



CENTRO TECNOLÓGICO DA ZONA LESTE  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DA ZONA LESTE

**BRUNO CÉZAR VIEIRA GOIS**

**ROTEIRIZAÇÃO: UMA COMPARAÇÃO DOS  
MÉTODOS DE DIVISÃO E ORGANIZAÇÃO DAS  
ROTAS DE COLETA DOS CAMINHÕES  
COMPACTADORES DE LIXO.**

São Paulo

2005



CENTRO TECNOLÓGICO DA ZONA LESTE  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DA ZONA LESTE

**BRUNO CÉZAR VIEIRA GOIS**

**ROTEIRIZAÇÃO: UMA COMPARAÇÃO DOS  
MÉTODOS DE DIVISÃO E ORGANIZAÇÃO DAS  
ROTAS DE COLETA DOS CAMINHÕES  
COMPACTADORES DE LIXO.**

Monografia apresentada no curso de  
Tecnologia em Logística com ênfase em  
transporte na FATEC ZL como requerido  
parcial para obter o Título de Tecnólogo  
em Logística com ênfase em Transporte

Orientador: Prof. Célio Daroncho

São Paulo

2005



CENTRO TECNOLÓGICO DA ZONA LESTE  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DA ZONA LESTE

**BRUNO CÉZAR VIEIRA GOIS**

**ROTEIRIZAÇÃO: UMA COMPARAÇÃO DOS  
MÉTODOS DE DIVISÃO E ORGANIZAÇÃO DAS  
ROTAS DE COLETA DOS CAMINHÕES  
COMPACTADORES DE LIXO.**

Monografia apresentada no curso de Tecnologia em Logística com ênfase em transporte na FATEC ZL como requerido parcial para obter o Título de Tecnólogo em Logística com ênfase em Transporte.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Professor Célio Daroncho  
FATEC ZL

---

Professor Cláudio Antonio Gomes  
FATEC ZL

---

Professor Érico Francisco Innocente  
FATEC Jundiaí

São Paulo, 22 de novembro de 2005.

*A Deus, aos meus pais e aos meus amigos...*

*Aos companheiros de todas as horas...*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Orientador Célio Daroncho e ao professor Cláudio que me incentivaram em todas as etapas deste trabalho.

Ao professor Érico Francisco Innocente que enriqueceu o trabalho com suas correções e observações.

A minha família, pela confiança e motivação.

Aos amigos e colegas, pela força e pela vibração em relação a esta jornada.

Aos professores e colegas de Curso, pois juntos trilhamos uma etapa importante de nossas vidas.

Aos profissionais entrevistados, pela concessão de informações e materiais valiosos para a realização deste estudo.

A todos que, com boa intenção, colaboraram para a realização e finalização deste trabalho.

Aos que não impediram a finalização deste estudo.

"Se existe uma forma  
de fazer melhor, descubra-a."

Thomas Edison

## RESUMO

Entendendo os resíduos como produtos descartados pela atividade humana, com o grande crescimento da população e, conseqüentemente, de sua atividade, a quantidade desses resíduos também sofreu grande crescimento. Assim, sua operação de coleta deve ser muito bem planejada e, devido a essa necessidade, esse serviço absorve uma considerável fatia dos recursos de uma empresa.

Devido a globalização, a ordem é reduzir ou eliminar custos em toda cadeia logística, entretanto, com relação ao planejamento da coleta, o critério mais relevante é a logística relacionada ao transporte principalmente rodoviário. Para tanto, utiliza-se a ferramenta da roteirização de veículos que tenta oferecer maior flexibilidade, eficiência e conseqüente confiabilidade as suas operações.

Neste contexto que se insere este trabalho que tem como objetivo comparar o sistema de roteirização de duas empresas que trabalham com tipos de clientes distintos sendo que cada uma tem seu sistema adequado a sua necessidade específica.

Palavras-chave: resíduos, logística, coleta, comparar, sistema de roteirização

## **ABSTRACT**

Understanding the residues as discarded products for the activity human being, with the great growth of the population and, this way, of its activity, the amount of these residues also suffered great growth. Thus, its operation of collection must very be well planned and, had to this necessity, this service absorbs a considerable slice of the resources of a company.

Had the globalization, the order is to reduce or to eliminate costs in all logistic chain, however, with relation to the planning of the collection, the criterion most excellent is the logistic one related to the transport mainly road. For in such a way, it is used tool of the routing of vehicles that tries to offer to greater flexibility, efficiency and consequence trustworthiness its operations.

In this context that inserts this work that has as objective to compare the routing system of two companies who work with types of distinct customers being that each one has its adequate system its specific necessity.

