.

Para o transporte vale a mesma regra: toda a cavidade aérea da carroceria de um veículo que não é ocupada pela carga pode ser considerada como uma oportunidade de melhoria, ou seja, deve ser preenchida visando minimizar o custo por unidade transportada.

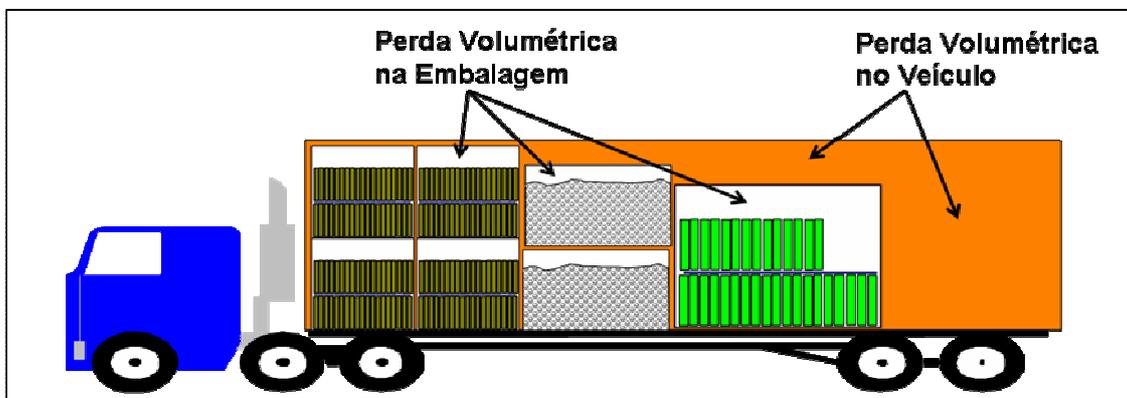
A condição ideal seria poder trabalhar com 100% de aproveitamento da carroceria, como acontece no transporte de fluidos em caminhões tanque.

Para as peças automotivas, consideradas como “carga seca”, este índice pode variar em função de uma série de fatores que vão desde a diversidade de peças e embalagens, até a falta de padronização dos meios de transporte.

Para melhor analisar o desempenho do aproveitamento volumétrico e sua influência no desempenho do transporte, adotamos a sigla **IAVTT** como o *Índice de Aproveitamento Volumétrico Total do Transporte*, que para fins de estudo do transporte rodoviário de cargas, será dividido em:

- **IAVV** – **Índice de Aproveitamento Volumétrico do Veículo** – taxa de ocupação do volume da carroceria do veículo;
- **IAVE** – **Índice de Aproveitamento Volumétrico da Embalagem** – taxa de ocupação do volume interno da embalagem.

A Figura 5 ilustra as perdas volumétricas na embalagem e no veículo que afetam o **Índice de Aproveitamento Volumétrico Total do Transporte (IAVTT)**.



**Figura 5:** Perdas volumétricas no transporte de carga: veículo e embalagem.

Visando aumentar as taxas de ocupação do veículo e da embalagem, torna-se possível atingir o grau máximo do aproveitamento volumétrico do veículo aliado a um alto índice de densidade de carga.

O resultado obtido com essa combinação é o maior número de componentes transportados por unidade de carga.

O IAVTT pode ser expresso pela fórmula abaixo em porcentagem de ocupação:

$$\text{IAVTT} = \text{IAVV} \times \text{IAVE}$$

Onde:

IAVTT: Índice de Aproveitamento Volumétrico Total do Transporte

IAVV: Índice de Aproveitamento Volumétrico do Veículo

IAVE: Índice de Aproveitamento Volumétrico da Embalagem

Como exemplo, podemos ter uma ocupação volumétrica de um veículo carregado em 80% e uma ocupação interna das embalagens em 90%, resultando no seguinte aproveitamento volumétrico total:

$$\text{IAVTT} = 80\% \times 90\% = 72\%$$

Salvo os limites de peso para determinados componentes, a obtenção do máximo IAVTT é a condição ótima em termos de economia em transporte, resultando em um menor número de viagens ou frota mínima de veículos para atender a uma mesma demanda.

Algumas empresas podem adotar somente o IAVV como parâmetro para o transporte de carga. O IAVV analisa o aproveitamento do veículo sem levar em consideração o aproveitamento interno das embalagens. Dessa forma, pode-se dizer que em uma situação ideal onde o veículo estaria totalmente carregado (IAVV = 100%), ainda assim a empresa pode estar arcando com perdas em todo o fluxo, já que desconhece o IAVTT por não adotar no cálculo a análise de embalagens.

Alguns fatores que afetam o IAVTT:

- Falta de padronização no transporte gerado pelas variações nas dimensões das carrocerias dos veículos que compõem a frota;
- Falta de padronização das embalagens;
- Falhas operacionais durante o carregamento;
- Variações bruscas no volume e tipo de carga para coleta ou entrega;
- Despachos urgentes.

Para melhor entendimento do aproveitamento volumétrico e sua influência no desempenho do transporte, serão apresentados alguns conceitos e exemplos envolvendo veículo e embalagem.

### **3.1.1. Índice de Aproveitamento Volumétrico do Veículo (IAVV)**

A falta de padronização das dimensões das carrocerias dos veículos é um dos fatores que contribuem para o problema do baixo aproveitamento volumétrico no transporte de carga.

Durante o projeto de concepção de uma nova embalagem, a engenharia responsável por desenvolver os novos protótipos depende de informações sobre as características físicas da frota que será empregada no sistema de transportes.

Uma variação na altura da carroceria em um ou mais veículos irá afetar o IAVTT, pois o projeto da embalagem prevê uma medida padrão para ocupar o máximo espaço disponível na carroceria.

Por exemplo, um veículo com dimensões menores no comprimento em relação à frota pode não comportar toda a carga, exigindo, para esta situação, um veículo “extra” para completar a coleta do mesmo volume previsto. A exigência da padronização da frota implica em conhecer as características dos tipos de veículos e sua aplicação às necessidades do cliente. A própria forma como é efetuado o carregamento durante as operações entre fornecedor e montadora refletem a falta de padronização também presente nos métodos de carregamento, gerando perdas de ocupação volumétrica do veículo, conforme apresentado na Figura 6.



**Figura 6:** Exemplo de desperdício no aproveitamento volumétrico no transporte de carga.

Despachos de cargas urgentes e falta de sistemas de apoio são algumas das justificativas apresentadas.

A influência do índice de aproveitamento volumétrico é ressaltada por VALENTE et al (1997) no cálculo do *custo total de tonelada transportada por quilômetro*, conforme demonstra a fórmula:

$$CTQ = \frac{COD}{CCV \times IAVV}$$

Onde:

CTQ = Custo total da tonelada transportada por quilômetro.

COD = Custo operacional por dia trabalhado.

CCV = Capacidade líquida de carga para o veículo.

IAVV = Índice de aproveitamento volumétrico do veículo.

Para a fórmula acima, à medida que o IAVV diminui, os custos da tonelada transportada por quilômetro aumentam (considerando-se um mesmo tipo de veículo e sua respectiva tabela de custos operacionais). A situação ideal ocorre quando o IAVV se aproxima dos 100%, contribuindo para que os custos de tonelada transportada por quilômetro diminuam.

Conclui-se que, seja pelo projeto de embalagem ou pelas operações de carregamento, o aproveitamento volumétrico é fator influente na composição dos custos de transportes. Aumentando-se o IAVV, é possível, através do redimensionamento da frota, se obter uma expressiva redução no investimento em equipamentos (tamanho da frota).

O cálculo da capacidade de transporte mensal da frota em um sentido é o produto obtido multiplicando-se o número de veículos necessários na frota pela capacidade de transporte mensal de um veículo em um sentido (VALENTE et al – 1997).

Dessa forma temos que:

$$\mathbf{CTF = NVF \times CCV}$$

Onde:

CTF: Capacidade de transporte da frota em um sentido no período (podendo ser expressa em m<sup>3</sup> ou kg)

NVF: Número de veículos necessários na frota

CCV: Capacidade de carga do veículo no período (m<sup>3</sup> ou kg, respeitando a unidade de medida adotada no CTF)

Isolando o NVF na fórmula, temos:

$$NVF = \frac{CTF}{CCV}$$

Pela fórmula, com o aumento da capacidade de carga por veículo (CCV), diminui-se o número de veículos necessários (NVF), mantendo-se a mesma capacidade da frota para atender a demanda (CTF). O aumento da capacidade de carga por veículo pode ser obtido através do aumento no índice de aproveitamento volumétrico dos veículos (IAVV) até que os limites de volume ou peso sejam atingidos. O que ocorrer primeiro será o fator limitante.

### 3.1.2. Índice de Aproveitamento Volumétrico da Embalagem (IAVE)

O IAVE não só afeta o transporte rodoviário como também os sistemas de movimentação e armazenagem no interior das fábricas ou centros de consolidação de carga. Um exemplo é a movimentação com empilhadeira utilizada para levar o material da doca ao armazém.

A simulação do Quadro 1 apresenta um exemplo de aplicação prática de redução do número de viagens de empilhadeira, onde foi possível aumentar a quantidade de peças acondicionadas na mesma embalagem de 80 para 100 unidades. Esse mesmo exemplo pode ser aplicado a outros meios de movimentação ou transporte de carga.

**Quadro 1:** Exemplo de ganho operacional através do aumento da densidade de carga.

<b>Movimentação com Empilhadeira</b>		
<b>Condição Inicial</b>		
Embalagem Antiga	80	[Peças/Embalagem]
Consumo da Produção	8000	[Peças/Dia]
Movimentos = 8000 / 80 =	100	[Viagens/Dia]
<b>Após Otimização</b>		
Embalagem Otimizada	100	[Peças/Embalagem]
Consumo da Produção	8000	[Peças/Dia]
Movimentos = 8000 / 100 =	80	[Viagens/Dia]
<b>Redução de 20% nas viagens diárias com empilhadeira.</b>		

Para dar continuidade à análise do aproveitamento volumétrico no transporte e a influência das embalagens é necessário estudar o conceito de *densidade de carga*.

### **3.2. Densidade de Carga**

O aumento do volume de carga para o mesmo veículo ou para a mesma embalagem pode ser interpretado pelo aumento da densidade de carga.

A relação entre peso e espaço, denominada *densidade da carga*, é um dos fatores que afetam a economia do transporte. Uma vez lotado o veículo, não é possível aumentar a quantidade a ser transportada, ainda que a carga seja leve. Maior densidade de volumes permite que mais mercadorias sejam carregadas num veículo (BOWERSOX e CLOSS - 1999).

A densidade de Carga pode ser interpretada pelo quociente “peso/volume”, sendo este um indicador significativo à medida que os custos de transporte e armazenagem estão a ele diretamente relacionados.

O método de carregamento dos veículos e a forma como as embalagens são projetadas são fatores que contribuem para o desperdício de volume de carga, gerando impacto direto no desempenho do sistema de transportes se considerarmos as limitações de capacidade de peso e volume para cada tipo de veículo.

Alguns especialistas acreditam que a melhora na utilização cúbica é a grande oportunidade em termos de embalagens; eles prevêm que, em linhas gerais, a diminuição da utilização cúbica das embalagens pode chegar a 50%, o que significaria duplicar a eficiência do transporte (GOFF – 1991).

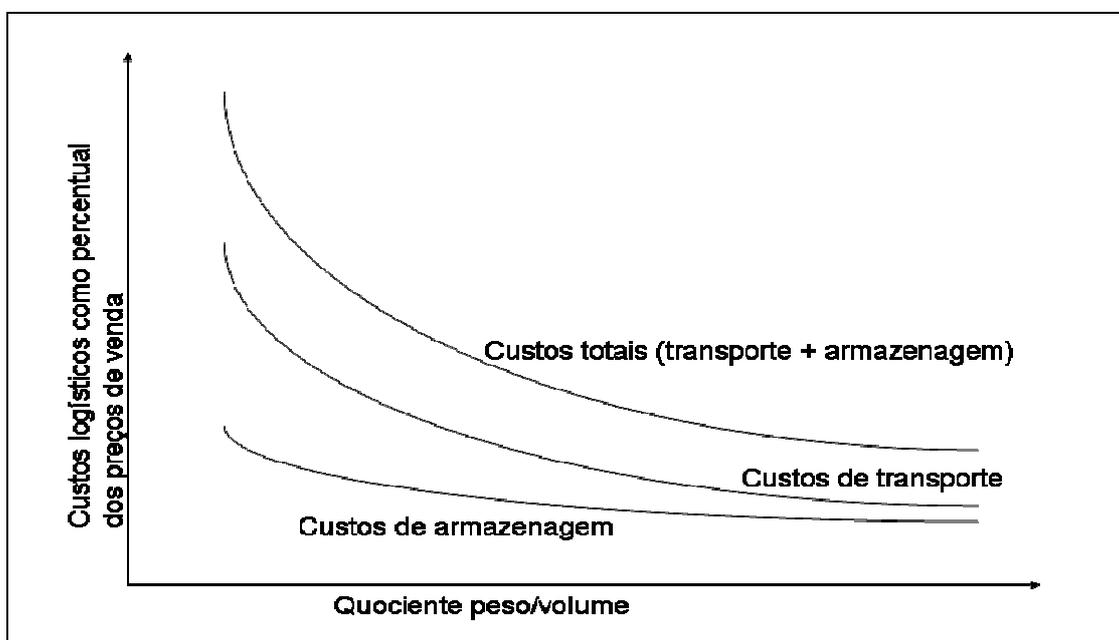
Segundo BOWERSOX e CLOSS (2001), o custo de transporte por unidade de peso diminui à medida que o volume de carga aumenta.

O aumento da taxa de aproveitamento volumétrico se torna vantajoso quando é possível aproveitar ao máximo a capacidade cúbica da embalagem e do transporte antes que os limites de peso sejam atingidos.

Produtos como aço laminado e demais componentes metálicos com dimensões compactas como, por exemplo, amortecedores possuem alta densidade e alto quociente peso-volume, enquanto que peças plásticas com cavidades aéreas em seu interior como, por exemplo, as lanternas dos automóveis possuem baixa densidade e conseqüentemente, baixo quociente peso/volume.

Para os produtos de baixa densidade, o volume disponível no meio de transporte pode ser totalmente utilizado antes que se atinja o limite de peso transportável.

Segundo BALLOU (2006), à medida que a densidade do produto aumenta, tanto os custos de armazenagem quanto os de transporte diminuem como percentual do preço de venda. Embora o preço possa vir a ser igualmente reduzido em função dos menores custos de armazenagem e transporte, estes representam apenas dois dentre muitos fatores de custo que influem na formação do preço de venda (Gráfico 1).



**Gráfico 1:** Efeito geral da densidade do produto sobre os custos logísticos.  
Fonte: Ballou (2006).

Assim como os produtos, as embalagens duráveis, quando retornam vazias, possuem quociente peso/volume específico para cada modelo de embalagem e impactando nos custos de transporte e armazenagem. Sendo assim, o fator densidade de carga torna-se de total relevância para ser levado em conta no projeto das embalagens.

Quando um veículo ou contêiner tem sua capacidade de peso atingida, a empresa acaba transportando ar nos espaços onde não consegue preencher com produtos, o que reduz a eficácia do transporte (BOWERSOX et al – 2006).

Muitos modelos de embalagens como o exemplo da Figura 7, apesar de atenderem os quesitos de empilhamento, boa estabilidade durante o transporte e proteção do produto, tem uma desvantagem representativa em termos de custo de retorno.



**Figura 7:** Embalagens “não dobráveis” gerando baixa densidade de carga no retorno.

Apesar da carroceria do caminhão estar toda ocupada, o retorno deste tipo de carga apresenta baixa densidade de carga e gera um custo que poderia ser reduzido.

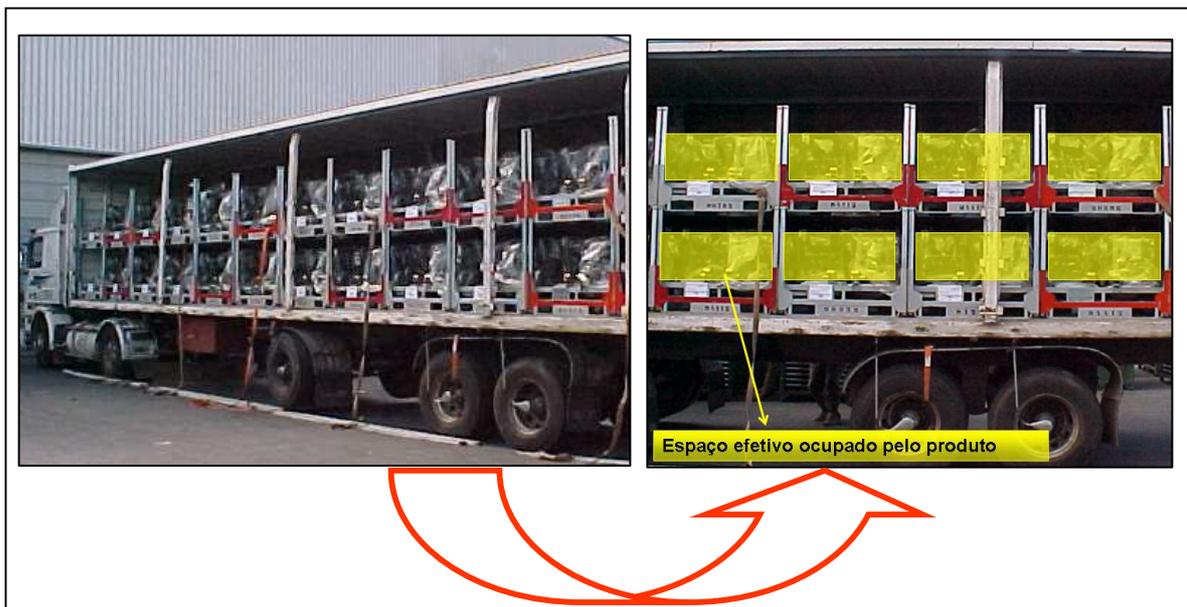
Uma vez vazias, as embalagens não-dobráveis impossibilitam otimizar o transporte de retorno ao fornecedor e com isso o custo do frete torna-se praticamente irreduzível, já que o

caminhão todo o seu volume ocupado pelas estruturas com elevado desperdício representado pelas cavidades aéreas no interior das embalagens.

Por questões de investimento, maior tempo e complexidade exigida durante o projeto de concepção, vários tipos de embalagens são projetados sem hastes dobráveis. Em consequência as empresas perdem uma grande oportunidade de economia com transportes obtida através da redução de viagens de retorno.

Cargas compactas demandariam menor quantidade de veículos para devolução das embalagens vazias.

A Figura 8 ilustra a considerável perda volumétrica existente para este exemplo de transporte de motores. O caminhão observado na foto da esquerda aparentemente apresenta uma boa ocupação, porém o espaço efetivamente ocupado pelo produto representa menos de 50% do volume total disponível (ilustrado em amarelo). O espaçamento restante é ocupado pela estrutura das embalagens metálicas e perdas volumétricas entre a carga e a carroceria visíveis na foto da direita.



**Figura 8:** Perdas volumétricas no transporte de cargas.

Há de se considerar que existe uma necessidade de espaçamento entre os produtos e as embalagens e entre as embalagens e a carroceria do caminhão. Esse espaçamento é destinado à movimentação nos momentos de carga ou descarga através de empilhadeiras, carrinhos ou demais equipamentos de movimentação de materiais.

### **3.3. Aumento na Densidade Carga Através do Projeto de Embalagens**

Uma das maneiras de aumentar a quantidade de componentes por unidade de transporte é através do aumento da densidade de carga por embalagem.

Uma vez que se chegue ao máximo aproveitamento volumétrico do veículo, quando todo o espaço disponível para a carga for preenchido após o carregamento, ainda é possível atingir maiores ganhos na taxa de ocupação volumétrica através do projeto de embalagens, levando em consideração os limites de peso para cada tipo de veículo.

Em geral, os gerentes de transporte buscam otimizar a densidade do produto, para que a capacidade cúbica do veículo possa ser completamente utilizada. Por exemplo, a empresa Kimbely-Clark conseguiu reduzir os custos de transporte a partir da redução de ar contido nas embalagens de papel. A compressão aumentou a densidade do produto (BOWERSOX et al – 2006).

No caso da indústria automobilística, o aumento da densidade de carga no transporte deve analisar parâmetros que vão além do estudo do veículo e do método de carregamento, pois a redução dos espaços vazios no compartimento de carga depende também da forma de como as peças são acondicionadas dentro das embalagens.

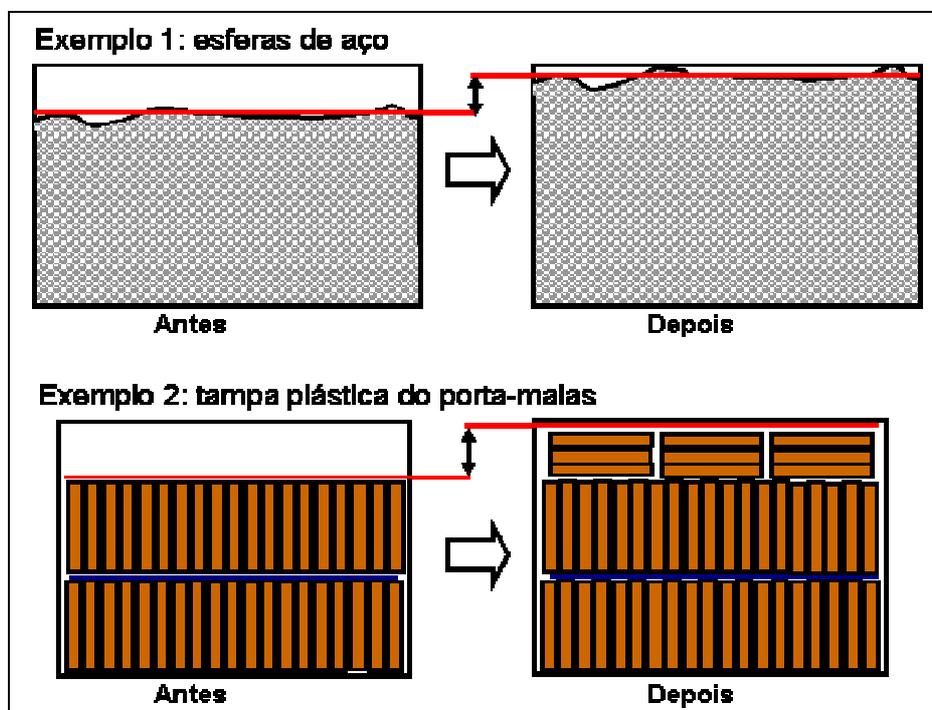
No transporte de abastecimento, a densidade da embalagem pode ser mensurada através da taxa de ocupação dos produtos contidos em seu interior, com objetivo de aumentar a quantidade de produtos transportados na mesma viagem.

No retorno de embalagens vazias ao fornecedor, a densidade depende de como as embalagens podem ser compactadas para reduzir o volume, visando a maior quantidade possível de embalagens vazias também no mesmo veículo de retorno.

Na logística de abastecimento, quando o transporte parte dos fornecedores em sentido à montadora, esta otimização pode ser feita sob uma análise física da taxa de aproveitamento volumétrico das embalagens que já estão em uso pela empresa, ou no projeto de novas embalagens.

A otimização não implica necessariamente que as embalagens em uso devam sofrer alterações em suas dimensões ou geometria. Em primeiro plano busca-se o aumento do número de peças na mesma embalagem através de uma análise visual, respeitando os aspectos de qualidade do produto embalado e limites de peso.

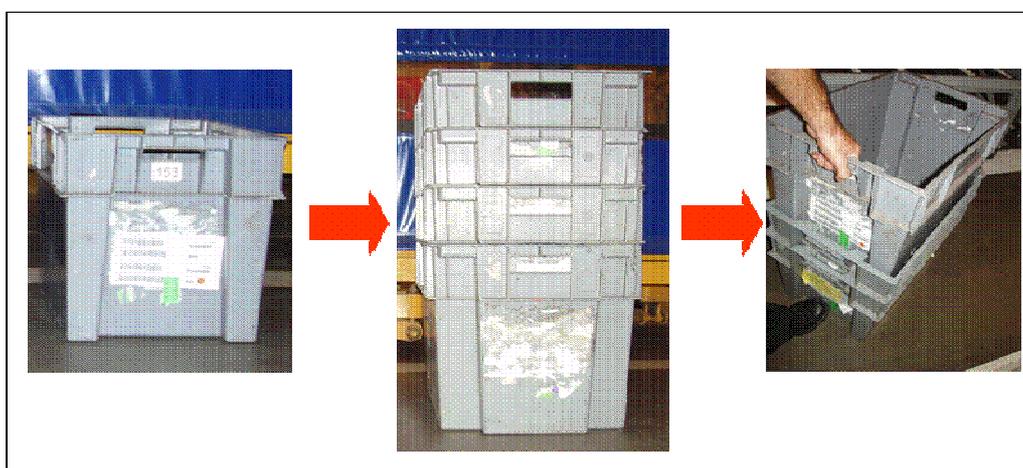
Esta análise pode ser planejada periodicamente e consiste em analisar como se apresenta a taxa de ocupação de cada tipo de matéria-prima ou produto acabado transportado pela empresa. Nem sempre a embalagem adequada pode ser aquela em uso devido às alterações nas peças e variação dos lotes de pedidos. Portanto, o abastecimento de componentes na indústria automobilística apresenta um campo vasto de oportunidades de melhoria em termos de aproveitamento volumétrico. Estas melhorias podem ser implementadas de forma simples, conforme os dois exemplos representados na Figura 9.



**Figura 9:** Exemplos de análise para aumento das taxas de ocupação volumétrica nas embalagens.

Por mais simples que pareça, pequenas melhorias através do aumento da densidade da embalagem podem resultar em ganhos representativos para o transporte, contribuindo para a redução do número de viagens através do aumento de unidades transportadas no mesmo veículo.

No fluxo reverso, quando as embalagens retornam vazias ao fornecedor, também é possível aumentar a densidade de carga utilizando o mesmo princípio do encaixe de copos cônicos. Através do projeto de embalagens que se encaixam geometricamente quando vazias, é possível reduzir o volume de carga proporcionalmente à profundidade do encaixe, conforme representado na Figura 10.



**Figura 10:** Embalagens de auto-encaixe para aproveitamento volumétrico.

Periodicamente, a indústria automobilística passa por um processo de modernização com o lançamento de novos modelos de automóveis no mercado e essa mudança afeta praticamente toda a cadeia de abastecimento de peças, incluindo novas exigências para as embalagens e para o transporte.

Seja por motivo de funcionalidade (desempenho, segurança) ou por motivo de aspecto visual (design), os automóveis sofrem modificações que implicam na substituição das peças existentes por novas, com características geométricas possivelmente alteradas, quando necessário.

As mudanças no formato das peças podem fazer com que a embalagem projetada inicialmente tenha uma nova taxa de aproveitamento volumétrico e com isso inicia-se um novo ciclo de estudos para adequar produtos em embalagens. Este ciclo deve acompanhar as evoluções na indústria automobilística e para isso julga-se necessário a existência de profissionais dedicados estudo de embalagens e seus impactos ao longo da cadeia de abastecimento.

### **3.4. Combinações de Carga Visando Máximo Aproveitamento de Peso e Volume**

Dimensionar uma frota a partir de uma variedade de aspectos como, por exemplo, o percurso que será realizado, o peso da carga e as condições das estradas evitam conseqüências indesejadas, tais como maiores custos em função da ociosidade dos veículos ou da subcontratação de terceiros (VALENTE et al – 1997).

Com relação à carga, não só as limitações de peso, mas também de volume podem influenciar no rendimento da frota. Veículos que realizam viagens além do necessário podem ser considerados como um desperdício para o transporte levando em conta as perdas de aproveitamento em peso ou volume.

A situação ideal seria de aproveitar ao máximo a capacidade de cada veículo, o que nem sempre é possível devido à diversidade de carga transportada e suas características, porém existem possíveis soluções que podem contribuir para o aumento da ocupação volumétrica do veículo.

Podemos observar esta diversidade que envolve peso e volume através de peças utilizadas na fabricação do automóvel. Peças leves e volumosas como os tanques de combustível e assentos e peças pequenas e pesadas como amortecedores e componentes de suspensão.

Os critérios de classificação do tipo de carga por peso ou volume podem dar origem aos desperdícios no transporte, representado por um maior número de veículos ou de viagens para atender a uma mesma demanda.

A Figura 11 apresenta um exemplo de combinação de cargas com o objetivo de aproveitar ao máximo a ocupação do veículo.

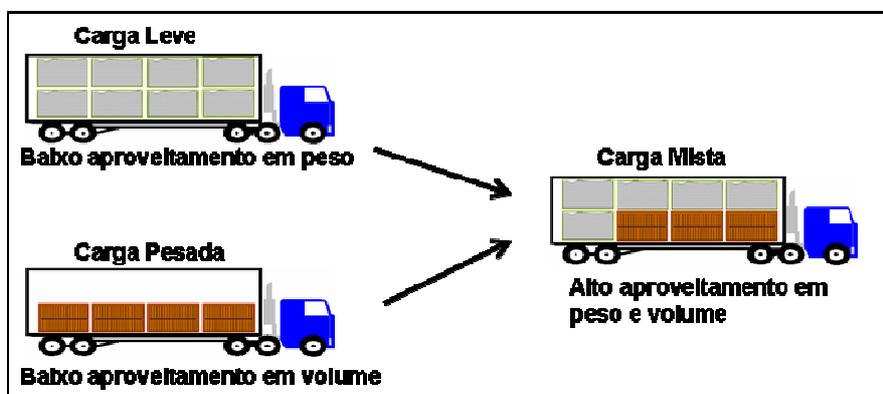


Figura 11: Combinação de cargas.

Uma demonstração do que é possível ganhar através da composição de cargas por peso e volume está representado na Figura 12, levando em conta dois tipos de produtos.

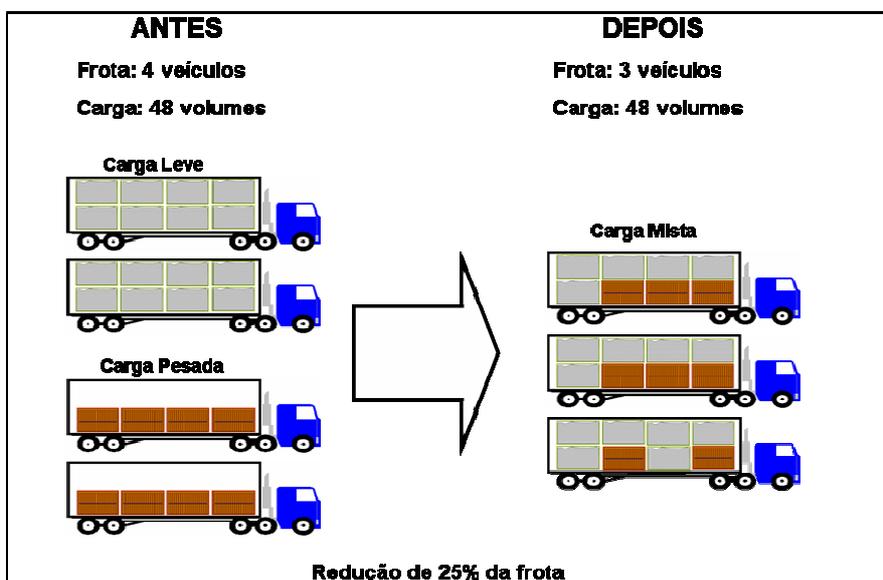


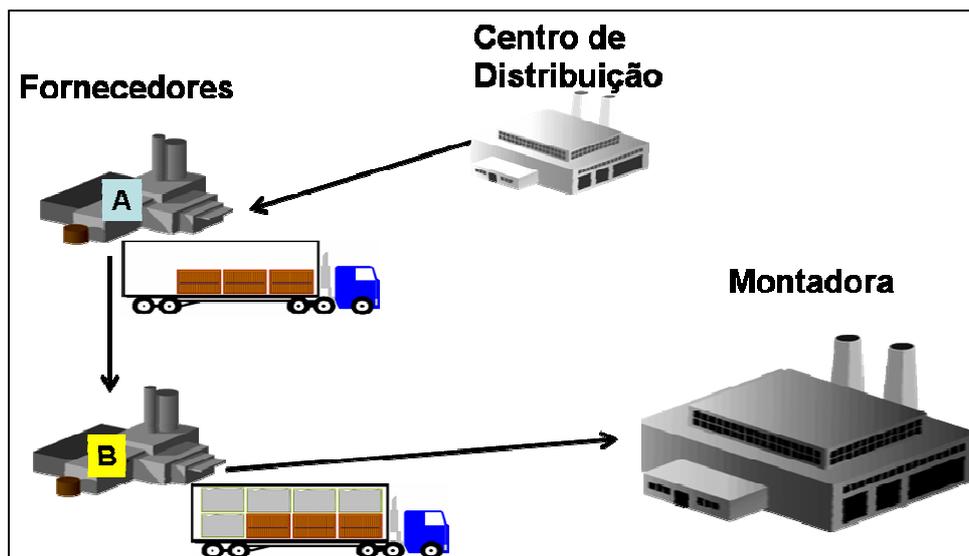
Figura 12: Exemplo de redução da frota através da combinação de cargas.

Neste exemplo, a frota foi reduzida em 25%, mantendo-se a mesma quantidade de embalagens e itens transportados.

O índice de aproveitamento tende a ser maior quando o tipo de veículo, a programação e o arranjo das cargas forem analisados em conjunto. Já na fase inicial de um projeto de transporte de cargas é importante ressaltar as possibilidades de desperdício de capacidade de peso ou volume antes de investir em equipamentos ou decretar os métodos de funcionamento.

Com o objetivo de atingir o aproveitamento máximo das capacidades dos veículos, as combinações de carga devem levar em conta também o estudo da localização geográfica e frequência de coleta e entrega.

Conforme a Figura 13, rotas e programações de carregamento podem ser definidas visando obter o melhor rendimento e menor custo na coleta e distribuição.



**Figura 13:** Esquema simples de combinação de carga em operação de coleta.

Alguns critérios a serem levados em conta neste estudo são:

- Tipo de embalagens – devem permitir empilhamento e acomodação no veículo;
- Frequência de coleta – os dias e horários de coleta devem ser planejados conforme necessidade de abastecimento;
- Localização geográfica – em conjunto com a determinação de rotas, a localização dos pontos de coleta e entrega deve ser considerada para viabilizar ou não o agrupamento da carga;

- Tipo do veículo – de acordo com o tipo de carga e estrutura de carga e descarga nos terminais.

### 3.5. Controle do Índice de Aproveitamento Volumétrico do Veículo (IAVV)

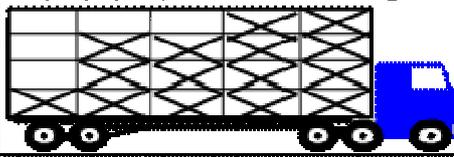
Diferentes formas de controle podem ser adotadas para medir o grau de aproveitamento volumétrico no transporte. Algumas empresas possuem seus próprios *softwares aplicativos* ou documentos padronizados de acordo com a matriz.

Para evitar incoerência de informações, método de medição adotado pela montadora deve ser padronizado para todas as docas de carga ou descarga, assim como para todas as medições efetuadas no operador logístico e fornecedores.

Mesmo com um baixo grau de informatização é possível estabelecer uma forma de medir, como por exemplo, através da utilização de um formulário para ser preenchido pelos operadores de empilhadeira, que são as pessoas que executam o carregamento dos caminhões. Um modelo deste formulário está representado no Quadro 2.

Além de informar a taxa de ocupação volumétrica, o formulário deve conter dados sobre o veículo e a carga transportada, permitindo rastrear fatos ocorridos através de um histórico de registros.

**Quadro 2:** Modelo de formulário de controle de aproveitamento volumétrico.

<b>ANÁLISE DE APROVEITAMENTO DOS CAMINHÕES PARA RETORNO DE EMBALAGENS DURÁVEIS</b>				
<b>Dados sobre o Transporte:</b>				
Data:	Placa:	Origem:	Destino:	Nº Nota Fiscal:
14/08/05	LKY 2134	Guarulhos	Taubaté	00234856
Tipo: <input type="checkbox"/> Truck <input checked="" type="checkbox"/> Carreta <input type="checkbox"/> 3/4 Marque ( X ) no posicionamento da carga				
Observações:				

Durante um período determinado pela empresa, será possível observar os índices de forma detalhada, separados por critérios de classificação:

- Data de carregamento ou descarregamento;
- Placa de identificação do veículo;
- Local de origem e destino;
- Tipo de veículo de transporte;
- Tipo de carga transportada (nota fiscal);
- Observações adicionais (carregamentos urgentes, falta de embalagens, avarias).

A triagem de dados permite chegar às causas mais prováveis que dão origem às perdas volumétricas no transporte.

O resultado da coleta de dados em um determinado período dá origem a uma planilha de cálculo, onde o resultado é o IAVV do período considerado. O Quadro 3 apresenta um exemplo desta planilha.

**Quadro 3:** Planilha de controle do índice de aproveitamento volumétrico dos veículos por período.

<b>Análise de Aproveitamento dos Caminhões: Retorno de Embalagens Duráveis</b>							
Data	Placa	Origem	Destino	% Ocupação	Tipo	Nota Fiscal	Observações
14/08/05	LKY2134	Guarulhos	Taubaté	75%	Carreta	234856	
29/08/05	LNH2341	Bulhões	Três Rios	85%	Carreta	1383870	
29/08/05	LNL2212	V. Redonda	Fesende	60%	Carreta	1383919	carga urgente
29/08/05	LKY2233	Taubaté	S. Paulo	80%	Carreta	1384013	falta de embalagem
29/08/05	D-L1238	V. Maria	V. Redonda	90%	Carreta	1385113	
IAVV (média do período)				78%	com um CV de 14,8%		

Esse exemplo demonstrou um IAVV médio no período de 78% com um coeficiente de variação (CV) de 14,8%, o que significa que dentro desta amostragem há ainda a oportunidade de ocupar aproximadamente os 22% restantes.