Keywords: residues, logistic, collection, compare, routing system



## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	11
1 INTRODUÇÃO .....	12
1.1 Objetivo .....	13
1.2 Método .....	14
2 LOGÍSTICA .....	15
2.1 Logística no mundo .....	18
2.1.1 Estados Unidos .....	18
2.1.2 Europa Ocidental.....	20
2.1.3 Ásia .....	21
2.1.4 China .....	22
2.2 Logística no Brasil .....	23
2.3 Logística dos transportes .....	26
3 OS RESÍDUOS E SUAS CARACTERÍSTICAS.....	31
3.1 Legislação ambiental.....	32
3.2 Classificação dos tipos de resíduos .....	33
3.3 Solução para cada tipo de resíduo.....	36
3.4 Veículos coletores e equipamentos.....	37
4 ROTEIRIZAÇÃO .....	47
4.1 Aplicabilidade .....	49
4.2 Sobre os softwares de roteirização .....	50
5 ESTUDO DE CASO .....	53
5.1 Empresa Koleta Ambiental S/A.....	53
5.2 Empresa Vega Engenharia Ambiental.....	55
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
-----------------------------------	----

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01: Caixa compactadora estacionária de 7m <sup>3</sup> .....	38
FIGURA 02: Caixa Roll on / roll off.....	38
FIGURA 03: Caminhão Roll on / roll off com caixa compactadora estacionária.....	39
FIGURA 04: Caminhão Roll on / roll off com caixa roll on / roll off .....	40
FIGURA 05: Caixa compactadora estacionária de 5m <sup>3</sup> .....	40
FIGURA 06: Caixa brooks de 5m <sup>3</sup> sem tampa .....	41
FIGURA 07: Caixa brooks de 5m <sup>3</sup> com tampa .....	41
FIGURA 08: Poliguindaste duplo com braço articulado .....	42
FIGURA 09: Poliguindaste simples .....	43
FIGURA 10: Caminhão basculante .....	44
FIGURA 11: Caminhão carroceria.....	44
FIGURA 12: Furgão .....	45
FIGURA 13: Fiorino.....	45
FIGURA 14: Caminhão compactador.....	46

## 1 INTRODUÇÃO

A atividade de distribuição de uma empresa compreende toda movimentação e estocagem de bens “a jusante” da fábrica. A última etapa nesta movimentação (dos centros de distribuição para os consumidores), a qual pode ser definida como transporte local ou entrega, representa o elo mais caro da cadeia de distribuição. Para esta etapa ser realizada de maneira eficiente, a empresa deve desenvolver o planejamento e a execução desta atividade de transporte de forma racional (CHRISTOFIDES, 1981).

A importância dos problemas de distribuição diz respeito à magnitude dos custos associados a esta atividade. Estudos realizados por Kearney (1989) mostraram que os custos de distribuição física agregam cerca de 16% ao valor final de cada item.

Ballou (1993) aponta que os custos logísticos de produtos tangíveis representam cerca de 23% do Produto Interno Bruto (PIB), nos Estados Unidos, e destes custos, o transporte representa algo em torno de dois terços. O autor afirma ainda que estes percentuais têm-se mantido constantes ao longo do tempo.

Assim, fica evidente a importância dos problemas de distribuição vinculados à roteirização e programação de veículos, pela magnitude dos custos associados a esta atividade além da qualidade de serviço proporcionada por ela.

As atividades relacionadas ao transporte e à distribuição física buscam, cada vez mais, o aprimoramento da qualidade e da produtividade, de forma a garantir um melhor aproveitamento da frota e diminuição dos percursos dos veículos. O aumento do número de coletas e sua dispersão geográfica causam um impacto significativo nas operações e nos custos associados aos sistemas de distribuição. Simultaneamente, aumentam as exigências dos clientes com relação a prazos,

datas e horários de coleta.

Com o aumento das restrições operacionais e, conseqüentemente, da complexidade do problema, encontrar uma boa solução na programação e execução das operações diárias de transporte e coleta se torna cada vez mais difícil. É neste nível que a necessidade de uma ferramenta flexível e eficiente no planejamento da atividade de roteirização e programação se mostra evidente.

Segundo Solomon e Desrosiers (1988), a roteirização e programação de veículos é um importante segmento de muitos sistemas de custo de transporte e coleta. O problema da roteirização envolve o planejamento de um conjunto de rotas de mínimo custo combinado com o aspecto temporal, isto é, deve ser considerado o intervalo do horário de coleta.