O aproveitamento volumétrico total pode ser uma realidade para o transporte de fluídos e granéis, porém, quanto maior a diversidade geométrica da carga, o índice de 100% passa a ser um ideal que depende de uma série de ações de melhoria e padronização dos métodos logísticos.

## CAPÍTULO IV - INTEGRAÇÃO DAS EMBALAGENS AO SISTEMA DE TRANSPORTES

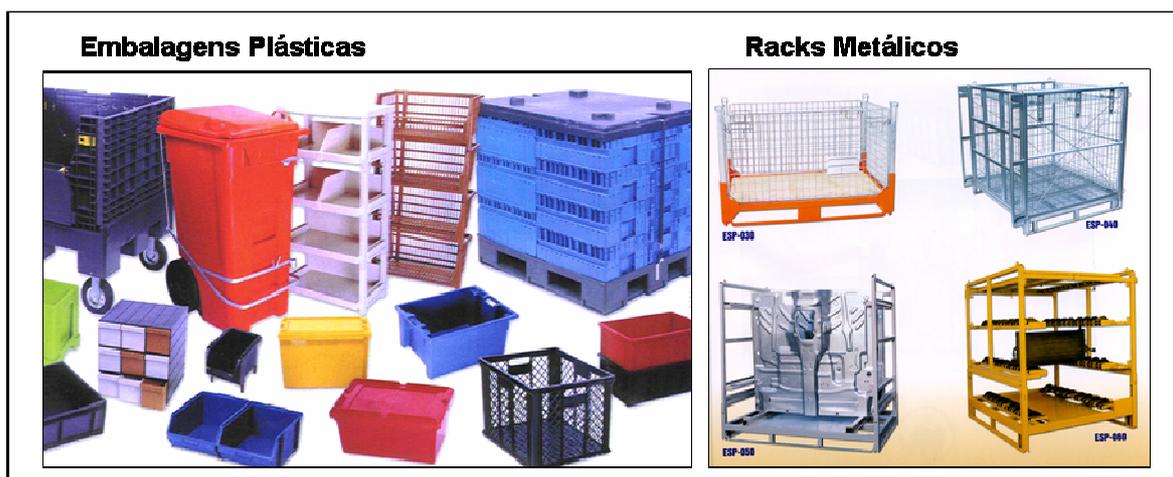
### 4.1. Embalagens Duráveis na Indústria Automobilística

Em 1999, sob coordenação da Associação Brasileira de Movimentação e Logística (ABML), foi criado um comitê de padronização de embalagens, formado por representantes de todas as montadoras do país, objetivando definir regras e parâmetros de padronização de caixas plásticas, paletes e, futuramente, também os racks metálicos (CARDOSO - 2000).

A embalagem durável é composta por uma série de materiais, como o plástico, a madeira e o aço, com diferentes tempos de durabilidade e que podem ser substituídos através de um plano de manutenção ao longo de sua vida útil.

O fato de ser retornável significa que, após o consumo das peças, o cliente que a utiliza transporta-a de volta vazia para o fornecedor que a enviou, para que possa ser usada no circuito novamente.

Modelos de embalagens duráveis plásticas e metálicas são apresentadas na Figura 14.



**Figura 14:** Exemplos de embalagens duráveis.  
Fonte: IMAM (2006).

Quanto ao seu uso no acondicionamento de produtos, as embalagens duráveis podem ser classificadas em:

- **Específicas** - quando utilizadas por um único tipo ou família de peças (com características físicas semelhantes). Exemplo: embalagem do motor do automóvel.
- **Polivalentes ou Padrão** – quando podem ser utilizadas por peças diferentes (com características físicas diferentes). Exemplo: embalagem de porcas, parafusos, grampos.

Demanda, frequência de coleta e estratégias de estoque são fatores que influem no dimensionamento de embalagens necessárias para o circuito.

Para as quantidades dimensionadas devem ser considerados os estoques físicos nas plantas da montadora e do fornecedor, incluindo as cargas em transporte.

O “Guia de Compras de Logística”, do Instituto IMAM, demonstra em seu cadastro de 2004 um número superior a 200 empresas especializadas em embalagens duráveis que atendem, entre outros setores de negócios, o mercado nacional de autopeças (LOG & MAN – 2004).

Em termos financeiros, os principais fatores da decisão por um sistema de embalagens duráveis são: o custo das embalagens, que serão amortizados ao longo do tempo, e o custo de transporte de retorno.

A necessidade de reduzir os custos com o transporte implica em uma atenção especial no projeto da embalagem.

Os objetivos de redução de custos e aumento na eficiência das operações podem não ser atingidos caso uma embalagem seja desenvolvida sem levar em conta as características do sistema de transporte de carga.

## 4.2. As Embalagens e o Transporte de Carga

Embalagens adequadas podem facilitar não só as operações de transporte, mas todo o sistema logístico, contribuindo para a redução de custos e evitando que as peças sejam danificadas.

No sistema logístico, a embalagem não serve apenas para proteger, mas também para facilitar as transições entre as atividades. Se a embalagem for analisada na cadeia de distribuição, pode-se perceber que os produtos mudam ao longo do tempo e, portanto, as embalagens precisam ser projetadas para atender as necessidades funcionais dos produtos e das atividades em cada etapa do fluxo logístico.

Todas as operações logísticas são afetadas pela utilidade da embalagem – o carregamento dos caminhões, a produtividade nas separações nos armazéns, o transporte e a utilização cúbica nos armazenamentos. A eficiência no manuseio de materiais em todos esses casos é bastante influenciada pelo projeto de embalagem, sua utilização e suas características de comunicação (BOWERSOX et al – 2006).

Seja durante o transporte, no interior dos armazéns ou nas áreas de produção, as peças automotivas são identificadas e protegidas pelas embalagens.

Dentre vários motivos para a utilização de embalagens, podemos destacar:

- Proteção do produto;
- Facilidade e segurança no transporte, manuseio e armazenagem;
- Promoção da venda do produto.

Segundo BANZATO (2001), nos sistemas logísticos, os produtos mudam de domínio e local e a embalagem precisa ser projetada para atender várias necessidades funcionais e usuários. Por exemplo, as embalagens podem minimizar o volume, bem como os custos de exposição e transporte.

A padronização de dimensões das embalagens facilita a movimentação do material entre as empresas, considerando que boa parte dos meios de transporte possui categorias que

permitem fixar dimensões e capacidades de carga. As operações de carga e descarga com empilhadeiras e as dimensões da carroceria de um caminhão são exemplos da necessidade de integração da embalagem ao sistema logístico.

### 4.3. O Projeto de Embalagens

BALLOU (2006) destaca que a embalagem protetora é uma dimensão especialmente importante do produto para o planejamento logístico. Em muitos aspectos, a embalagem precisa ser o foco do planejamento, ficando o produto propriamente dito em segundo plano.

O projeto de embalagens deve contemplar os demais sistemas logísticos, tais como o de transportes, armazenagem e movimentação interna. As operações podem ser realizadas de maneira diferente entre fornecedores e montadora, como por exemplo, a transferência de carga que, dependendo da empresa, pode ser realizada de forma manual ou com o uso de equipamentos de movimentação (empilhadeiras, talhas e carrinhos).

A indústria de bebidas é um exemplo da integração entre embalagens e sistemas logísticos, onde paletes e caixas plásticas são dimensionados para o transporte, movimentação manual ou através do uso de empilhadeiras, conforme representado na Figura 15.



**Figura 15:** Embalagens duráveis na indústria de bebidas.  
Fonte: STILL (2006).

Por outro lado, se o projeto da embalagem não considerar a utilização eficiente dos meios logísticos, o desempenho geral do sistema logístico é prejudicado.

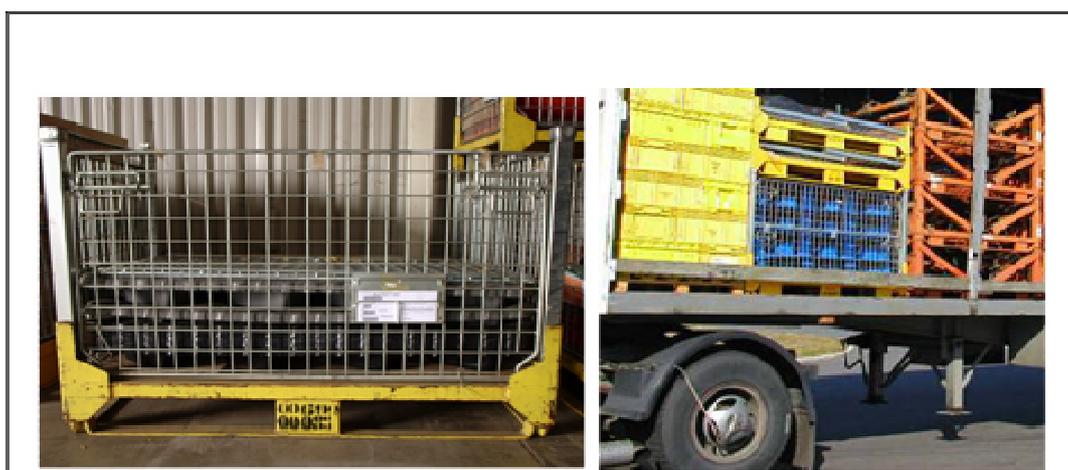
Por exemplo, se as dimensões de uma embalagem não levarem em conta as dimensões padrões da frota, não só o aproveitamento volumétrico, mas também a acomodação da carga pode ser afetada.

Segundo BOWERSOX e CLOSS (2001), a facilidade de acondicionamento de carga no transporte depende das dimensões das unidades de carga e da forma como elas afetam a utilização de espaço no veículo. Formas e tamanhos estranhos, bem como peso ou comprimento excessivos, não se acomodam bem, e geralmente causam desperdício de espaço.

Dessa forma, o projeto de embalagens modulares, com hastes e laterais dobráveis, permite atingir uma maior densidade no transporte de retorno, quando vazias e compactadas.

Considerando um modelo de embalagem que possa ser compactada para um terço do tamanho significa a possibilidade de utilização de, respectivamente, um terço do transporte de retorno necessário para a mesma quantidade de embalagens vazias a expedir.

Utilizando esse exemplo, para cada três caminhões recebidos pela montadora, somente um seria custeado para o retorno das embalagens vazias ao fornecedor, conforme representado na Figura 16.



**Figura 16:** Embalagens modulares dobráveis: economia no transporte de retorno.

De acordo com o PMI (Project Management Institute), uma organização internacional que desenvolve metodologia para o gerenciamento de projetos, os *interessados* ou *stakeholders* são as pessoas ou organizações interessadas pelo projeto, sendo direta ou indiretamente envolvidas e afetadas pelo seu sucesso ou fracasso (PMI - 2000).

No caso do desenvolvimento de um sistema de embalagem deve-se priorizar a visão sistêmica, ou seja, na fase de projeto deve haver envolvimento do transporte, da armazenagem, do controle de qualidade, da produção, de custos, entre outros. Cada um desses setores pode ser afetado de forma positiva ou negativa pelo resultado do projeto. Por exemplo, um erro de geometria da embalagem sem considerar as características do tipo de veículo utilizado pode facilitar o desarranjo da carga durante o trajeto, provocando avarias na mercadoria.

Para que toda embalagem nova possa atender aos aspectos do produto, manuseio e transporte, a aprovação de um protótipo (ou modelo) deve ser uma etapa do processo de validação desta embalagem. Este procedimento de aprovação deve ser realizado com a participação de representantes dos departamentos que podem ser afetados durante o fluxo das embalagens, seja no investimento de compra, na sua manutenção, no transporte, no armazenamento, no manuseio ou na qualidade do produto.

Como exemplo, parte dos terminais de carga deve realizar o carregamento pela lateral do caminhão e no momento de descarregamento na montadora, em determinadas docas as empilhadeiras deverão retirar a carga pela parte traseira. Com base nessas informações, o protótipo inicial de embalagem deverá permitir entrada dos garfos da empilhadeira em todas as laterais. Casos como este podem ser desconsiderados no momento do projeto e prejudicar o funcionamento das operações. Por este motivo é recomendável que o usuário do sistema seja consultado na fase de aprovação.

O Quadro 4 apresenta um modelo de formulário para validação de protótipos de embalagem, que deve receber a aprovação dos interessados para a aprovação do projeto.

**Quadro 4:** Formulário de aprovação de protótipo de embalagem.

APROVAÇÃO DE PROTÓTIPO DE EMBALAGEM							
PRODUTO(S)		FORNECEDOR(ES)			CLIENTE(S)		
Automóvel Modelo XT		Santa Clara			Montagem Vidros		
DESIGNAÇÃO (ÕES) PEÇA (S)		Referência(s)			Coefficiente	Peso/ peça (kg)	
Vidro Para-brisa		48 581 464			1	15,000	
CARACTERÍSTICAS DA EMBALAGEM - Unidade de Acondicionamento							
C o n j u n t o	DESIGNAÇÃO	N° código	Quant.	Dimensões (mm)			Tara unitária (kg)
	Rack Metálico Específico	Tipo A2	1		<i>Compr.</i>	<i>Largura</i>	<i>Altura</i>
				Externa	1880	1070	1350
				Interna	-	-	-
				Dobrado	-	-	-
	COR		Capacidade (peças/ embalagem)		Enxílbarranco		Máximo
Azul		50		4		190,00	
Observações :							
DEPARTAMENTOS ENVOLVIDOS		APROVAÇÃO DO PROTÓTIPO					
		Responsável	Aprov.	Assinatura	Data		
Eng. de Embalagens							
Manutenção							
Produção							
Logística							
Segurança do Trabalho							
Eng. de Processos							
Eng. de Produto							
AP - Aprovado		AR - Aprovado com Restrições			RE - Reprovado		

#### 4.4. Padronização do Transporte e Embalagens

A adoção de padrões irá permitir o “a sintonia fina” entre transporte e embalagens no ato do carregamento.

Naturalmente, poucas organizações podem reduzir as exigências referentes a suas embalagens a um único tamanho que sirva para tudo. Quando são exigidas embalagens de vários tamanhos, um cuidado extremo deve ser tomado para chegar a uma variedade de unidades compatíveis (BOWERSOX et al – 2006).

Diferenças entre as dimensões de comprimento, largura ou altura podem ocasionar o carregamento incompleto da carga e perdas volumétricas de espaços não aproveitados.

Isso acontece quando as dimensões das embalagens não coincidem com as medidas múltiplas da carroceria do veículo, conforme representado na Figura 17.



**Figura 17:** Exemplo de falta de padronização entre embalagem e veículo.

Cheias, durante o processo de abastecimento da montadora, ou vazias, quando retornam aos fornecedores, as embalagens duráveis devem ter suas dimensões externas (comprimento, largura e altura) compatíveis com o tipo de transporte a ser adotado.

O processo de agrupamento de várias embalagens em uma unidade maior de movimentação é denominado *unitização*.

O termo *unitização* significa o agrupamento de caixas numa carga única, formando um só volume, para manuseio ou transporte (BOWERSOX e CLOSS – 2001).

Vários benefícios que impactam na redução de custos logísticos podem ser obtidos através da unitização, tais como:

- Redução do tempo de descarregamento e demais movimentações, por possibilitar o apanhe de maior quantidade de embalagens por movimento;
- Melhor acomodação de carga no transporte, devido à padronização de dimensões adequadas às características dos veículos que compõem a frota;

- Possibilita maior agilidade e precisão na conferência da carga, pois o material agrupado de forma ordenada propicia a gestão visual.

A Figura 18 ilustra uma forma de aplicação prática de padronização de embalagens, onde dois modelos de tamanhos diferentes possuem dimensões múltiplas, permitindo o agrupamento de ambas em um único palete.

Este tipo de combinação permite compactar uma carga mista (com vários tipos de produtos) e com isso atingir maiores taxas de aproveitamento volumétrico no veículo ou nas áreas de armazenagem.



**Figura 18:** Sistema padronizado de embalagens permitindo agrupamento de carga.

Inicialmente a escolha da “embalagem ideal” deve melhor atender à todas as atividades logísticas.

Embalagens pequenas destinadas à movimentação manual durante descarregamento ou durante o processo produtivo, devem atender às normas de ergonomia e segurança do trabalho, respeitando os limites de peso máximo para o manuseio.

A adoção de alguns critérios de padronização pode contribuir para aumentar a taxa de aproveitamento em peso e volume do veículo e ainda favorecer a segurança da acomodação da carga durante o transporte, como segue abaixo:

#### Padronização do Transporte

- Definir os tipos de veículos a serem adotados;
- Estabelecer parâmetros de dimensões das carrocerias para cada categoria.

#### Padronização das Embalagens

- Levar em conta no projeto dimensões múltiplas das medidas dos meios de transporte e movimentação e armazenagem interna;
- Observar os limites de peso da carga completa (produto e embalagem);
- Estabelecer padrão de identificação das embalagens.

#### Padronização dos Meios de Movimentação e Armazenagem

- Definir qual o sistema de carga e descarga a ser adotado;
- Levar em conta os tipos de embalagens, transporte e estrutura predial (docas, piso, corredores de circulação).

### **4.5. Dimensionamento do Número de Embalagens para o Ciclo**

Em função da previsão de demanda, a montadora estabelece uma programação de produção válida por um determinado período. Essa programação desencadeia a necessidade dos recursos necessários para a fabricação dos automóveis, dentro dos quais se encontra o dimensionamento das embalagens e do transporte para abastecer a fábrica.

O dimensionamento para atender a demanda pode compreender embalagens novas ou já existentes, a quantidade de peças por embalagem, a frequência de entrega e os procedimentos de acondicionamento das embalagens cheias e retorno das vazias.

Para efeito do transporte, todas as embalagens dobráveis, quando vazias, devem retornar dobradas aos fornecedores de peças, caso contrário perde-se na taxa de ocupação volumétrica.

#### **4.6. O Controle do Fluxo de Embalagens**

Se todos os planejamentos e execuções fossem perfeitos, as formas de controle poderiam ser dispensáveis. Portanto, como na realidade as falhas ou variações existem, a gestão de embalagens deve estar apoiada em um sistema de controle que possa garantir o alcance das metas estabelecidas para o transporte de coleta e entrega nos prazos conforme os pedidos.

Em um sistema de embalagem retornável, as partes precisam cooperar de forma explícita para maximizar o uso dos contêineres; caso contrário, esses contêineres podem ficar perdidos, em lugar errado, ou esquecidos (BOWERSOX et al – 2006).

A utilização de um sistema de controle não deve implicar em estabelecer metas e formas de controle sem critérios de real necessidade.

Existem processos que são cruciais para a empresa em termos de custo ou nível de serviço que podem impactar em prejuízos de impacto para a saúde financeira e imagem da empresa perante o mercado.

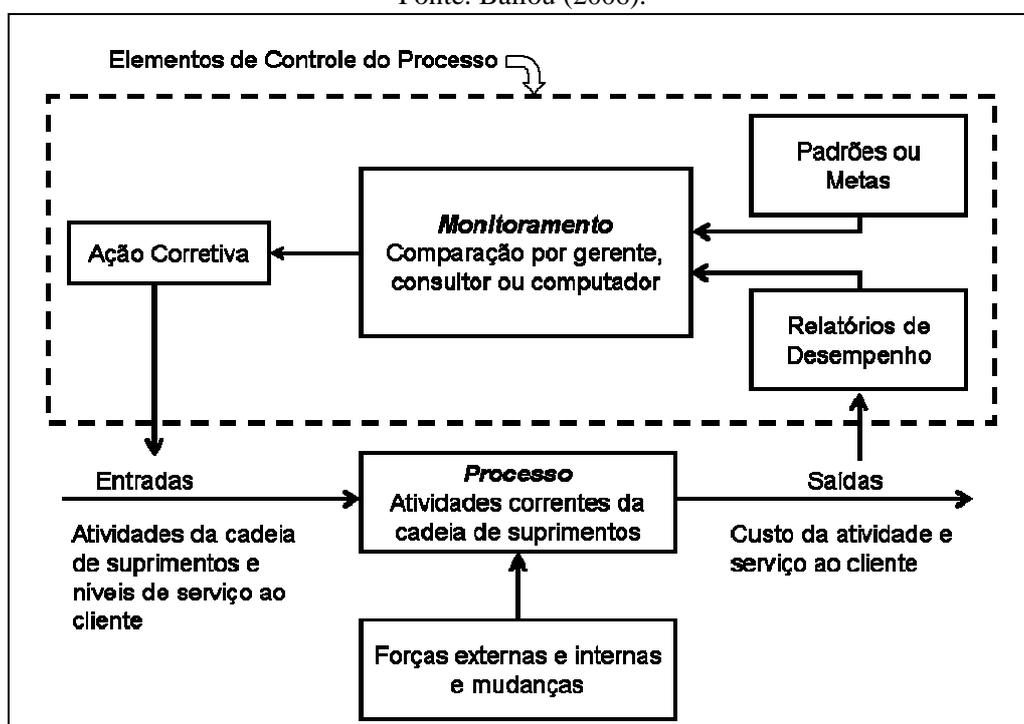
O processo de controle trata de comparar o desempenho real com o desempenho planejado e colocar em prática qualquer ação corretiva, quando necessária, para aproximá-los mais. A auditoria provê a informação necessária para o controle (BALLOU – 2006).

Para controlar as atividades de transporte e dos demais fluxos internos de embalagens dentro da planta da empresa, o sistema de controle pode incluir auditorias e relatórios periódicos sobre o desempenho do sistema. O levantamento de informações necessárias aos relatórios ou auditorias pode e deve abranger as demais empresas atuantes no fluxo das

embalagens, como fornecedores, terminais de carga e demais armazéns, transporte e áreas produtivas.

BALLOU (2006) desenvolveu uma representação esquemática do processo de controle que pode ser aplicável em várias atividades logísticas (transporte, armazenagem, manuseio de materiais e processamento de pedidos), como segue abaixo no Quadro 5.

**Quadro 5:** Representação esquemática do processo de controle.  
Fonte: Ballou (2006).



O *processo* é o foco do sistema de controle. Nos processos são executadas as atividades logísticas, desde as operações de transporte, armazenagem e movimentação interna, até o preenchimento de documentos ou imputação de dados nos sistemas informáticos.

As entradas, sob a forma de planos, procedimentos e normas de trabalhos, indicam como cada processo deve ser desenvolvido e executado.

Como exemplo dessas entradas, podemos ter um procedimento de descarregamento de carretas em determinada empresa, em que obrigatoriamente o veículo deva ser descarregado pela parte traseira e com o uso de empilhadeiras frontais. Fica dessa forma

definida a forma de trabalho para a situação apresentada a ser seguida pelos funcionários envolvidos no processo de descarregamento.

De acordo com BALLOU (2006), as influências ambientais são um segundo tipo de entrada de processo. O ambiente inclui, no seu sentido mais amplo, todos os fatores com potencial de afetar o sistema e que não são levados em conta nos planos. Eles representam as incertezas que alteram a saída do processo dos projetados níveis de atividade planejada.

Durante as *saídas* dos processos podemos ter a avaliação do desempenho.

Aproveitando o exemplo anterior de descarregamento de carretas, o desempenho pode ser medido através do tempo de descarregamento, das avarias ocorridas na carga, da precisão dos documentos fiscais emitidos, etc.

Os padrões e metas são referenciais para comparar o desempenho das atividades. No mesmo exemplo de descarregamento de carretas, o padrão de referência pode ser o tempo máximo de 20 minutos para que o veículo seja liberado.

Para determinados processos, a empresa pode buscar padrões de referência externos, pesquisando e analisando a qualidade de serviço prestado por outras empresas (incluindo a concorrência) e as metas que são estabelecidas por elas.

O ponto central do sistema de controle é o monitoramento, que pode ser realizado pela pessoa responsável do setor (supervisor ou gerente) ou por programas de computador, através do registro de ocorrências com acompanhamento periódico.

O monitoramento recebe informação sobre o desempenho do processo, compara essa informação com o objetivo de referência e dá início, quando necessário, as ações corretivas (BALLOU – 2006).

Através dos relatórios periódicos e auditorias, as informações chegam ao sistema de monitoramento, dando à supervisão ou gerência do setor uma visão sobre o andamento das

atividades, o consumo dos recursos de tempo, mão-de-obra, taxa de utilização dos equipamentos e veículos e o nível de serviço.

As medidas corretivas se fazem necessárias quando as falhas no sistema de controle deixam de ser toleráveis. Como exemplo do transporte de embalagens, podemos citar a diferença de informações entre a carga transportada e os documentos fiscais, gerando desperdício de tempo para correção nos sistemas e reemissão dos documentos, causando desperdício de tempo de espera do motorista e veículo.

#### **4.7. Ganho de Tempo nos Terminais de Carga e Descarga**

As movimentações para carregar ou descarregar a carga influem no desempenho do transporte pelo fato de consumirem tempo entre a entrada e a saída do veículo de carga na planta da empresa. O desperdício de tempo nos terminais pode ser reduzido através da gestão das operações e da *integração transporte e embalagem*.

No transporte de grandes toneladas a curtas distâncias, os itens carga e descarga são os que mais afetam a produtividade da frota em operação (VALENTE et al – 1997).

Nas situações em que o mesmo veículo realiza várias paradas de coleta ou descarregamento no mesmo dia, o tempo nos terminais passa a ser cada vez mais representativo, podendo inclusive a superar o tempo de percurso. Casos como esse levam à necessidade de reduzir ao máximo os tempos de espera do caminhão aguardando liberação de carga, documentos, empilhadeiras, etc.

Quanto às operações de carga e descarga propriamente ditas, deve existir uma adaptação entre as embalagens e os meios de movimentação utilizados nos terminais do fornecedor e do cliente.

Segundo BOWERSOX e CLOSS (1999), a facilidade de manuseio para carregar ou descarregar caminhões é um fator que afeta a economia do transporte.

A Figura 19 ilustra um exemplo de integração entre embalagens e transportes, de forma a facilitar o uso de empilhadeiras em uma operação de carregamento.



**Figura 19:** Integração entre embalagens e sistemas de transporte.

Algumas características importantes para essa integração:

- Flexibilidade para descarregamento lateral ou traseiro do veículo;
- Relação de dimensões entre embalagem e carroceria, visando obter máxima densidade de carga;
- Adaptação do sistema ao uso de empilhadeiras e carrinhos nos terminais de carga;
- Segurança de estabilidade de carga durante o transporte e movimentações.

A questão de segurança e prevenção de acidentes também é uma preocupação com esse intercâmbio, pois podem existir diferentes condições no transporte e armazenagem de produtos perigosos. Por isso, o projeto da embalagem deve levar em conta as características físicas dos produtos, assim como as normas de identificação e etiquetagem.

Os funcionários da empresa, em interação os motoristas e operadores de empilhadeira, devem receber uma formação apropriada sobre os riscos, assim como sobre os meios de prevenção (INRS - 1994).

Um exemplo é o transporte de produtos químicos, onde as embalagens são dotadas de identificação e informações específicas sobre cuidados especiais com a carga transportada.

A gestão operacional deve levar em conta as seguintes funções:

- Qualidade das informações no recebimento e expedição de embalagens (cheias ou vazias);
- Confiabilidade dos estoques de embalagens nos fornecedores, montadora e centros de consolidação de carga, através de inventários;
- Disponibilidade das embalagens para atender o fluxo de abastecimento da fábrica;
- Manutenção das embalagens danificadas;
- Respeito aos procedimentos de carga e descarga aplicado à cada terminal;
- Utilização de veículos adequados ao tipo de carga.

#### **4.8. Identificação de Carga**

Uma das importantes funções da embalagem é a *comunicação*, que se dá pela transferência de informações, possibilitando a identificação de seu conteúdo, seu rastreamento e instruções ou normas de utilização no manuseio, transporte ou armazenagem.

Segundo BANZATO (2001), um dos maiores desafios do sistema de embalagens retornáveis é a administração e rastreamento. Todos os parceiros num sistema retornável devem cooperar e é necessária uma relação transparente para coordenação e controle.

A identificação é um quesito básico e necessário para todos os processos onde houver necessidade de controlar as entradas e saídas ou simplesmente identificar o produto em determinada fase do fluxo logístico. Por exemplo, durante a fase separação do material que será distribuído, primeiramente é preciso identificar os itens que devem ser carregados no veículo correspondente, conforme representado na Figura 20.



**Figura 20:** Necessidade da identificação de itens a expedir.

Grande diversidade de itens e tipos de embalagens, como no caso da indústria automobilística, exige que tanto as peças quanto as embalagens vazias sejam rastreadas à medida que são movimentadas ao longo da cadeia de abastecimento (fornecedores, terminais de carga, montadora). O rastreamento das embalagens possibilita reduzir a ocorrência de perda, roubo ou confusão na mistura de cargas por permitir uma visão geral das movimentações efetuadas durante determinado período.

#### **4.8.1. Classificação e Codificação de Produtos e Embalagens**

A codificação dos materiais é uma condição necessária para que a empresa possa controlar de forma eficaz a variedade de itens (sejam produtos ou embalagens) transportados ou armazenados.

A gestão das embalagens, por sua vez, depende de um sistema de codificação para agilizar e tornar preciso os processos de entradas e saídas durante a coleta ou distribuição.

Em tempos bem passados, como cita ARAÚJO (1974), os almoxarifes não tinham problemas com referência à identificação dos materiais, pois as variedades eram mínimas e, portanto de fácil identificação e as demais denominações e características eram de fácil retenção na memória. O cérebro humano possui como é natural, um limite para a retenção de nomes de cada item.

Assim, com a expansão da variedade de produtos e conseqüente aumento do número de itens, procurou-se a dar a cada um desses itens um número, um símbolo, ou uma combinação alfanumérica para tornar possível a rápida identificação de um em meio a milhares de produtos.

Segundo GONÇALVES (2004), nada adiantaria criarmos um sistema de classificação de materiais se não acoplássemos a ele um sistema de codificação. Da necessidade de implantar um sistema de identificação, nasceu a classificação de materiais que tem por objetivo agrupá-los segundo determinados critérios como: forma, dimensões, peso, tipo, uso, etc.

Com base na classificação é possível criar um catálogo e cadastrar todos os materiais utilizados pela empresa, entre eles a matéria-prima, os produtos acabados e as embalagens.

A diversidade de modelos de embalagens duráveis a ser adotada pela empresa depende da quantidade de itens utilizados na produção, das características físicas de cada produto a ser acondicionado e da política de abastecimento.

No caso da indústria de bebidas, por exemplo, a variedade de embalagens retornáveis pode ser relativamente simples se comparada com a da indústria automobilística. Enquanto para produzir um tipo de cerveja temos apenas um modelo de garrafa e caixa plástica para retorno, para a produção de um determinado automóvel podemos ter uma centena de diferentes formas e dimensões de embalagens para acondicionar desde parafusos e porcas até motores e elementos da estrutura da carroceria.

Desta forma, a vasta variedade de tipos de embalagens e a grande quantidade de fornecedores que fazem parte deste fluxo físico na indústria de automóvel, tornam necessários métodos mais rigorosos para o controle das entradas e saídas das embalagens duráveis.

Para tornar esse controle executável através de sistemas informáticos, se faz necessária a codificação destas embalagens de acordo com suas categorias e utilização.

Entre os sistemas utilizados com maior frequência, temos:

- Sistema alfabético – constituído por um conjunto de letras;
- Sistema numérico – constituído por uma composição lógica de números;
- Sistema alfanumérico – mescla números e letras para representar cada item.

Entre as inúmeras vantagens que a codificação de materiais apresenta, está a de afastar todos os elementos de confusão que porventura se apresentem na pronta identificação de um material, de uma peça, de um objeto, até de uma simples folha de papel, os quais devidamente descritos (especificados), possuindo um ínfimo detalhe que o diferencie de um “similar”, ficarão, pela codificação, perfeitamente identificados, jamais podendo ser confundidos com um ou com vários similares (ARAÚJO – 1974).

Após a codificação, é necessário fazer o seu cadastro cujo objetivo é o registro do item com todas as suas características em um sistema de banco de dados. Uma vez que cada item é inserido no sistema, o catálogo vai se formando e, se o sistema for acessado por todos os usuários, o catálogo também vai estar disponível para consulta pelos interessados.

Para cadastrar as embalagens duráveis, pode ser feita a inclusão de cada tipo de embalagem no cadastro do sistema. Eventuais alterações podem também acrescentar ou excluir modelos de embalagens ou caso alguma embalagem tenha alguma de suas características modificadas.

Os códigos das embalagens podem ser associados aos códigos dos produtos nelas acondicionados de forma a obter o registro de entradas de produtos e embalagens em uma única imputação de dados no sistema.

Por exemplo, em uma embalagem do tipo KLT 6428 (codificação alfanumérica) podemos ter 200 tipos de porcas e parafusos. Isso significa para o sistema que, ao receber ou expedir tais itens, teremos as entradas e baixas no sistema das quantidades relativas a este tipo de embalagem.

#### 4.8.2. Código de Barras e Radiofrequência

Não é objetivo principal detalhar informações sobre os sistemas de código de barras e radiofrequência, porém vale mencionar suas principais características de funcionamento e vantagens que podem proporcionar à gestão do fluxo de produtos e embalagens, seja no transporte ou nas movimentações internas das empresas.

Novas tecnologias foram impulsionadas com a codificação dos materiais. Entre elas, o código de barras permitiu o reconhecimento ótico de caracteres em substituição à digitação do código dos itens.

Códigos de barras, hoje um meio preferencial de entrada de dados, permitem a identificação de produtos, embalagens e remessas mediante a leitura ótica de um sistema numérico. Isso facilita a transferência rápida e precisa de dados, bem como sua manipulação por classificação, seleção e rearranjo em informações necessárias ao planejamento (BALLOU – 2006).

No sistema de código de barras as informações podem ser lidas óticamente nas embalagens, etiquetas ou no próprio produto, conforme representado na Figura 21.



**Figura 21:** Identificação de carga através do código de barras.

Entre suas vantagens, destacam-se:

- Fácil utilização;
- Grande capacidade de captura de dados via reconhecimento ótico das barras;

- Maior produtividade já que não há necessidade de digitação manual dos caracteres;
- Elimina eventuais erros de digitação;
- Uso de equipamentos compactos e de implantação relativamente simples.

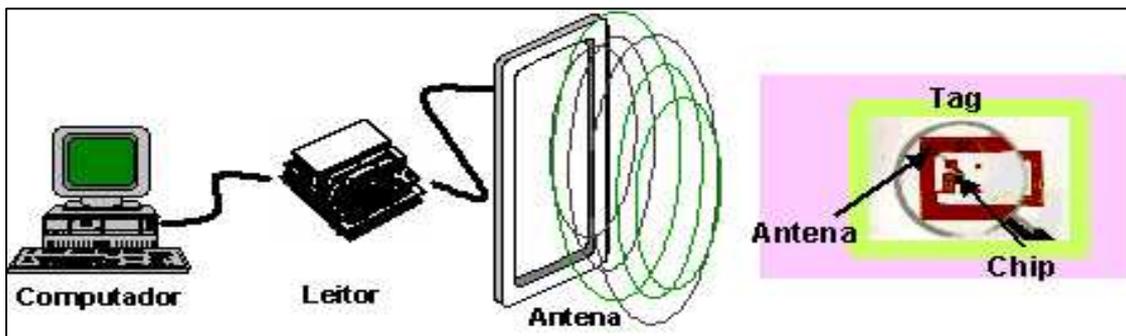
No Brasil, a introdução e o gerenciamento do uso e da aplicação de códigos de barras têm a supervisão da EAN Brasil – Associação Brasileira de Automação Comercial, criada pelo decreto 90.95/84 e Portaria 143 do Ministério da Indústria e Comércio. O Brasil, em face do citado decreto, passou a adotar o sistema EAN - Europe Article Number (GONÇALVES – 2004).

Mais recente que o código de barras, a identificação por *radiofrequência* vem sendo expandida na coleta automática de dados. Seu surgimento, na década de 1980, deveu-se à necessidade de rastreamento e controle de acesso, que utiliza as frequências de rádio para operar.

O sistema de identificação por radiofrequência (RFID) usa um *chip* embutido na embalagem, no contêiner ou no veículo de transporte, o que permite que a unidade de carga e o conteúdo sejam identificados e verificados ao passar por pontos de controle ao longo das instalações de distribuição e portões de acesso (BOWERSOX et al – 2006).

A operação de um sistema de identificação por radiofrequência requer um conjunto de equipamentos: etiquetas, também chamadas de *transponder* ou *RF-TAG*, antenas que utilizam as ondas de radiofrequência para a leitura das etiquetas e os chamados controladores que são responsáveis pelo gerenciamento da comunicação entre as antenas e os computadores responsáveis pela decodificação das informações na *RF-TAG* (GONÇALVES – 2004).

A Figura 22 apresenta um esquema simplificado de funcionamento do sistema de radiofrequência, onde a antena identifica o produto através da captação de informações contidas na etiqueta e, através de um leitor ou decodificador, as informações são transmitidas ao computador.



**Figura 22:** Identificação de carga por sistema de radiofrequência.  
 Fonte: EAN Brasil (2006).

A identificação por radiofrequência agiliza os processos e permite maior visibilidade pelo fato de poder disponibilizar informações do fluxo físico de entradas e saídas em volume superior ao sistema com código de barras.

Como exemplo de sua aplicação ao transporte de cargas, uma carreta contendo 300 itens diferentes, em uma situação de conferência manual durante o descarregamento, poderia levar mais de uma hora para ser liberada, enquanto que com a utilização do sistema de radiofrequência, ao passar pelas antenas instaladas em uma das docas, toda a carga poderia ser identificada instantaneamente e imputada a entrada de dados no sistema de controle de materiais.

#### **4.9. Avarias e Perdas**

Reduzir os prejuízos com avarias, decorrentes do transporte ou manuseio de cargas, é um objetivo permanente de qualquer transportador. Afinal, seja por causa da má qualidade da embalagem – até a ausência total de qualquer proteção para a mercadoria – ou pelo manuseio incorreto e movimentação indevida, não faltam “pequenos” acidentes no terminal ou em viagem, gerando prejuízos para as transportadoras de cargas (FROTA & COMPANHIA – 2007).