A roteirização de veículos tem sido vista como um dos maiores sucessos na área de pesquisa operacional nas últimas décadas. Isso pode ser associado à atuação conjunta entre teoria e prática, isto é, a necessidade de empresas em possuir um sistema (informatizado ou não) que identifique e organize suas rotas de forma a otimizar sua frota como um todo.

## **1.1 Objetivo**

A meta deste trabalho é comparar os métodos de separação e organização das rotas de coleta dos caminhões compactadores de lixo da empresa Vega SP, que coleta lixo domiciliar público e da empresa Koleta Ambiental S/A, que coleta resíduos industriais de empresas privadas, mostrando o por quê da adoção de seus sistemas de acordo com suas necessidades.

## **1.2 Método**

Será realizado um estudo de caso sobre as empresas Vega Engenharia Ambiental e Koleta Ambiental S.A. O método utilizado para o desenvolvimento deste trabalho será de consulta em livros, sites e revistas especializadas relacionados a sistemas de roteirização e logística.

## 2 LOGÍSTICA

Segundo Souza (2002), a logística tem suas origens nas organizações militares. Semanticamente, a palavra tem suas raízes na França - proveniente do verbo "loger" (alojar):

"A logística originou-se no século XVIII, no reinado de Luiz XIV, onde existia o posto de Marechal - General de Lógis - responsável pelo suprimento e pelo transporte do material bélico nas batalhas".

Ao decidir avançar suas tropas seguindo uma determinada estratégia militar, os generais precisavam ter, sob suas ordens, uma equipe que providenciasse o deslocamento, na hora certa, de munição, víveres, equipamentos e socorro médico para o campo de batalha. Por se tratar de um serviço de apoio, sem o glamour da estratégia bélica e sem o prestígio das batalhas ganhas, os grupos logísticos militares trabalhavam quase sempre em silêncio.

O sistema logístico foi desenvolvido com o intuito de abastecer, transportar e alojar tropas - propiciando que os recursos certos estivessem no local certo e na hora certa. Este sistema operacional permitia que as campanhas militares fossem realizadas e contribuía para a vitória das tropas nos combates.

A partir do momento em que os militares começaram a perceber o poder estratégico que o sistema logístico possuía, deu-se mais atenção ao serviço de apoio que as equipes prestavam no sentido de deslocamento de munição, víveres, socorro médico nas batalhas. Conseqüentemente, despertou-se o interesse em estudos nesta área - que foi evoluindo após os resultados observados na Segunda Guerra Mundial em relação ao sistema logístico utilizado pelos militares

(ABGROUP, 2005).

Gallo (1998) descreve que o primeiro general a utilizar esse termo foi o general Von Claussen de Frederico da Prússia. Dessa maneira, foi desenvolvido mais adiante pela Inteligência Americana - CIA, juntamente com os professores de Harvard, para a Segunda Guerra Mundial e, em meados de 1950, a logística surgiu como matéria na Universidade de Harvard, nas faculdades de Engenharia e Administração de Empresas.

Para Ballou (1993) a logística associa o estudo e a administração dos fluxos de bens e serviços e da informação que os põe em movimento. Caso fosse viável produzir todos os bens e serviços no ponto onde eles são consumidos ou caso as pessoas desejassem viver onde as matérias-primas e a produção se localizam, então a logística seria pouco importante, entretanto, isto não ocorre. Uma região tende a especializar-se na produção daquilo que tiver vantagem econômica para fazê-lo. Isto cria uma diferença de tempo e espaço entre matérias-primas e produção e entre produção e consumo. Vencer tempo e distância na movimentação de bens ou na entrega de serviços de forma eficaz e eficiente é tarefa do profissional de logística. Ou seja, sua missão é colocar as mercadorias ou os serviços certos no lugar e no instante correto e na condição desejada, ao menor custo possível.

Adotando a definição do Council of Logistics Management (2005) norte-americano:

“Logística é o processo de planejar, implementar e controlar de maneira eficiente o fluxo e a armazenagem de produtos, bem como os serviços e informações associados, cobrindo desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do consumidor”.



Segundo Eilon et al. (1971), logística pode ser definida como “a provisão de bens e serviços de um ponto de oferta para um ponto de demanda”.

Um completo sistema logístico abrange o processo de movimentação de matéria-prima (e outros insumos necessários à produção) de fornecedores para a fábrica, a conversão desses insumos em produtos pela fábrica, o movimento destes produtos para vários armazéns ou depósitos, e a entrega destes produtos ao consumidor final.