O nível de serviço logístico terá imagem mais favorável ao cliente quanto menor for o número de reclamações e a questão da carga avariada ou material perdido é uma delas.

A carga avariada é um problema crítico que pode gerar conseqüências que vão desde a contratação de veículos extras para atender com urgência a reposição do material danificado até o acúmulo de pedidos em atraso devido à entrega de produtos com sua funcionalidade comprometida.

Uma das funções das embalagens, a proteção, é particularmente observada durante o transporte, e é tão importante que alguns testes de choque e vibração são feitos simulando situações de trânsito (HOPE - 2000).

O processo de movimentação durante as trocas nos terminais de carga resulta em condições que não podem ser controladas pelo embarcador e, assim, a embalagem precisa ser dimensionada para proteger o produto de impactos gerados, por exemplo, quando é ocasionalmente derrubada.

De acordo com a recente Lei 11.422 para o transporte de cargas, a responsabilidade civil do transportador pelos prejuízos causados em relação à perda, danos ou avarias à carga transportada tem como limite o valor declarado pelo expedidor, que, de um modo geral, é o valor constante na nota fiscal, podendo ser consignado em contrato de transporte e devendo sê-lo no conhecimento. A responsabilidade abrange ainda os valores do frete e do seguro, se tais valores tiverem sido suportados pelo embarcador (LOGÍSTICA – 2007).

A perda de produtos, seja por dano físico ou extravio durante as operações de transporte ou armazenagem também pode causar parada de produção e conseqüente aumento nos níveis de estoques para superar a deficiência do que foi planejado. A carga pode ser rejeitada pelo cliente receptor mesmo antes do processo de descarregamento, caso uma verificação prévia seja realizada no momento da chegada dos caminhões. Uma ficha de registro com fotos para documentar a constatação do problema pode ser emitida no momento do descarregamento, com a definição do responsável para a imputação dos custos, conforme representado na Figura 23.



**Figura 23:** Identificação de carga avariada.

Neste tipo de situação a empresa sofre desvantagem em dose dupla: uma por arcar com custos operacionais “extras” na tentativa de corrigir o problema através de uma nova viagem e outra por ter sua imagem comprometida em termos de nível de serviço prestado ao cliente, pois a reposição de carga exige tempo.

Os processos de reparação de danos são demorados, devido a dificuldade de coligir os fatos a eles pertinentes, exigem trabalho do embarcador para a elaboração dos documentos pertinentes, imobilizam capital durante o processamento das reclamações e representam aumento considerável nos custos quando não puderem ser resolvidos sem o recurso da justiça (BALLOU – 2006).

O transportador normalmente tem a responsabilidade de realizar as coletas e entrega nos prazos determinados e sem danos ou perdas. O conhecimento de embarque, que é um documento indispensável na movimentação de fretes, também funciona como um contrato legal entre o embarcador e o transportador, porém, como em qualquer contratação de empresas terceirizadas para prestação de serviços, deve haver um contrato firmado definindo as responsabilidades de cada um.

Sob a lei, as transportadoras não têm posse das mercadorias que carregam, não são depositários, denominados contratados confiados para transportar mercadorias que estão em sua posse temporária (BANZATO – 2001).

BALLOU (2006) ressalta que o transportador não é responsável por perdas, danos ou atrasos resultantes de desastres naturais, negligência do embarcador, ação de um inimigo público ou ação judicial empreendida contra o embarcador das mercadorias.

Com base em pesquisa realizada junto a uma montadora de automóveis, alguns fatores se destacam como oportunidades de melhoria para evitar a ocorrência de avarias ou perdas:

- Método de acomodação de carga no transporte;
- Treinamento do pessoal envolvido nas operações;
- Desenvolvimento de embalagens com alto nível de proteção, adequadas ao produto e às condições de transporte, movimentação interna e armazenagem;
- Métodos de controle eficazes (fluxo físico coerente ao fluxo de informações).

A Lei 11.422 deixa claras as hipóteses de exclusão da responsabilidade do transportador pelos prejuízos advindos da perda, danos ou avarias à carga.

O artigo 12 enuncia as hipóteses:

- Ato ou fato imputável ao expedidor ou ao destinatário da carga;
- Vício próprio ou oculto da carga;
- Manuseio, embarque, estiva ou descarga executados diretamente pelo expedidor, destinatário ou consignatário da carga ou, ainda, pelos seus agentes e prepostos;
- Força maior ou caso fortuito;
- Contratação de seguro pelo contratante do serviço de transporte.

A última hipótese é inovação que livra o transportador da responsabilidade pela carga quando o expedidor da carga fizer contrato de seguro que cubra a perda, danos ou avaria da carga. Em outras palavras, quando o embarcador contratar o seguro da carga transportada, acobertando-se dos riscos do transporte, haverá automática exclusão da responsabilidade do transportador (LOGÍSTICA – 2007).

## CAPÍTULO V - COLETA E RETORNO DE EMBALAGENS ATRAVÉS DO SISTEMA MILK RUN

### 5.1. O Sistema Milk Run

No cenário industrial as empresas buscam ganhar posição competitiva através da oferta de produtos com menor preço, melhor qualidade e entrega no menor prazo possível.

Dentro desse contexto, a indústria automobilística tem buscado aperfeiçoar seu sistema produtivo, criando fluxos de abastecimento em lotes reduzidos, o que implica em uma maior frequência de coleta com volumes de carga fracionados, de forma a realizar o abastecimento da fábrica com “a quantidade mínima necessária e no tempo certo”.

Surge a necessidade de uma nova organização no sistema de transportes, mais complexa e exigindo rigor em seu planejamento e compromisso entre as empresas envolvidas. Essa necessidade trouxe o “Milk Run” para indústria automobilística.

Segundo MOURA (2000), Milk Run é um sistema de coleta programada utilizado na indústria automobilística, que visa, num tempo previamente determinado, coletar as peças junto aos fornecedores, cumprindo-se determinadas rotas, visando minimizar o custo de transporte e da operação reduzindo o estoque na cadeia de suprimentos.

Ao invés da montadora receber várias entregas de vários fornecedores, a coleta aos fornecedores é feita de forma programada (Figura 24).

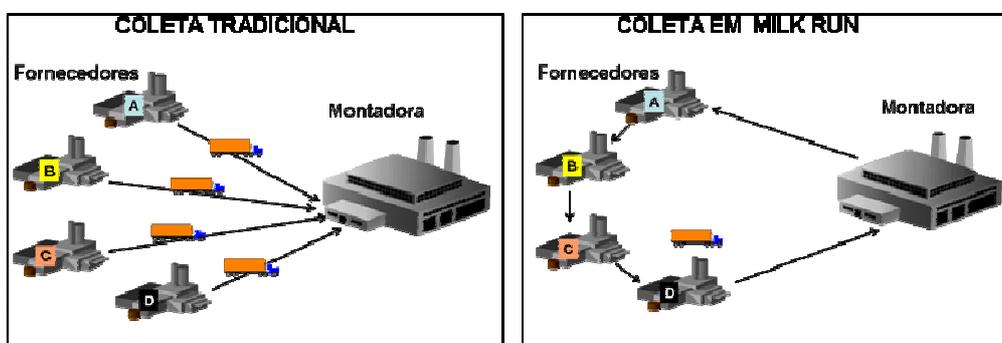


Figura 24: Comparação entre a coleta tradicional e o Milk-Run.

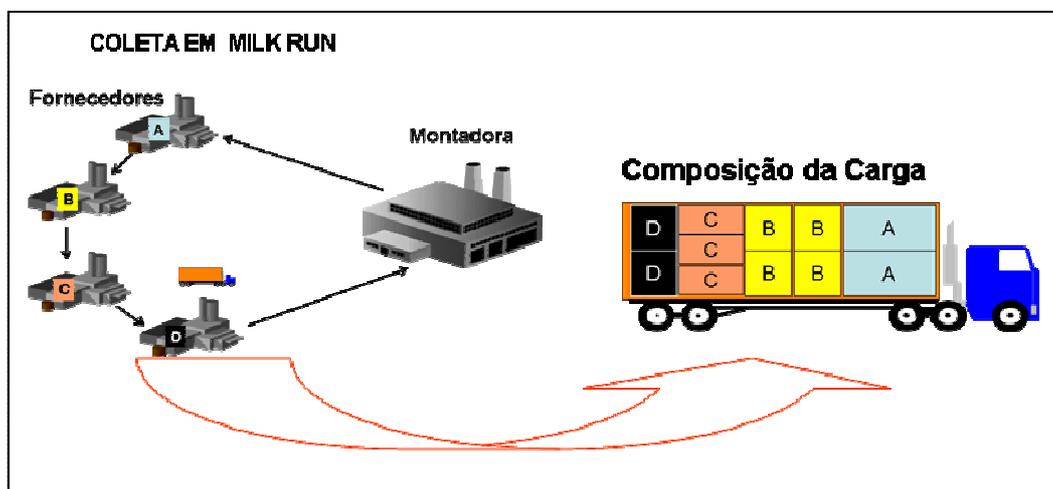
Nota-se ainda que o sistema de coleta pode necessitar de vários veículos dedicados à cada fornecedor, enquanto que para a coleta em Milk Run o número de veículos pode ser reduzido.

Uma característica desse sistema é a composição da carga coletada.

Iniciando-se a jornada, o veículo deverá cumprir sua rota através de um circuito lógico, levando em conta a localização geográfica e o tempo necessário para a parada nos fornecedores, de acordo com a programação de coleta.

Seguindo o exemplo da Figura 24, a cada fornecedor A, B, C e D uma quantidade de embalagens é coletada e, no final do circuito (fornecedor D), o veículo já totalmente carregado deverá apresentar uma carga mista em seu interior. Esta carga mista representa a quantidade ideal para o abastecimento da montadora de acordo com sua programação para o consumo de peças.

A carga mista, por apresentar em seu conteúdo uma diversidade de componentes automotivos dos fornecedores A, B, C ou D, pode apresentar também embalagens com dimensões e pesos diferentes, exigindo um estudo mais detalhado para se atingir a melhor combinação entre o tipo de veículo e a carga, conforme representado na Figura 25.



**Figura 25:** Exemplo de composição da carga em um sistema Milk Run.

O Milk Run tem suas origens no sistema de coleta de leite. As cooperativas de laticínios possuem credenciadas as fazendas produtoras que, ao cumprirem um acordo de fornecimento, disponibilizam o leite para ser coletado conforme os critérios de:

- Embalagem – o recipiente deve ser padronizado nas dimensões, formato, capacidade volumétrica e material do qual é composto;
- Quantidade – programada pela cooperativa;
- Local – apropriado para facilitar a operação de coleta;
- Horário – definido para cada ponto de coleta.

Mesmo com baixíssima tecnologia, o sistema Milk Run pode ser adotado, conforme observado em uma das fazendas situada na cidade de Barra Mansa – RJ, tradicionalmente conhecida pelas fazendas de gado (Figura 26).



**Figura 26:** Origens do sistema Milk Run.

O veículo seja ele um caminhão, camioneta ou simplesmente uma carroça, passa em cada fazenda ao longo de um trajeto pré-estabelecido, coleta o leite e descarrega os recipientes vazios, completando o ciclo de transporte entre a cooperativa de laticínios e as fazendas.

A falta de padrão nos recipientes ou o descumprimento dos horários de coleta causam os mesmos problemas que serão abordados na caso da indústria automobilística: perda de controle do material, atrasos na produção, custos com transportes “extras” e, no final de tudo isso, os clientes não atendidos.

Em uma analogia com a indústria automobilística, a cooperativa representa o papel da montadora, que estabelece os programas de produção, atende a demanda do mercado consumidor, projeta novos produtos e, com todas essas atribuições, estabelece as regras de fornecimento e operações logísticas.

Inspirado nos grandes laticínios que passam diariamente por fazendas de pequenos produtores recolhendo o leite, a prática do Milk Run vem apresentando uma vantagem no gerenciamento das fábricas.

Trabalhando com a busca direta dos produtos nos fornecedores, é necessário que no dia e horário estipulado, as peças desejadas estejam disponíveis nas quantidades desejadas. Faz-se assim uma seqüência de retiradas em seus fornecedores.

Se as peças não estão disponíveis no horário marcado, pode ser cobrada multa, o fornecedor perderá pontuação e ainda terá de levar em seguida as peças até a montadora. Neste sistema, o preço do transporte é descontado da empresa terceirizada.

Com esse sistema pelo menos a metade dos mais de 300 fornecedores de auto peças da General Motors do Brasil já deixaram de fazer entregas na porta das duas fábricas da montadora em São Caetano do Sul e São José dos Campos (SP). O sistema "just-in-time" utilizado anteriormente permitia um pequeno estoque, mas deixava as montadoras totalmente dependentes dos fornecedores de autopeças, qualquer falha de abastecimento significava enormes prejuízos (GUIA DE LOGÍSTICA – 2006).

## **5.2. Pontos Críticos**

Para o desempenho do sistema de Milk Run é necessário que todos os envolvidos trabalhem de forma sistêmica, entre eles, os fornecedores de autopeças, a montadora de veículos e o Operador Logístico.

Segundo FLEURY et al (2000), Operador Logístico é um fornecedor de serviços logísticos integrados, capaz de atender a todas ou quase todas as necessidades logísticas de seus clientes, de forma personalizada.

A falta de eficiência nas operações de coleta e entrega pode representar um problema para o sistema de transportes entre a montadora e os fornecedores de autopeças. Algumas características desse problema são as seguintes:

- Os serviços de transporte devem ser realizados dentro de horários programados para coleta e/ou entrega em diversos fornecedores na mesma viagem;
- Um atraso na coleta inicial poderá prejudicar todo o circuito do transporte nas coletas posteriores, até que chegue à montadora para descarregar;
- Uma determinada região geográfica compreendida no estudo pode ser dividida em zonas, sendo que um ou mais veículos podem atender uma ou mais zonas diferentes;
- Do ponto de vista econômico, cada viagem deve ter um índice de aproveitamento volumétrico mínimo dos veículos;
- Falhas durante o circuito de coleta podem acarretar na necessidade de “veículos extras” para atender a fábrica.

A complexidade do sistema pode aumentar de acordo com a frequência do transporte, com o número de pontos de coleta e entrega e com a diversidade de carga fracionada. Ocorre um maior número de variáveis de tempo e espaço se comparado com um sistema de transportes convencional (veículo dedicado por origem).

Podemos agrupar os principais pontos críticos sob a ótica do fornecedor, operador logístico ou cliente (montadora).

## **Fornecedores**

- Sistemas de Informação – uma condição necessária para que a carga esteja disponível no momento exato da coleta é que o fornecedor tenha sido informado sobre a demanda da montadora. Um dos sistemas tradicionalmente usados de intercâmbio eletrônico de dados é conhecido como EDI (Electronic Data Interchange).
- Horários – cada fornecedor deve ter a carga disponível e conferida dentro do horário pré-estabelecido para coleta. Pode ser utilizado um sistema de avaliação para controlar o comprometimento de cada fornecedor com a operação de milk run.
- Produção em Just-in-Time – para poder entregar no tempo certo o fornecedor deve produzir de forma programada, de forma a entrar em sintonia com a demanda do cliente.
- Carga e Descarga – disponibilidade de recursos em equipamentos e pessoas qualificadas para efetuar as transferências de carga, conferência do material e documentos. Os equipamentos devem ser adequados às especificações do produto, embalagem e sistema de transportes.
- Qualidade do produto – a falta de qualidade nos produtos pode dar origem a rejeições por parte do cliente, comprometendo a produção e a logística, onerando os transportes excepcionais.

## **Operador Logístico**

- Sistemas de Informação – deve levar em conta as localizações geográficas de cada ponto de coleta e distribuição, assim como as rotas e os tempos estabelecidos para cumprimento dos trajetos de origem e destino. O emprego de sistemas de rastreamento aliados aos meios de comunicação pode evitar falhas no abastecimento. A obtenção de informações com antecedência pode gerar alternativas para garantir a eficiência do sistema de transporte.

- Veículos adequados – disponibilidade de tipos de veículos conforme as especificações do cliente, tais como dimensões, capacidade de peso/volume, condições de carregamento, refrigeração, entre outros.
- Dimensionamento da frota – determinação do número de veículos necessários para o transporte solicitado com o mínimo risco para a operação.

### **Montadora**

- Sistemas de informação - deve garantir que as informações do planejamento de produção cheguem ao fornecedor e operador logístico.
- Avaliação dos fornecedores - deve classificar os fornecedores de acordo com os critérios de qualidade e comprometimento com o processo Milk run.
- Carga e Descarga – disponibilidade de estrutura adequada (docas, equipamentos) para recebimento dos veículos nos horários estabelecidos.
- Confiabilidade e criticidade – a garantia de fornecimento é um dos fatores que estabelece os níveis ideais de estoque para determinadas famílias de produtos e fornecedores. A falta de itens específicos pode representar risco de paralisação da produção.

### **5.3. Acuracidade de Estoques**

Apesar de ser considerado um mecanismo de amortecimento de incertezas, o estoque é um “conforto aparente” capaz de encobrir problemas da empresa e representa, além do custo financeiro, necessidade de áreas de armazenagem, excesso de movimentações e controle pode causar problemas crônicos como perdas por prazos de validade ou identificação tardia de defeitos de qualidade considerando a existência de grandes lotes de fabricação.

Com a prática do Milk Run é possível que a empresa trabalhe com estoques muito reduzidos através do aumento da frequência de coleta e entrega para cada fornecedor. Uma vez reduzidos os estoques, a montadora espera que todas as cargas programadas cheguem no tempo exato, pois “a produção não pode parar”.

A gestão dos estoques de peças nesse caso é muito relevante no que diz respeito à disponibilidade do material certo, na hora certa do carregamento. O veículo que coleta em Milk Run segue um padrão de tempo para cada ponto e conta com o material disponível na quantidade especificada pelo cliente, no caso a montadora. Por sua vez, as diferenças nos estoques dos fornecedores que causem atrasos no transporte ou carga incompleta afetam a eficiência do Milk Run.

#### **5.4. O Problema da Diversidade Geográfica**

De acordo com uma pesquisa, a maior parte das montadoras de automóveis instaladas no Brasil possui cada uma, mais de 100 fornecedores nacionais, localizados em diferentes regiões do país, seja nos pólos industriais ou mesmo nos centros urbanos (ANFAVEA - 2006).

Um exemplo típico é a região do “ABC Paulista”, que caracteriza um grande pólo industrial situado meio a um dos maiores centros urbanos do país, com uma vasta concentração de indústrias, entre elas montadoras e fabricantes de autopeças.

Na última década, uma tendência estratégica levou alguns fabricantes de veículos a se instalarem em regiões distintas, tais como:

- Volkswagen Caminhões em Resende, RJ;
- PSA Peugeot Citroën do Brasil em Porto Real, RJ;
- Ford em Camaçari, BA;
- Toyota em Indaiatuba, SP;

Com essa mudança na localização, uma parte dos fornecedores de autopeças se deslocou para as proximidades dessas montadoras. Outra parte permanece nos tradicionais pólos industriais junto aos fabricantes pioneiros no país.