Segundo Novaes (2001), a moderna logística procura incorporar:

- prazos previamente acertados e cumpridos integralmente, ao longo de toda a cadeia de suprimento;
- integração efetiva e sistêmica entre todos os setores da empresa;
- integração efetiva e estreita (parcerias) com fornecedores e clientes;
- busca da otimização global, envolvendo a racionalização dos processos e a redução de custos em toda a cadeia de suprimento;
- satisfação plena do cliente, mantendo nível de serviço preestabelecido e adequado.

Como as empresas operam num mercado eminentemente competitivo, não basta adotar soluções tecnicamente corretas, é necessário buscar soluções eficientes, otimizadas em termos de custo, e que sejam eficazes em relação aos objetivos pretendidos.

## **2.1 LOGÍSTICA NO MUNDO**

Segundo o site da revista EXAME, os custos logísticos em todo o mundo somam aproximadamente US\$ 3,2 trilhões, equivalentes a 11% do Produto Interno Bruto (PIB) mundial. A América do Norte responde por US\$ 1,137 trilhão, seguida pela Europa com US\$ 870 bilhões, Ásia com US\$ 824 bilhões, América do Sul com US\$ 220 bilhões, África com US\$ 77 bilhões, Oceania com US\$ 63 bilhões e América Central com US\$ 15 bilhões. Menos de 5% disso está terceirizado com operadores logísticos, portanto, atuar neste mercado gerará grandes negócios.

A maior empresa de logística do mundo é a UPS - United Parcel Service, fundada em 1907, com sede em Atlanta, Geórgia. Ela faturou em 2003, US\$ 33,5 bilhões e teve um lucro de US\$ 2,9 bilhões. Seu valor de mercado é de US\$ 72 bilhões, ou seja, mais do que duas vezes superior à seu faturamento. Em 2003 entregou mais de 3 bilhões de pacotes e documentos em mais de 200 países (EXAME, 2005).

### **2.1.1 Estados Unidos**

Ainda com relação à revista EXAME, os Estados Unidos têm custos logísticos de US\$ 1,006 trilhão, equivalentes a 9% do PIB. Nos últimos 20 anos, esse índice baixou de 16% do PIB para os atuais 9%.

Existem aproximadamente 5.000 empresas de logística ou relacionadas à logística nos Estados Unidos, país considerado o terceiro maior produtor de caminhões do mundo, atrás apenas do Japão e da China. Têm a maior frota mundial de veículos, com mais de 220 milhões, entre carros de passeio, utilitários e

caminhões sendo que a relação habitantes por veículo é de 1,2, contra 8,8 no Brasil.

O faturamento dos operadores logísticos em 2003 foi de US\$ 77 bilhões, um crescimento de 18% em relação a 2002. É um mercado bastante fragmentado: 75% do faturamento estão concentrados nas mãos de pequenas e médias empresas de logística e os primeiros colocados (50 empresas) representam US\$ 27 bilhões desse mercado (EXAME, 2005).

Segundo a consultoria CapGemini (2001), as empresas norte-americanas gastam 43% de seu orçamento destinado à área de logística com provedores de serviços logísticos e estima-se que esse número chegue a 60% nos próximos anos. Além disso, 73% das 100 maiores empresas relacionadas pela revista Fortune estão utilizando provedores de serviços logísticos; entre as 500 maiores esse índice é de 44%. Em função dessa saturação entre as maiores empresas, os grandes operadores logísticos estão buscando agora os clientes de porte médio.

Entre os cinco serviços mais utilizados, segundo pesquisa realizada pela consultoria Accenture e pela Northeastern University (2000), estão: auditoria e pagamento de fretes; consolidação de embarques; serviços de transporte; despachos aduaneiros e gestão de armazéns.

O mercado ainda vive um processo de consolidação, agora em ritmo mais lento, mas ainda são previstas muitas fusões e aquisições, mas poucas negociações relevantes deverão ocorrer. Grandes investidores, empresas estrangeiras, empresas locais com faturamento anual acima de US\$ 200 milhões são os grandes compradores, e estão pagando de 4 a 8 vezes o lucro operacional das empresas em suas aquisições sendo que o foco tem sido as empresa não

baseadas em ativos.

Entre as gigantescas empresas, a grande maioria norte-americana, como UPS, Fedex, Ryder, Penske, EGL, Expeditors, McLane e etc., se destacam duas empresas européias, a Exel e a Danzas.

### **2.1.2 Europa Ocidental**

A Europa Ocidental tem custos logísticos de aproximadamente US\$ 160 bilhões, sendo que 25% estão terceirizados nas mãos de operadores logísticos, que em 2003 faturaram US\$ 40 bilhões.