A localização industrial, segundo OLIVÉRIO (1985), é uma das etapas mais importantes do projeto total de um empreendimento, exigindo análise bastante detalhada por parte da equipe de projetos, pois uma indústria mal localizada será afetada continuamente pela má localização.

A dispersão geográfica das indústrias gerou impacto direto no sistema de transportes para abastecer as montadoras de veículos. Os pontos de coleta e distribuição se estendem ao longo do país, caracterizando trajetos mistos por pequenas e longas distâncias, atuando em regiões puramente industriais e também em meio aos centros urbanos. Essa necessidade deu origem a diferentes arranjos no sistema de transporte, principalmente no rodoviário, que representa para o mercado automobilístico o modal mais utilizado devido sua flexibilidade para atender de forma sincronizada os pontos de coleta.

## **5.5. Modalidades**

O sistema de coletas pode ser realizado de diferentes maneiras:

1. A montadora gerencia a melhor rota para seu veículo de coleta e determina a quantidade de peças necessárias para coletar em cada fornecedor, dentro de uma determinada rota, visando aproveitar melhor a capacidade de seu veículo;
2. A montadora encontra a melhor roteirização e determina a quantidade de peças necessárias que devem ser coletadas de cada fornecedor em cada viagem, porém a coleta é realizada por um Operador Logístico contratado;
3. A montadora determina a quantidade de peças a serem coletadas e, quando estas forem necessárias em suas plantas, um operador logístico executa a tarefa de determinar a melhor roteirização para a coleta, visando atender ao plano de produção da montadora.

Uma série de combinações pode dar origem a diferentes redes de coleta e distribuição, interligando o Milk Run a outros diversos sistemas de transporte, tanto em termos de

estrutura dos meios de transporte quanto às estruturas de carga, descarga e armazenagem empregadas.

## **5.6. Milk Run Reverso**

Um dos problemas enfrentados pelo transporte rodoviário de carga para atender o mercado de autopeças é o baixo aproveitamento do retorno.

Após descarregar as embalagens com peças na montadora, o caminhão deve retornar com as embalagens vazias para os fornecedores. Contudo, as embalagens duráveis são construídas de forma a dobrarem suas laterais quando vazias, tornando-as cerca de um terço de suas dimensões quando cheias. O resultado obtido é a carga de retorno ocupando apenas 30% do caminhão.

Para que os 70% de volume disponível no retorno possa ser aproveitado, outras indústrias que utilizam as mesmas rotas ou trajetos muito próximos, podem aproveitar do mesmo sistema de transportes contribuindo para minimizar os custos totais.

Empresas podem aumentar a eficiência através de redes de distribuição cooperativas, que consolidam diferentes cargas (VICTORIA TRANSPORT POLICY INSTITUTE – 2006). Nesse sentido, é possível obter várias configurações do sistema de transportes de forma a otimizar ao máximo o aproveitamento das viagens em termos de rotas e volumes transportados.

Viagens de retorno da indústria automobilística podem fazer parte de uma outra cadeia de suprimentos de forma a garantir ocupação total dos caminhões. Uma condição favorável a essa flexibilidade é a terceirização do sistema de coleta e distribuição, pois um operador logístico pode atender diferentes segmentos de mercado, obtendo assim vantagens quanto à consolidação de carga, podendo realizar arranjos balanceando peso e volume para atender diferentes origens e destinos.

De acordo com os projetos de embalagens duráveis utilizadas entre montadora e fornecedores, apenas um terço do transporte de abastecimento deve retornar vazio. Isso

significa que para cada 30 cargas recebidas em um dia, apenas 10 devem ser expedidas pela montadora com carga de embalagens vazias para retorno aos fornecedores. Desse total, 20 caminhões podem retornar vazios ou carregados com cargas de terceiros. O frete de retorno vazio representa custo, pois mesmo nessa condição continua consumindo os recursos de energia, equipamento e mão-de-obra.

Redes de distribuição cooperativas podem agrupar cargas de diferentes fornecedores e clientes, compartilhando o mesmo sistema de transportes para atender a indústria automobilística, de couro, tecidos, aço, vidros, enfim, uma larga variedade de produtos pode ser acondicionada em conjunto de forma a obter o máximo aproveitamento do transporte, aumentando a eficiência dos fluxos diretos e reversos, conforme representado na Figura 27.

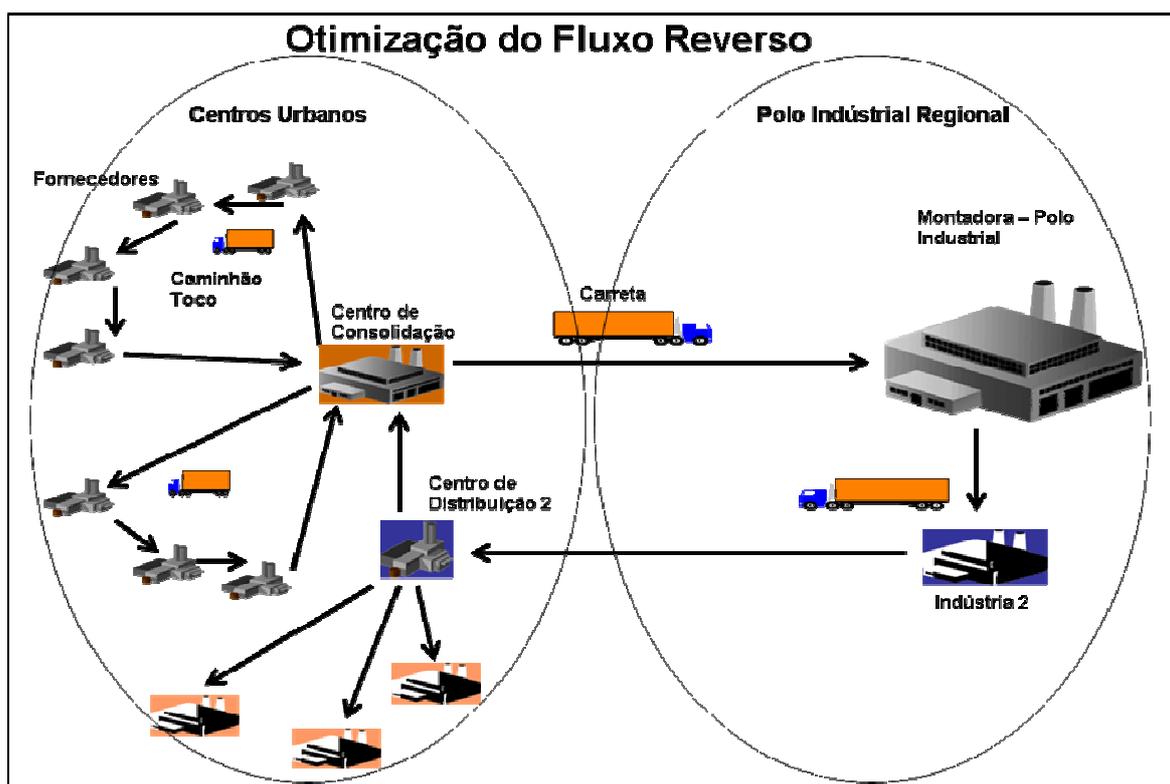


Figura 27: Otimização do Fluxo Reverso envolvendo o Milk Run.

Um critério importante para obter o maior rendimento é a localização geográfica. Origens e destinos concentrados em regiões estabelecidas ou ao longo dos trajetos devem ser acordados entre fornecedor, cliente e empresa transportadora, no caso de terceiros.

Porém, algumas restrições podem ser impostas, como:

- Horário de parada em cada ponto de coleta ou entrega;
- Tempo de operação de carga e descarga;
- Tempos dos trajetos;
- Capacidade de carga em peso ou volume.

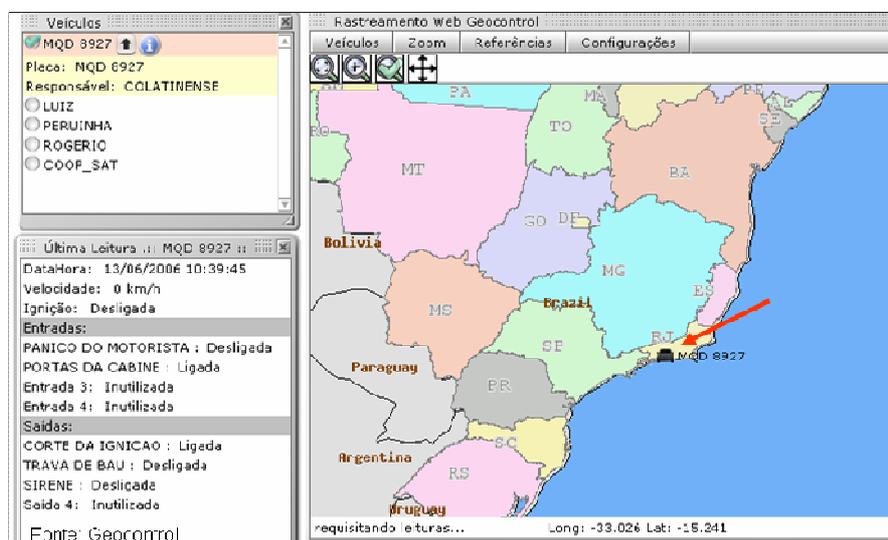
A proximidade geográfica entre os fornecedores e a capacidade produtiva são fatores que devem ser analisados na elaboração do processo. Quanto mais próxima é a coleta e quanto maior for o aproveitamento do veículo, maior tende ser a eficiência do sistema. Porém mesmo em casos onde o processo produtivo é distante, como no caso de uma empresa de fabricação de motos em Manaus, o sistema vem sendo aplicado com as coletas realizadas no período noturno na região metropolitana de São Paulo e posteriormente é feita a consolidação, quando é transferida a carga para veículos de maior capacidade que seguem rumo a Manaus (MOURA - 2000).

## **5.7. Sistemas de Rastreamento**

Os sistemas de rastreamento de veículos funcionam através da recepção de sinais provenientes da constelação de satélites do Sistema de Posicionamento Global (GPS) e do envio destes sinais através de transceptores de rádio ou telefones celulares a uma central onde os sinais são interpretados e a posição do veículo é mostrada em mapas digitais (SULCOM – 2006).

Os sistemas que agregam o GPS e um transmissor utilizando tecnologia Celular GSM/GPRS são conhecidos como *rastreadores via satélite*. Os dados do posicionamento são identificados pelo GPS e são transmitidos de tempo em tempo conforme programação do servidor de monitoramento através do equipamento com tecnologia celular, por isso é importante na hora de contratar o serviço saber a real necessidade do usuário para que

possamos indicar qual sistema será mais eficiente em cada aplicação. A Figura 28 ilustra um exemplo de visualização através dos recursos informatizados.



**Figura 28:** Sistema de Rastreamento de Veículo.  
Fonte: Geocontrol (2006).

Além de mostrar a posição do veículo os sistemas podem dispor de aplicativos com diversas finalidades, recebendo e enviando comandos, incluindo monitoramento de sensores diversos do veículo, como o bloqueio do motor, disparo de sirene, alerta, travamento de portas, etc.

Com os avanços tecnológicos encontram-se no mercado equipamentos que, por suas dimensões e concepção, podem ser instalado de modo a não serem visualizados ou identificados, mesmo quando o veículo passar por manutenção de rotina.

Além de obter informações da localização geográfica do veículo, pode-se ainda contar com centrais de monitoramento 24 horas através de operadoras estruturadas com pessoal capacitado para agir e acionar os meios necessários em casos de roubo, seqüestro, seqüestro relâmpago ou acidente.

Também é possível rastrear os veículos diretamente de uma empresa ou residência, independente da contratação de terceiros para executarem o monitoramento.

Em uma pesquisa realizada sobre rastreamento, apesar das empresas estarem preocupadas essencialmente com aumento na segurança das cargas transportadas, foram também

detectados outros benefícios importantes, entre eles, melhorias no monitoramento dos motoristas e dos serviços ao cliente (ANEFALOS – 1999).

A evolução dos sistemas de rastreamento passa obrigatoriamente pelas tecnologias disponíveis e custos de acesso às mesmas. "Inicialmente, na década de 90, chegou o primeiro sistema Satelital (localização por GPS e comunicação por satélites de dados - Inmarsat e Brasilsat) com custo que chegava a US\$ 12 mil na época. Com a evolução dos meios de comunicação, principalmente com a chegada ao Brasil das operadoras de telefonia celular operando sistemas GSM-GPRS, chegou-se a valores de mercado na ordem de US\$ 750 para equipamentos de rastreamento (ainda na tecnologia GPS + Celular). Se considerarmos, ainda, os sistemas por radiofrequência (RF), os custos caem ainda mais, para patamares da ordem de US\$ 300" (LOGWEB – 2006).

A questão “custo” é relevante no caso de equipar uma frota, porém, os sistemas de rastreamento podem contribuir nos resultados financeiros com a diminuição da ociosidade da frota, utilização das melhores rotas, segurança e cumprimento dos prazos de coleta ou entrega, sendo este último um quesito relevante quanto à imagem da empresa no mercado.

## CAPÍTULO VI - PADRÕES DE DESEMPENHO NO TRANSPORTE DE CARGA

### 6.1. Padrões de Desempenho

O elemento fundamental para conduzir a mensuração do desempenho ao seu nível mais alto de sofisticação é o reconhecimento de padrões (BALLOU – 2006).

Os padrões são necessários para que exista a comparação e a superação de metas. Se o objetivo é implementar melhorias no intercâmbio de embalagens a fim de contribuir para o aumento no desempenho, é necessário conhecer a situação atual e onde devemos chegar.

Por exemplo, um determinado fornecedor de autopeças leva mais de 50 minutos para expedir cada pedido, o que gera filas de veículos aguardando embarque. Quais as melhorias necessárias para reduzir de 50 para 30 minutos o tempo de espera dos caminhões?

Padrões de desempenho podem ter origem interna ou externa à empresa, onde se busca estrategicamente a comparação com outros referenciais através do *benchmarking*.

Segundo RANGEL (1995), *benchmarking* significa referencial de excelência, ou seja, um processo sistemático que as empresas adotam para estabelecer metas de melhoria nos processos.

O *benchmarking* não é necessariamente uma comparação com os concorrentes.

Uma empresa distribuidora de produtos industriais, por exemplo, pode adotar como referencial de excelência o sistema de entrega de um distribuidor de produtos farmacêuticos. Quando novas metas são estabelecidas, a empresa visa superar padrões existentes para se tornar mais competitiva, obtendo vantagens operacionais como o aumento da produtividade e redução de custos, além de vantagens estratégicas que podem estar ligadas diretamente ao seu nível de serviço em comparação com seus concorrentes no mercado.

O desempenho operacional lida com o tempo exigido para entregar um pedido de cliente. O desempenho operacional envolve *velocidade* e *consistência* na entrega (BOWERSOX et al - 2006).

Apesar da entrega rápida ser uma preferência natural do cliente, é importante salientar que em determinados casos o cliente espera a pontualidade do prazo e não uma entrega antecipada. O motivo que justifica este caso é a falta de espaço físico para receber o material.

No caso indústria automobilística, por exemplo, se alguns dos fornecedores decidem enviar cargas em volume extra às da programação diária, como consequência as docas de descarregamento podem ficar entupidas de material, dessa forma retardando o recebimento de outras cargas que podem ser necessárias à produção do dia.

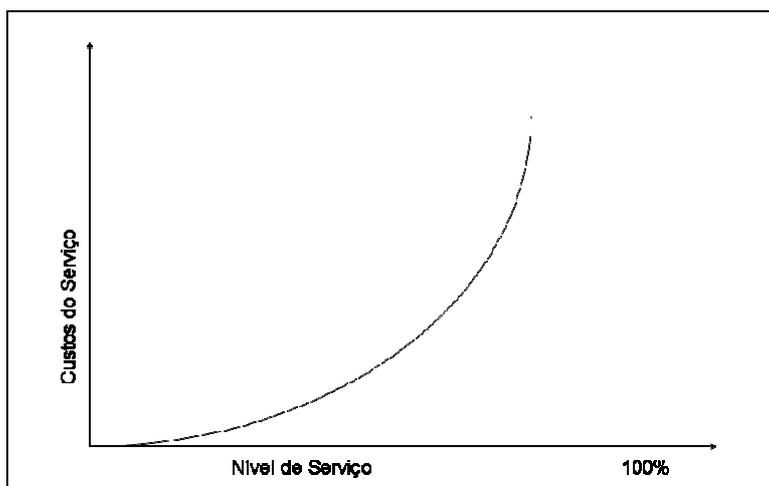
A consistência na entrega pode ser traduzida como a entrega completa do pedido, sem mais nem menos daquilo que foi requisitado para ser transportado e entregue ao cliente.

## **6.2. Custos e Nível de Serviço**

Segundo CHRISTOPHER (1997), deve-se reconhecer que existem custos e benefícios no fornecimento de serviço ao cliente e que, em conclusão, o nível e a combinação adequados de serviços terão que variar de acordo com o tipo de cliente.

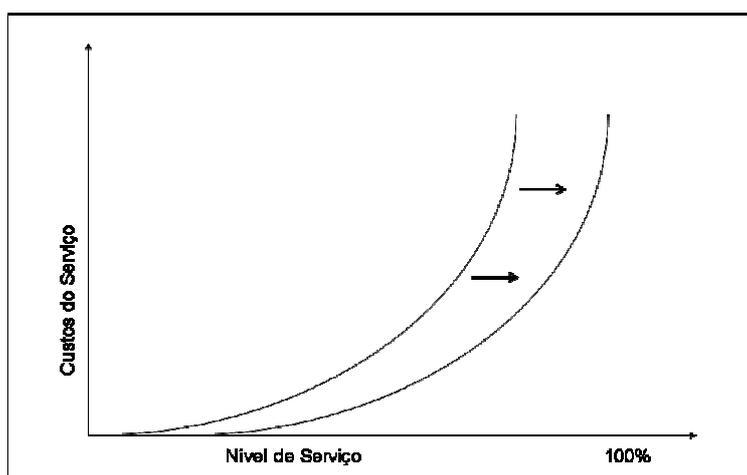
Adotando como exemplo de cliente uma montadora de automóveis que segue a estratégia de baixos níveis de estoque de matéria-prima, esta pode exigir do operador logístico um alto índice de pontualidade na entrega próximo dos 100%, com o objetivo de não favorecer o risco de paradas na produção por falta de material.

O Gráfico 2 representa a variação do custo do serviço em função da variação do nível de serviço oferecido.



**Gráfico 2:** Os custos dos serviços.  
 Fonte: Christopher (1997).

Entretanto, se for possível descobrir estratégias de serviço alternativas para prestar serviços aos clientes, digamos, por exemplo, acelerando o fluxo de informações sobre as exigências dos clientes e usando sistemas de transporte mais eficientes, o aumento do nível de serviço pode ocorrer sem que haja necessariamente um aumento nos custos. Neste ambiente caracterizado por melhorias é possível deslocar a curva para a direita, conforme representado Gráfico 3.