Segundo a consultoria CapGemini (2001) as empresas européias gastam 51% de seu orçamento destinado à área de logística com provedores de serviços logísticos e estima-se que esse número chegue a 74% nos próximos anos, o mais alto em todo o mundo. É um mercado também bastante fragmentado, e as decisões do cliente são baseadas em preço.

Além disso, esse mercado tem passado por um processo de consolidação muito forte e muitas fusões, aquisições e alianças entre empresas estão acontecendo, talvez, por isso, alguns embarcadores e distribuidores estão criando seus próprios operadores logísticos.

As indústrias estão percebendo as necessidades e as vantagens de terceirizar a gestão de todo o processo logístico com uma única entidade para uma maior visibilidade e otimização da cadeia de materiais. Os embarcadores querem lidar com poucos provedores logísticos, exigindo de seus fornecedores que invistam ou

que desenvolvam parcerias com outras empresas.

As novas oportunidades com a extensão da União Europeia a países da Europa Oriental e Central estão exigindo dos provedores de serviços logísticos fortes competências na gestão e operação da logística global. Os maiores operadores logísticos da Europa atualmente são: Danzas, Schenker, Exel, Geodis e Kuehne-Nagel (EXAME, 2005).

### **2.1.3 Ásia**

Seguindo a idéia da revista EXAME, especialistas estimam que a situação atual do mercado seja equivalente à do mercado norte-americano há 10 anos, existindo muitas pequenas e médias empresas especializadas em determinados nichos de mercado com atuação geográfica restrita e excelente relacionamento com os atuais clientes.

Os principais mercados são China, Hong Kong, Japão, Cingapura, Taiwan e Coreia do Sul. Com exceção da China, estes mercados apresentam forte infraestrutura tecnológica e sistemas financeiros.

Países como Indonésia, Camboja, Vietnã e Tailândia ainda vivem na "infância" dos conceitos de gestão da logística, porém são vistos como potenciais mercados para os grandes operadores logísticos. A estimativa de mercado para serviços de gestão da cadeia de materiais gira em torno de US\$ 3,0 bilhões em 2006.

Os provedores logísticos em destaque na região são UPS, Danzas DHL, Fedex, Kuehne-Nagel, Exel, APL Logistics, Bax Global, Maersk Logistics e

Schenker.

Apenas recentemente as Universidades começaram a oferecer a matéria logística em seus programas porque existem dificuldades em encontrar mão-de-obra qualificada e, talvez, por causa disso, poucas empresas têm, em seu quadro, executivos seniores em logística (EXAME, 2005).

#### **2.1.4 China**

Continuando na mesma idéia da revista EXAME, com a chegada dos grandes operadores logísticos internacionais muitas empresas de transporte locais passaram a utilizar a palavra "logística" em seus negócios. "Logística" é a palavra da moda na comunidade de negócios chinesa.

O mercado de operadores logísticos na China é gigantesco e está em seu estágio inicial de desenvolvimento. Em 2003, o mercado já terceirizado era estimado em US\$ 7,5 bilhões. Na China, os custos logísticos representam algo entre 16% e 20% de seu PIB (US\$ 4 trilhões), estando menos de 10% disso terceirizado.

Nos últimos 3 anos, 70% dos provedores de serviços logísticos tiveram vendas superiores a 30%. Nos próximos anos espera-se um crescimento médio de 25%. Entretanto, o mercado é muito fragmentado; nenhum provedor logístico tem uma fatia de mercado superior a 2% sendo que cerca de 77% das empresas faturam menos de US\$ 25 milhões ao ano.

Já 85% das vendas são provenientes de serviços básicos como transporte e

armazenagem e 80% da venda de serviços logísticos estão concentrados na região do delta do Rio Yangtse e Pearl.

Com relação à matriz de transporte chinesa, ela se divide em: 76,8% rodoviário; 12,7% ferroviário; 8,9% aquaviário; 0,01% aéreo e 1,6% dutoviário.

A demanda por serviços logísticos por parte das empresas multinacionais é muito diferente daquela solicitada pelas empresas chinesas. Afinal, 69% das multinacionais terceirizaram seus serviços logísticos, enquanto que, entre os embarcadores chineses, esse índice é de 16%. A atuação dos operadores logísticos internacionais se limita aos clientes multinacionais na tentativa de oferecer uma solução global; 98% da receita vêm de clientes globais e apenas 2% de clientes locais.

Empresas de destaque na região: Danzas e Exel, Maersk, APL, P&O, OOCL no transporte de contêineres e DHL, Fedex, UPS e TNT no transporte expresso de cargas fracionadas e documentos.

Os principais problemas encontrados pelas grandes empresas são as restrições governamentais, falta de pessoal qualificado, a ambigüidade nas políticas governamentais e as expectativas irreais dos clientes.