**Gráfico 3:** Deslocamento da curva de custos dos serviços.  
 Fonte: Christopher (1997).

Observando fatos do dia-a-dia podemos observar exemplos em que, quanto maior o nível de serviço, maior o custo. Para o transporte, é o caso de compararmos o modal aéreo, que é mais rápido e mais caro que o modal marítimo.

Se fizermos uma comparação dentro do mesmo modal, por exemplo, temos para o transporte ferroviário de passageiros maior nível de serviço relacionado com a rapidez do trem-bala (e também maior custo) se comparado com um trem convencional urbano.

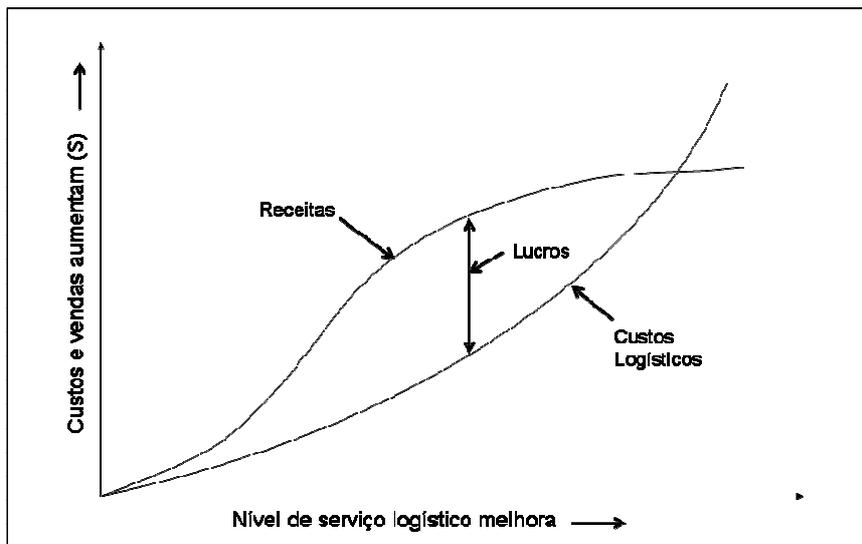
Em outros tipos de casos, é possível aumentar o nível de serviço sem interferência nos custos. Como por exemplo, a própria programação de coletas que, ao invés da alocação de veículos “extras”, pode resultar em pontualidade nos prazos somente através da organização de horários e rotas.

No transporte rodoviário de cargas, podemos ter situações em que o nível de serviço esteja relacionado com características diversas, tais como:

- Tipo do veículo;
- Disponibilidade da frota;
- Sistema de rastreamento;
- Dispositivos para acomodação da carga;
- Outros.

Segundo BALLOU (1993), custos logísticos tendem a aumentar com taxas crescentes à medida que o nível de serviço é empurrado para níveis mais altos.

Isto tende a ocorrer porque aquelas oportunidades que oferecem maiores ganhos de serviço com o menor custo são selecionadas primeiro. Portanto, melhorias no serviço são mais caras quando o nível de serviço já está num patamar mais elevado do que quando está num ponto mais baixo, como mostra o Gráfico 4.



**Gráfico 4:** Compensação generalizada entre receitas e custo para diversos níveis de serviço logístico.  
 Fonte: Ballou (1993).

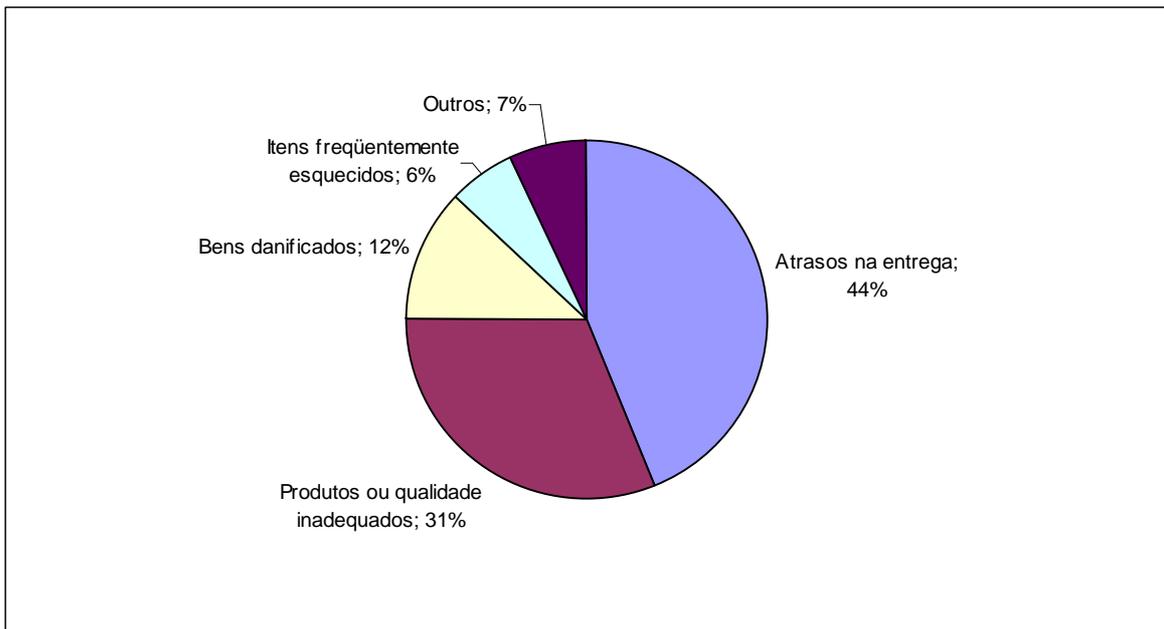
No Gráfico 4, o lucro é representado pela diferença entre a curva de receitas (vendas) e custos logísticos. Se o objetivo da empresa é a obtenção de lucro, o nível de serviço deve ser ajustado para o ponto onde haja a maior diferença entre as curvas de receitas e de custos. A partir do cruzamento entre as duas curvas os custos do serviço logístico superam as receitas, sendo, portanto uma situação de prejuízo financeiro.

### 6.3. Nível de Serviço no Fluxo de Embalagens

BALLOU (2006) apresentou resultados de uma pesquisa realizada entre 254 compradores em 25 empresas americanas de distribuição física, onde se pode observar a importância do cumprimento dos prazos de entrega (Gráfico 5).

Em resumo, os pontos a seguir são considerados por BALLOU como os mais importantes elementos logísticos dos serviços aos clientes:

- Entrega pontual;
- Índice de atendimento dos pedidos;
- Condições dos produtos;
- Exatidão da documentação.



**Gráfico 5:** Reclamações mais comuns em matéria de serviços aos clientes.  
 Fonte: Ballou (2006).

Três fatores fundamentais do serviço ao cliente foram identificados por BOWERSOX e CLOSS (1999): *disponibilidade, desempenho e confiabilidade*.

Através de pesquisas, estes autores chegaram à conclusão de que todos esses aspectos do serviço são importantes, porém, determinado atributo pode ser mais ou menos relevante, dependendo de cada situação.

No caso de uma montadora de automóveis, podemos analisar cada um destes fatores com a definição dos autores acima citados e abordando seu impacto no fluxo de embalagens.

### **6.3.1. Disponibilidade**

O tipo e quantidade de embalagem necessária para atender o fluxo devem estar disponíveis para expedição.

Ter disponibilidade de embalagens não significa exatamente ter estoque das mesmas em “abundância”, mas sim o mínimo necessário para atender a demanda prevista. Estoques em

excesso representam custo financeiro de material armazenado, além de maior necessidade de estrutura física para estocagem.

A disponibilidade é a capacidade de ter o produto em estoque no momento em que ele é desejado pelo cliente. Um aspecto importante da disponibilidade é a política de estoque de segurança da empresa. O estoque de segurança existe para compensar os erros de previsão e amenizar atrasos de entrega durante o reabastecimento do estoque básico (BOWERSOX e CLOSS - 1999).

Além de falhas na previsão, podem ocorrer outros problemas de natureza operacional relacionados à capacitação e disponibilidade de mão-de-obra, equipamentos de movimentação e sistemas de controle, o que aumenta a probabilidade de erros e conseqüentemente faz com que o nível de estoque de segurança seja maior.

Existem embalagens “específicas” que são consideradas críticas para a montadora devido ao fato de serem insubstituíveis por outro modelo. Um motor, por exemplo, não pode ser simplesmente colocado em uma caixa sem os apoios de sustentação necessários para o transporte, pois pode colocar em risco a integridade física do produto durante o transporte. Para este caso, recomenda-se que o estoque de segurança seja diferenciado em função da criticidade de cada item.

O Índice de Disponibilidade é um indicador que pode ser adotado para medir o impacto da falta de embalagens por um determinado período. Esse indicador funciona como um termômetro da capacidade das empresas envolvidas em atender as ordens de pedido e pode ser apresentado como:

$$\text{ID [\%]} = (\text{UD} / \text{UP}) \times 100$$

Onde:

ID = Índice de Disponibilidade

UD = Unidades Disponíveis

UP = Unidades do Pedido

Para o transporte de carga, podemos dizer que o indicador de disponibilidade tem alta importância para a operação de coleta, momento este em que o fornecedor de autopeças deve disponibilizar a carga sem causar tempo de espera dos caminhões.

Como exemplo, um fabricante de vidros solicita 80 embalagens vazias e a montadora envia somente 72, temos um índice de disponibilidade para este caso de 90%, ou seja:

$$ID = 72/80 \times 100 = 90\%$$

Pode-se dizer que um ID de 100% representa a situação ideal, porém para a empresa manter esse alto patamar é necessário levar o nível de planejamento além da gestão dos estoques físicos.

Só a disponibilidade material ou produto não garante o nível de serviço estabelecido no fluxo de embalagens. Como já mencionado no início deste capítulo, o nível de serviço depende ainda do desempenho operacional e da confiabilidade da carga, como será visto a seguir.

### 6.3.2. Desempenho nas Operações

Uma condição necessária para avaliar o desempenho no intercâmbio de embalagens é estabelecer as formas de medição.

Altos níveis de desempenho de prestação de serviços tendem a beneficiar todas as empresas envolvidas na cadeia de suprimentos. No caso do transporte ser realizado através do Milk Run, este impacto é ainda maior devido aos níveis de tolerância de tempo máximo estabelecidos para cada ponto de coleta. Qualquer atraso pode afetar todo o fluxo e conseqüentemente o resultado final da entrega.

Segundo BOWERSOX e CLOSS (1999), pensar no serviço ao cliente em termos de *nível de desempenho* tem relevância desde que o serviço possa ser mensurado com precisão.

Medidas operacionais determinam o desempenho do ciclo de atividades quanto a:

- **Velocidade** – É medida pelo tempo decorrido desde o momento em que um pedido é colocado até a chegada da carga ao cliente. Pode variar dependendo dos recursos

tecnológicos (sistemas de informação e transporte) e do método de gestão adotado por cada empresa;

- **Consistência** – É a capacidade da empresa executar seus serviços dentro dos prazos estabelecidos de forma constante. É uma garantia da entrega pontual. A falta de consistência pode gerar aumento dos níveis de estoques de segurança entre as empresas como forma de proteção contra possíveis descumprimentos nos prazos de entrega;
- **Flexibilidade** – É a capacidade de a empresa lidar com circunstâncias inesperadas durante suas atividades, como por exemplo, atender pedidos extraordinários de cargas urgentes para atender uma variação da produção.

Mesmo quando da falta de algum funcionário, a empresa deve dispor de operadores polivalentes com capacitação múltipla para realizar as atividades do funcionário ausente;

- **Falhas e recuperação** – Considerando que as falhas logísticas podem ocorrer mesmo com um nível de excelência em logística, a empresa deve dispor de um plano de contingência para normalizar as situações. Um exemplo típico pode ser a quebra de empilhadeiras por falta de manutenção, ocasionando atrasos no processo de descarregamento de caminhões.

### 6.3.3. Confiabilidade

Em logística, qualidade é sinônimo de confiabilidade. Algumas pesquisas indicam que a capacidade de uma empresa de fornecer informações precisas é uma das provas mais significativas de competência do serviço ao cliente (BOWERSOX e CLOSS - 1999).

Aliada aos padrões de desempenho operacional e disponibilidade, a confiabilidade pode ser representada pela precisão entre o fluxo de materiais e o fluxo de informações correlato. Inclui a capacidade para fornecer de forma imediata informações precisas sobre as operações logísticas ao longo do fluxo e o status de cada material, seja durante o transporte ou armazenagem.

Como por exemplo, a confiabilidade nos índices de estoque de determinado tipo de embalagem retornável pode dar à empresa condições de reduzir o estoque de segurança sem comprometer o atendimento dos pedidos.

Para o transporte, a confiabilidade dos itens carregados em conformidade com os documentos fiscais gera uma das condições necessárias para concluir o ciclo do pedido.

#### **6.4. Medidas de Desempenho Logístico**

Pelo fato de estar ligando “cliente e fornecedor” através da distribuição física dos produtos, o transporte de cargas possui sua relevância e, assim como os demais processos logísticos, pode estar sujeito a falhas.

Segundo RANGEL (1995), a base da melhoria contínua são os indicadores de desempenho. Através da análise do comportamento dos indicadores pode-se monitorar o desempenho dos processos, tomando-se providências corretivas e estabelecendo-se alvos de melhoria gradual.

Medir o desempenho dos processos no transporte é necessário para que a empresa saiba quais são seus pontos fracos, como está seu nível de serviço, seus custos e demais fatores críticos para suas atividades. Através da mensuração obtemos os indicadores de desempenho que servem como base para a empresa direcionar suas ações de melhoria.

Uma vez que todos os elementos de serviço são de importância potencial, dois deles, de modo particular, estão sendo vistos como cada vez mais cruciais para a conquista e conservação dos clientes: *confiabilidade da entrega e pedidos entregues completos*. Em verdade, estes dois elementos podem ser combinados em uma única medida de desempenho: pontualidade (CHRISTOPHER – 1997).

A medida é expressa como uma relação:

$$\text{Pontualidade} = \frac{\text{Pedidos entregues completos na data especificada pelo cliente}}{\text{Total dos pedidos entregues}}$$

Para o transporte de cargas, o cliente ou o próprio prestador de serviços logísticos podem exigir níveis de serviço que vão além da exigência da pontualidade.

Um deles pode estar relacionado aos custos do serviço, como por exemplo, o fator de ocupação da frota, que incide diretamente no número e tipo de veículos necessários para compor a frota.

O Instituto IMAM promoveu em 2003 uma pesquisa junto a 162 empresas dos mais variados ramos de atividade, para aferir a importância da logística como atividade estratégica e as possibilidades de redução dos custos dessa atividade.

Entre os indicadores utilizados na pesquisa, alguns podem ser aplicados à análise de desempenho do transporte de embalagens duráveis, como segue abaixo (Quadro 6):

**Quadro 6:** Indicadores e resultados apresentados pela pesquisa IMAM.  
Fonte: IMAM (2003).

INDICADORES	FÓRMULA	RESULTADOS
Reclamação dos clientes	Número de reclamações ÷ número total de pedidos atendidos no período x 100%	1,48%
Entregas no prazo	Número de pedidos atendidos no prazo ÷ número total de pedidos recebidos no período x 100%	97,03%
Avárias	Número de avarias ÷ número total de produtos expedidos no período x 100%	0,34%
Custo de frete de recebimento	Custo total de frete de recebimento ÷ receita operacional líquida x 100%	2,48%
Custo de frete de distribuição	Custo total de fretes de distribuição ÷ receita operacional líquida x 100%	2,92%
Tempo de recebimento (da doca para estocagem)	Tempo entre a descarga e o envio para estocagem	2,2 horas
Fator de ocupação da frota de veículos (transporte)	Volume transportado ÷ volume disponível x 100%	88%
Fator de ocupação da frota de empilhadeiras	Tempo de utilização dos veículos ÷ tempo total disponível x 100%	70,67%

A busca por eficiência tem como pré-requisito a alta qualidade dos serviços prestados ao cliente final. No entanto, atualmente para se atingir esse objetivo não basta apenas ter o aprimoramento das atividades internas da empresa. É fundamental também que exista um alto nível de integração entre os parceiros de uma mesma cadeia (FLEURY et al - 2000).

Na cadeia de abastecimento da indústria automobilística, podemos citar o papel dos fornecedores de autopeças, da montadora, do operador logístico e das concessionárias.

A necessidade de aprimoramento das relações entre empresas de uma cadeia fez surgir a preocupação de monitoramento de indicadores de âmbito externo. Muito mais do que ferramentas de acompanhamento do serviço prestado pelos parceiros da cadeia de suprimentos para possível negociação, os indicadores de desempenho logístico externo são fundamentais para a definição de políticas e processos internos que dependem do desempenho de seus parceiros (ÂNGELO – 2005).

Como exemplo, podemos destacar a responsabilidade dos fornecedores de autopeças quanto ao cumprimento da programação de coleta. O nível de desempenho do transporte pode ser afetado quando uma determinada carga não estiver disponível no horário marcado. A indisponibilidade de carga ou falta de recursos nos terminais de carga e descarga, seja por parte do embarcador ou destinatário, incidem diretamente sobre os índices de nível de serviço e custo logístico.

A adoção de indicadores deve levar em conta que, para cada tipo de medição, a empresa deverá disponibilizar pessoas ou equipamentos. Assim também deve ser para a confecção dos relatórios gerenciais, gráficos e planos de ação para tratar dos problemas indicados.

O controle de avarias, por exemplo, necessita de pessoa qualificada para analisar as condições físicas da carga recebida, fazer a emissão de documentos, alimentar sistemas ou preencher fichas de controle, etc.

Portanto, no momento de escolha, é importante considerar que um número excessivo de indicadores representa um custo operacional e deve-se avaliar a real necessidade de acordo com os objetivos da empresa.

Uma série de indicadores de desempenho logístico que envolvem inclusive o papel do fornecedor, são apresentados por ÂNGELO (2005) no Quadro 7.

**Quadro 7:** Indicadores de desempenho logístico externo.

Fonte: Ângelo (2005).

Indicador de Desempenho	Descrição	Cálculo	Melhores Práticas
<b>DESEMPENHO DO FORNECEDOR</b>			
Entregas realizadas dentro do prazo negociado	Calcula a taxa de entregas realizadas dentro do prazo negociado com o fornecedor.	Número de entregas realizadas dentro do prazo / Número de entregas totais	
Entregas devolvidas parcial ou integralmente	Corresponde às entregas devolvidas parcial ou integralmente devido à alguma falha não aceitável do fornecedor.	Entregas devolvidas Parcial ou integralmente / Total de Entregas recebidas (aceitas + devolvidas)	
Recebimento de produtos dentro das especificações de qualidade	Corresponde a quantidade de produtos que foram entregues dentro das especificações de qualidade previamente acordadas com o fornecedor.	Produtos recebidos dentro das especificações de qualidade acordadas com o fornecedor / Total de produtos aceitos *100	Deve ser bem próximo a 100%, caso contrário, a empresa está aceitando produtos fora dos padrões desejados (custos extras)
Atendimento do pedido realizado	Reflete se o fornecedor está entregando a quantidade de produtos solicitados	Nº produtos entregues / nº produtos pedidos *100	100 %. Se este indicador permanecer por um longo tempo abaixo de 100% significa que o fornecedor
Tempo de entrega dos produtos	É o tempo que o fornecedor leva para entregar um pedido.	Data e/ou Hora da realização do pedido ao fornecedor – Data e/ou Hora da entrega dos produtos.	Varia conforme o negócio. No entanto, o desempenho do fornecedor influencia diretamente no estoque da empresa, ou seja, caso este tempo seja muito longo, a empresa necessita manter níveis altos de estoque.