Iniciativas do Governo estão estimulando o desenvolvimento da indústria de operadores logísticos na China, porém as mudanças serão lentas, dada a grande competição e a necessidade de investimentos (EXAME, 2005).

## **2.2 LOGÍSTICA NO BRASIL**

Prosseguindo na idéia da Universidade Federal de Itajubá, com a abertura da

economia e a globalização, as empresas brasileiras passaram a buscar novos referenciais para sua atuação, inclusive no domínio da Logística. No entanto, os passos ainda estão muito tímidos e à mercê de uma série de fatores.

Há muitas empresas trabalhando ainda na primeira fase, isto é, controlando seus fluxos logísticos através de estoques e tendo seus diversos setores atuando de forma isolada. Outras operam na segunda fase, tentando passar para a terceira. Essas empresas estão buscando melhor articulação com seus fornecedores e adotando um planejamento mais integrado de suas operações. Algumas delas já estão interligadas via Electronic Data Interchange (EDI), de forma a possibilitar maior flexibilização na entrega dos componentes ou produtos acabados.

Na quarta fase, em que se observa a integração estratégica otimizada entre os participantes da cadeia de suprimento, notam-se movimentos, como o Efficient Consumer Response (ECR), mas de resultados ainda pouco satisfatórios. Deve-se considerar, no entanto, que mesmo nos Estados Unidos onde essa evolução se iniciou há mais tempo, há também muitas empresas operando na segunda e terceira fases, sendo poucas as que já conseguiram evoluir plenamente para a quarta fase.

No cenário atual, diante de dos avanços tecnológicos e da globalização, as empresas também precisam vencer "batalhas" diárias, nas quais todos os elementos da sociedade estão direta ou indiretamente envolvidos. É necessário, que cada vez mais, os gerentes estejam atualizados nas mudanças constantes - e, às vezes, quase instantâneas - que ocorrem no mercado. Para isto, é preciso usar a logística como um diferencial competitivo, delineando objetivos e estratégias na "guerra" da competitividade travada entre as empresas.



A logística, através do Serviço de Intendência - criado em 1920 com a vinda da Missão Militar Francesa - evoluiu muito dentro das Forças Armadas. Hoje, este setor deixou de ser apenas um serviço de apoio ao combate, mas, sim, um elemento de suma importância que pode definir o curso de uma guerra. Em um recente conflito da era Contemporânea, a Guerra do Golfo, pôde-se observar que o papel da logística foi preponderante para a vitória das forças americanas - prevendo e provendo os recursos de maneira eficaz e na hora certa (UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ).

Segundo o Centro de Comunicação Social do Exército Brasileiro (CCSEB, 2005), as primeiras atividades logísticas desenvolvidas pelos militares brasileiros remontam à época imperial. Em 1821, durante a regência de D. Pedro I, foram efetuadas as primeiras incumbências referentes ao rancho da tropa, ao fardamento, ao equipamento, ao material de acampamento, ao arreamento e aos utensílios usados no Exército.

Além disso, o CCSEB divulga que o Serviço de Intendência, atualmente, é responsável pela distribuição de fardamentos ou equipamentos, além dos variados tipos de munição e gêneros alimentícios. Dentro das organizações militares, este setor é incumbido de outras missões, como transporte de pessoal e suprimentos; serviço de banho e lavanderia ou suprimentos reembolsáveis, sendo que os intendentes também prestam o serviço de assessoramento aos comandantes de Unidades Militares na parte de administração financeira, controle interno, contabilidade e informática. As atividades logísticas desenvolvidas nas organizações militares do Brasil funcionam, tal qual nas empresas, no sentido de desenvolver um planejamento eficaz e o provimento adequado nos locais especificados e nas devidas quantidades.

Dessa maneira, no meio empresarial, Martins (2003, p. 251) relata que "no Brasil, a logística apareceu nos anos 1970, por meio de um de seus aspectos: a distribuição física, tanto interna quanto externa [...]".

Ao perceberem que, em um país de dimensões continentais como o Brasil, as empresas deveriam ter um gerenciamento logístico eficaz, os empresários atentaram definitivamente para a logística como um elemento que pode gerar vantagem em relação à concorrência.

Uma das limitações observadas nas empresas brasileiras, quanto às possibilidades de evolução em termos logísticos, é sua estrutura organizacional. A clássica divisão da empresa em setores girando em torno de atividades como manufatura, vendas ou transporte não permite o tratamento sistêmico e por processo das operações logísticas. (NOVAES, 2001)

Muitas vezes, as empresas nacionais, ao invés de se reestruturarem de forma adequada para enfrentar os novos desafios logísticos, simplesmente lançam mão de falsas soluções, com resultados parciais e/ou incompletos, quando não prejudiciais ao seu processo. Por exemplo, pode-se citar o caso de empresas que compram softwares de roteirização de veículos pensando que com apenas isso resolverão seus problemas logísticos (GUIALOG, 2005).

### **2.3 LOGÍSTICA DOS TRANSPORTES**

Com relação à revista de logística LOGWEB, a moderna logística empresarial não só engloba, mas fundamentalmente integra atividades importantes como o transporte, a armazenagem e o manuseio de materiais. Com o foco nessa premissa, e por questões de concorrência e de sobrevivência, a ordem é reduzir ou eliminar

custos em toda cadeia logística, desde que, por regra de mercado, seja inserida em um panorama de qualidade no atendimento ao cliente.

As empresas têm obtido, ao longo dos últimos anos, sucessos relevantes na redução de custo através de novos processos de trabalho e armazenagens eficientes com volumes mínimos de estoques estratégicos. Portanto, restou ao setor de transporte a sua importante contribuição nesse cenário de desafios.

Transportar mercadorias garantindo a integridade da carga, no prazo combinado e a baixo custo exige o que se chama "logística de transporte".

A movimentação dos produtos pode ser feita de vários modos: rodoviário, marítimo, ferroviário e aeroviário. A escolha depende do tipo de mercadoria a ser transportado, das características da carga, da pressa e, principalmente, dos custos.

Em nosso país, o modo de transporte de carga mais utilizado é o rodoviário. Mas é preciso adequar o equipamento ao tipo de carga a ser transportada. Por exemplo: contêineres necessitam de um cavalo mecânico; para distribuir produtos nas cidades, o caminhão-toco é o mais adequado.

A característica da carga define o tipo de transporte a ser empregado. Para carga a granel, é preciso uma carreta graneleira e não um caminhão-baú, já carga líquida só pode ser transportada em caminhão tanque.

Estas, entre outras, são variáveis que fazem parte da estrutura logística e são exemplos de sua aplicação. Porém, se a logística não auxiliar na melhoria de desempenho e na redução dos custos, os serviços de transporte não serão competitivos.

O Brasil, independente de críticas favoráveis ou não, faz parte da globalização e a logística de transporte e distribuição torna-se vital e estratégica para uma política de economia sustentada. Basicamente, é um país que depende do comércio exterior e, por isso, precisa encontrar maneiras de melhorar o fluxo de mercadorias.

Um grande exemplo de redução de custos é a exportação de soja, que antes era realizada basicamente por rodovia, percorrendo distâncias superiores a 1000 km até o porto, e hoje existe a integração rodovia – hidrovia e ferrovia - marítimo. Os custos de transporte diminuem até 30 % tendo, como consequência, uma redução final de custo no produto de até 8 %.

Isso foi possível graças à privatização e aos investimentos setoriais. Nossas ferrovias estão progredindo, ainda que timidamente, e desempenham o papel que se espera delas: o transporte maciço de mercadorias de baixo e médio valor agregado para longas distâncias, substituindo outros modais menos econômicos. Ressuscitou nossa indústria ferroviária, que recentemente foi obrigada a se modernizar e hoje tem condições e fornece vagões de todos os tipos e também locomotivas de qualquer potência. Trens expressos, dotados de GPS e velocidades médias de operação semelhantes ao caminhão, estão ligando portos a pólos importantes (Santos – Campinas e Vitória - Belo Horizonte). Outra novidade, em termos operacionais, é que algumas concessionárias de ferrovia são multimodais, oferecendo e responsabilizando-se pelas mercadorias porta a porta (recebimento no porto, transporte por ferrovia e distribuição rodoviário - sendo que o caminho inverso também é realizado).

Os investimentos em hidrovias são outro trunfo que se dispõe para redução

de custos, à medida que são capazes de oferecer interfaces com as rodovias, substituindo-as para mercadorias de baixo valor agregado ou complementando-as.

Os portos do Brasil, após privatizações, sofreram investimentos em obras civis, equipamentos de movimentação, abastecimento e informatização, conseguindo, assim, uma redução de custos para patamares não muito distantes da média internacional. É importante que se tenha uma maior e melhor marinha mercante, tanto de cabotagem como oceânica, sob o ponto de vista estratégico e econômico. O país já possuiu uma das maiores indústrias navais do mundo e atualmente tenta reerguer-se através de alguns tímidos incentivos governamentais, mas a situação ainda é preocupante. O custo Brasil está inserido quando se faz o transporte, por exemplo, entre São Paulo e Recife por caminhão, quando poderia ser perfeitamente realizado por via marítima. A cultura enraizada pela rodovia, a falta de confiança em outros modais e o desconhecimento sobre o assunto geram custos para toda a sociedade, que paga por esse adicional ou, pior, pela falta de um desenvolvimento maior, através da inviabilidade de negócio.