Os indicadores apresentados no Quadro 7 podem ser controlados tanto pelo fornecedor quanto pelo próprio operador logístico. Ambos podem buscar ações de melhoria através da análise desses índices para atingirem altos níveis de serviço prestados ao cliente “montadora”, que por sua vez deverá atender a demanda do mercado de automóveis.

Quanto ao operador logístico, que entre outras atividades é responsável pelo transporte de carga, este também deve cumprir a mesma programação de prazos e níveis de serviço

negociados entre os demais membros da cadeia de abastecimento e para isso pode adotar indicadores adequados ao seu modo de funcionamento e objetivos.

Para a gestão do transporte de carga, ÂNGELO (2005) destaca alguns indicadores conforme o Quadro 8.

**Quadro 8:** Exemplos de indicadores para o transporte de carga.  
Fonte: Ângelo (2005).

Indicador de Desempenho	Descrição	Cálculo	Melhores Práticas
<b>Coletas no Prazo ou On Time Pickups</b>	Calcula o % de coletas realizadas dentro do prazo acordado.	Coletas no prazo / Total de coletas *100	Variam de 95 % a 98 %.
<b>Utilização da Capacidade de Carga de Caminhões ou Truckload Capacity Utilized</b>	Avalia a utilização da capacidade de carga dos veículos de transporte utilizados.	Carga Total Expedida / Capacidade Teórica Total dos Veículos Utilizados *100	Depende de diversas variáveis, mas as melhores práticas estão ao redor de 85 %.
<b>Avarias no Transporte ou Damages</b>	Mede a participação das avarias em transporte no total expedido.	Avarias no Transporte (R\$) / Total Expedido (R\$)	Variável.
<b>Não Conformidades em Transportes</b>	Mede a participação do custo extra de frete decorrente de re-entregas, devoluções, atrasos, etc por motivos diversos no custo total de transporte.	Custo Adicional de Frete com Não Conformidades (R\$) / Custo Total de Transporte (R\$)	Variável.
<b>Acuracidade no Conhecimento de Frete ou Freight Bill Accuracy</b>	Mede a participação dos erros verificados no conhecimento de frete em relação aos custos totais de transportes.	Erros na Cobrança (R\$) / Custo Total de Transporte (R\$) *100	Mínimo de 98,5 %.

HIJAR et al (2007), consideram que para se realizar uma boa avaliação do serviço ao cliente, é necessário identificar que clientes possuem expectativas diferentes e não necessariamente desejam o mesmo serviço.

Portanto, a identificação do nível de serviço ótimo e as metas a serem estabelecidas devem considerar estas diferenças.

No Quadro 9 consta uma extensa lista de indicadores de desempenho no serviço ao cliente, apresentados por diferentes autores.

**Quadro 9:** Exemplos de Indicadores de Serviço ao Cliente.  
Fonte: Hajar et al (2007).

TIPO	EXEMPLO DE INDICADORES DE SERVIÇO AO CLIENTE (fonte)
<b>Disponibilidade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Frequência de falta de estoque por item (Bowersox, 2001);</li> <li>▪ % de pedidos completos (Mentzer <i>et al apud</i> Emerson e Grimm, 1996), (Bowersox, 2001);</li> <li>▪ Precisão dos pedidos enviados (Lambert e Harrington <i>apud</i> Emerson e Grimm, 1989);</li> <li>▪ % de itens fora de estoque/total de itens estocados (Bowersox, 1986);</li> <li>▪ Número de pedidos com um ou mais itens fora de estoque (Bowersox <i>et al</i>, 1986);</li> <li>▪ Número médio de itens fora de estoque por pedido (Bowersox <i>et al</i>, 1986);</li> <li>▪ Tempo de espera para recebimento de pendências (Fleury e Lavalle, 1997).</li> </ul>
<b>Velocidade de ciclo do pedido</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tempo de ciclo de pedido (Mentzer <i>et al apud</i> Emerson e Grimm, 1996), (Fleury e Lavalle, 1997);</li> <li>▪ Tempo médio decorrido em cada uma das atividades envolvidas no ciclo do pedido (Bowersox <i>et al</i>, 1986);</li> <li>▪ Variância do tempo médio decorrido em cada uma das atividades no ciclo do pedido (Bowersox <i>et al</i>, 1986).</li> </ul>
<b>Consistência do prazo de entrega</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Consistência do tempo de ciclo do pedido / Pontualidade (Mentzer <i>et al apud</i> Emerson e Grimm, 1996);</li> <li>▪ Tempo de atraso médio (Fleury e Lavalle, 1997).</li> </ul>
<b>Flexibilidade do sistema de Distribuição</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Esforço envolvido nas alterações de pedidos e habilidade da empresa em atender as solicitações (Bowersox <i>et al</i>, 1986);</li> <li>▪ % de solicitações por condições especiais de entregas atendidas (Fleury e Lavalle, 1997).</li> </ul>
<b>Recuperação de Falhas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Número de pedidos com problemas (Bowersox <i>et al</i>, 1996);</li> <li>▪ % de pedidos que resultam em reclamação (Bowersox <i>et al</i>, 1986), (Fleury e Lavalle, 1997);</li> <li>▪ Custo incorrido para correção dos problemas (Bowersox <i>et al</i>, 1986);</li> <li>▪ Ação tomada para resolução do problema (Bowersox <i>et al</i>, 1996);</li> <li>▪ Motivos de reclamação (Fleury e Lavalle, 1997);</li> <li>▪ Tempo para resolução de problemas (Fleury e Lavalle, 1997).</li> </ul>
<b>Sistema de informação de apoio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Informação da data de entrega projetada no momento da colocação do pedido (Mentzer <i>et al apud</i> Emerson e Grimm, 1996);</li> <li>▪ Fornecimento da informação sobre a disponibilidade no momento da colocação do pedido (Levy <i>apud</i> Emerson e Grimm, 1996);</li> <li>▪ Informação antecipada de cancelamento ou atraso (Fleury e Lavalle, 1997);</li> <li>▪ Qualidade do atendimento (facilidade de colocação de pedido, agilidade na confirmação, cordialidade, presteza) (Fleury e Lavalle, 1997).</li> <li>▪ % das solicitações de informação de <i>status</i> atendidas (Fleury e Lavalle, 1997);</li> <li>▪ Precisão no faturamento e documentação (Frazelle, 2001);</li> <li>▪ Tempo de demora para fornecer informação sobre <i>status</i> dos pedidos (Fleury e Lavalle, 1997).</li> </ul>
<b>Suporte ao produto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ % das solicitações de informações sobre produtos atendidas (Fleury e Lavalle, 1997);</li> <li>▪ Tempo de demora para fornecer informação sobre os produtos (Fleury e Lavalle, 1997).</li> </ul>
<b>Qualidade na entrega</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ % de ocorrência de itens incorretos em um pedido (Bowersox <i>et al</i>, 1996) (Fleury e Lavalle, 1997);</li> <li>▪ Envio de pedidos para o local errado (Bowersox <i>et al</i>, 1996);</li> <li>▪ Integridade da mercadoria (Coyle <i>et al apud</i> Collins <i>et al</i>, 2001);</li> <li>▪ Correção da embalagem (Frazelle, 2001);</li> <li>▪ Cooperação do motorista na entrega (Emerson e Grimm, 1996);</li> <li>▪ Cordialidade, presteza na entrega (Fleury e Lavalle, 1997);</li> <li>▪ Fidelidade das transportadoras (Cooper <i>et al apud</i> Emerson e Grimm, 1996).</li> </ul>
<b>Global</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pedido perfeito (Frazelle, 2001).</li> </ul>

A avaliação de desempenho logístico apresenta um campo extenso de estudos. A aplicação de indicadores pode compreender praticamente todas as etapas pelas quais passa um fluxo de materiais ou de informações entre as empresas.

## **CAPÍTULO VII - CONCLUSÕES E SUGESTÕES**

### **7.1. Conclusões**

Dentro dos conceitos de logística reversa, os fluxos reversos devem ser tratados sob ótica gerencial, da mesma forma como são os fluxos diretos.

Um desafio é tornar a logística reversa rentável de forma econômica para ser aceita e apoiada pela direção da empresa. A busca da melhoria do desempenho nos fluxos reversos de embalagens é um dos meios para atingir esse objetivo.

A Logística Reversa, aliada à prática do Milk Run, pode contribuir para o aumento na produtividade do sistema de transportes através do aproveitamento máximo da capacidade de cada veículo, seja nas viagens convencionais ou no fluxo reverso.

Apesar de simples, o estudo do aproveitamento volumétrico pode ser decisivo para viabilizar um projeto de transportes. As características do sistema de transporte devem ser consideradas no projeto de embalagens, de forma a contribuir para minimizar os custos com viagens e investimentos adicionais na frota, influenciando no desempenho em volume transportado, densidade de carga e tempos operacionais.

O conhecimento das operações totais ao longo da cadeia de suprimentos, incluindo os fluxos reversos, facilita o entendimento e cooperação entre as empresas para a prática da logística reversa.

Essa recomendação inclui evitar que as embalagens dimensionadas para um determinado fluxo sejam utilizadas para outros propósitos dentro das indústrias ou empresa de transportes.

Mais do que apenas minimizar o custo de transporte por uma maior taxa de utilização dos equipamentos, o sistema de coleta programada Milk Run pode ser um importante instrumento para agregação de valor na cadeia de suprimentos, aumentando a competitividade e a eficiência, diminuindo estoques. O sistema permite ainda diminuir significativamente o número de veículos dentro da montadora.

Um fator crítico para obter desempenho do sistema Milk Run é o comprometimento das empresas envolvidas (fornecedores, operador logístico e cliente) quanto ao cumprimento dos objetivos operacionais e disponibilidade de carga nos tempos estabelecidos.

Medir o desempenho dos processos e controlar os fluxos no transporte são condições necessárias para que a empresa saiba quais são seus pontos fracos, como está seu nível de serviço, seus custos e demais fatores críticos para manter sua competitividade. O desenvolvimento de softwares de maior abrangência, que atendam o campo da logística reversa, pode dar prosseguimento a trabalhos futuros sobre esse tema, integrando os setores industriais e os sistemas de transporte.

Com o emprego de sistemas de rastreamento dos veículos, além contribuir para o aumento de segurança da carga transportada, pode-se ainda obter importantes vantagens competitivas com a redução da ociosidade da frota e do tempo de entrega ou coleta, representando uma melhoria no serviço ao cliente em termos de custo, confiabilidade nas informações sobre a carga e cumprimento dos prazos, que são necessidades comuns aos fluxos diretos e reversos ao longo da cadeia de suprimentos.

## **7.2. Sugestões para Estudos Futuros**

Esta dissertação é apenas parte de um tema que pode contribuir para o transporte de carga em termos de redução de custos, melhoria no nível de serviço e ainda favorecer a prática da logística reversa.

O estudo de aproveitamento volumétrico no transporte, seja no intercâmbio de embalagens ou em qualquer outro fluxo de materiais, é um assunto que possui vasto campo aplicação e oportunidades de melhoria. Os conceitos abordados podem servir de base para outros estudos e pesquisas, podendo ser aplicados a outros segmentos do transporte de carga e inclusive ao transporte de passageiros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMATO, J., **Manufatura Classe Mundial**. Atlas: 2001.
- ANEFALOS, L.C., **Gerenciamento de Frotas do Transporte Rodoviário de Cargas Utilizando Sistemas de Rastreamento por Satélite**. Tese de Mestrado - USP: 1999.
- ÂNGELO L.B., **Indicadores de Desempenho Logístico**. Grupo de Estudos Logísticos da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC: 2005.
- ARAÚJO, J. S., **Codificação dos Materiais**. Atlas: 1974.
- BALLOU, R.H., **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. Bookman: 2006.
- BALLOU, R.H., **Logística Empresarial: Transportes, Administração de Materiais e Distribuição Física**. Atlas: 1993.
- BANZATO, J.M., **A Integração das Embalagens dentro do Sistema Logístico**. Log/Movimentação e Armazenagem – Cap. 1 e 2. IMAM: 2001.
- BOWERSOX, D.J. e CLOSS, D.J., **Logística Empresarial**. Atlas: 2001.
- BOWERSOX, D.J., CLOSS, D.J., COOPER, M.B., **Gestão Logística de Cadeia de Suprimentos**. Bookman: 2006.
- CARDOSO, F., **Indústria Automobilística Padroniza suas Embalagens**. Revista Tecnológica, ano VI, nº 56: 2000.
- CEL/COPPEAD, **Custos Logísticos no Brasil 2006**. Relatório de Pesquisa “Panorama Logístico”. CEL/COPPEAD/UFRJ: 2006.
- CHRISTOPHER, M., **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. Pioneira: 1997.
- DORNIER, P., ERNST, R., FENDER, M., KOUVELIS, P., **Global Operations and Logistics: text and cases**. John Wiley & Sons: 1998.
- FERREIRA, K.A. e ALVES, M.R.P.A., **Logística e Troca Eletrônica de Informação em Empresas Automobilísticas e Alimentícias**. Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR: 2007.
- FLEURY, P. F., **O Sistema de Processamento de Pedidos e a Gestão do Ciclo de Pedido**. CEL/ COPPEAD - [www.cel.coppead.ufrj.br](http://www.cel.coppead.ufrj.br): 2003.

- FLEURY, P.F., WANKE, P., FIGUEIREDO, K., **Logística Empresarial, a Perspectiva Brasileira**. Atlas: 2000.
- GOFF, J., **Packaging-Distribution Relationships: A Look to the Future**. Logistical Packaging Innovation Proceedings, Oakbrook, IL - Council of Logistics Management: 1991.
- GONÇALVES, P.S., **Administração de Materiais: Obtendo Vantagens Competitivas**. Elsevier: 2004.
- HIJAR, M.F., GERVÁSIO, M.H., FIGUEIREDO, K.F., **Mensuração de Desempenho Logístico e o Modelo World Class Logistics**. CEL/ COPPEAD - [www.cel.coppead.ufrj.br](http://www.cel.coppead.ufrj.br): 2003.
- HOPE, E., **As Embalagens no Transporte Rodoviário**. Revista Movimentação & Armazenagem n° 115, págs. 76 e 77 – IMAM: 2000.
- INRS - Institut National de Recherche et de Sécurité, **Stockage et Transvasement des Produits Chimiques Dangereux**. INRS: 1994.
- JOHSON, M. E. e PYKE, D. F., **Supply Chain Management, Working Paper, The Tuck School of Business**. Dartmouth College, Hanover, NH : 1999.
- LACERDA, L., **Logística Reversa - Uma Visão sobre os Conceitos Básicos e as Práticas Operacionais**. CEL/ COPPEAD - [www.cel.coppead.ufrj.br](http://www.cel.coppead.ufrj.br): 2002.
- LEITE, P.R., **Logística Reversa**. Pioneira: 2003.
- LOG & MAN, **Suplemento Logístico**. Revista Log & Man, n° 160, págs. 38 a 46 – IMAM: 2004.
- LOGÍSTICA, **As Novidades da Lei 11.442**. Revista Logística, n° 198, págs. 56 a 58 – IMAM: 2007.
- MOURA, D.A., **Caracterização e Análise de um Sistema de Coleta Programada de Peças, Milk Run, na Indústria Automobilística Nacional**. Tese de Doutorado - USP: 2000.
- NOVAES, G.N., **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**. Campus: 2001.
- OLIVÉRIO, J.L., **Projeto de Fábrica: Produtos, Processos e Instalações Industriais**. Instituto Brasileiro do Livro Científico: 1985.
- PEREIRA, A.L., **Análise e Operação de Sistemas Logísticos**. Apostila da disciplina COR734 – Programa de Engenharia de Transportes – PET/COPPE/UFRJ: 2006.
- RANGEL, A., **Momento da Qualidade**. Atlas: 1995.

- ROGERS, D.S., TIBBEN-LEMBKE, R.S., **Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices**. Reverse Logistics Executive Council: 1998.
- SCAVARDA, L.F., HAMACHER, S., **Considerações sobre a Cadeira de Suprimentos da Indústria Automobilística do Brasil**. PUC/RJ- [www.puc-rj.br](http://www.puc-rj.br): 2000.
- VALENTE, A. M., PASSAGLIA, E., NOVAES, A. G., **Gerenciamento de Transporte e Frotas**. Pioneira: 1997.
- WAISMAN, J., **Avaliação de Desempenho de Sistemas de Ônibus em Cidade de Porte Médio em função de sua Produtividade, Eficiência Operacional e Qualidade dos Serviços**. Tese de Doutorado – USP/ EESC: 1983.

#### **Sites consultados:**

- ABML – Associação Brasileira de Movimentação e Logística: 2005 – [www.abml.org.br](http://www.abml.org.br).
- ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores: 2006 – [www.anfavea.org.br](http://www.anfavea.org.br).
- CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem: 2001 – [www.cempre.org](http://www.cempre.org).
- CEL/COPPEAD/UFRJ – Centro de Estudos em Logística: 2006 – [www.centrodelogistica.com.br](http://www.centrodelogistica.com.br).
- CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito: 2006 - <http://www.presidencia.gov.br>.
- EAN Brasil: 2006 – [www.eanbrasil.com.br](http://www.eanbrasil.com.br).
- ECOBILAN - “Trophées Emballages pour le Développement Durable”: 2005 - [www.ecobilan.com](http://www.ecobilan.com).
- FENABRAVE – Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores: 2006 – [www.fenabrave.org.br](http://www.fenabrave.org.br).
- FROTA & COMPANHIA – Artigos on line - Revista Frota & Companhia: 2007 – [www.frotaecompanhia.com.br](http://www.frotaecompanhia.com.br).
- GEOCONTROL – Sistemas de Rastreamento : 2006 - [www.geocontrol.com.br](http://www.geocontrol.com.br).
- GUIA DE LOGÍSTICA : 2006 - [www.guiadelogistica.com.br](http://www.guiadelogistica.com.br).
- IMAM – Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais: 2006 - [www.imam.com.br](http://www.imam.com.br).

LOGWEB: 2006 – [www.portalweb.com.br](http://www.portalweb.com.br).

PMI - Project Management Institute - “PMBOK: A Guide to the Project Management Body of Knowledge”. PMI: 2000 - [www.pmi.org](http://www.pmi.org).

STILL Empilhadeiras: 2006 – [www.still.com.br](http://www.still.com.br).

SULCOM – Sistemas de Rastreamento: 2006 - [www.sulcom.com.br](http://www.sulcom.com.br).

VICTORIA TRANSPORT POLICY INSTITUTE: 2006 – [www.vtpi.org](http://www.vtpi.org).

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)