Embora se tenha rodovias de primeiro mundo, urge investimentos maciços no setor. É importante que o caminhão seja, na medida do possível, um segmento de alimentação para outros modais e, quando não viável ou não conveniente, que seja o custo de transporte o mais econômico possível, através de veículos com maior capacidade de carga e tecnologia moderna (renovação de frota).

Já o setor aéreo, embora no contexto geral seja economicamente de pequena monta, é um importante modal para produtos de alto valor agregado, que necessitam de uma velocidade boa em seu fluxo. A Infraero, em conjunto com a Receita Federal, e através de clientes cadastrados previamente, possibilita a liberação de

mercadorias rapidamente e que são remetidas para um destino certo, através de veículos com carrocerias lacradas, para posterior conferência.

Fica claro o grande peso que os transportes têm em na economia e é importante que empresas privadas e governo trabalhem em prol de um melhor caminho para o país (LOGWEB, 2005).

### **3 OS RESÍDUOS E SUAS CARACTERÍSTICAS**

A palavra lixo, derivada do termo latim *lix*, significa “cinza”. No dicionário, ela é definida como sujeira, imundice, coisa ou coisas inúteis, velhas, sem valor. Lixo, na linguagem técnica, é sinônimo de resíduos sólidos e é representado por materiais descartados pelas atividades humanas. Desde os tempos mais remotos até meados do século XVIII, quando surgiram as primeiras indústrias na Europa, o lixo era produzido em pequena quantidade e constituído essencialmente de sobras de alimentos.

A partir da Revolução Industrial, as fábricas começaram a produzir objetos de consumo em larga escala e a introduzir novas embalagens no mercado, aumentando consideravelmente o volume e a diversidade de resíduos gerados nas áreas urbanas. O homem passou a viver então a era dos descartáveis em que a embalagem da maior parte dos produtos – desde guardanapos de papel e latas de refrigerante, até computadores – é inutilizada e jogada fora com enorme rapidez.

Ao mesmo tempo, o crescimento acelerado das metrópoles fez com que as áreas disponíveis para colocar o lixo se tornassem cada vez mais escassas. A sujeira acumulada no ambiente aumentou a poluição do solo, das águas e piorou as condições de saúde das populações em todo o mundo, especialmente nas regiões menos desenvolvidas. Até hoje, no Brasil, a maior parte dos resíduos recolhidos nos centros urbanos é simplesmente jogada sem qualquer cuidado em depósitos existentes nas periferias das cidades.

A questão agora é o que fazer com tanto lixo. Felizmente, o homem tem a seu favor várias soluções para dispor de forma correta, sem acarretar prejuízos ao ambiente e à saúde pública. O ideal, entretanto, seria que todos evitassem o acúmulo de detritos, diminuindo o desperdício de materiais e o consumo excessivo

de embalagens.

Nos últimos anos, nota-se uma tendência mundial em reaproveitar cada vez mais os produtos jogados no lixo para fabricação de novos objetos, através dos processos de reciclagem, o que representa economia de matéria prima e de energia fornecidas pela natureza. Assim, o conceito de lixo tende a ser modificado, podendo ser entendido como coisas que podem ser úteis e aproveitáveis pelo homem (LIXO, 2005).

### **3.1 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL**

Ultimamente, devido, principalmente, ao grande nível de poluição e ao esgotamento dos recursos naturais do planeta, tem-se dado muita ênfase na questão ambiental, sendo que isso se reflete também no setor da coleta e reaproveitamento do lixo.

Dessa maneira, existem algumas leis que tentam “cuidar” do meio ambiente e que estão ligadas diretamente com o setor citado; a seguir, dentre as várias existentes, pode-se citar algumas consideradas como principais:

Brasil: Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 - Lei de Crimes Ambientais:

Art. 2º - “Quem, de qualquer forma, concorre para a prática dos crimes previstos nesta Lei, incide nas penas a estes cominadas, na medida da culpabilidade, bem como o diretor, o administrador, o membro de conselho e de órgão técnico, o auditor, o gerente, o preposto ou mandatário de pessoa jurídica, que, sabendo da conduta criminoso de outrem, deixar de impedir a sua prática, quando podia agir para evitá-la”.

Brasil: Decreto nº 3.179, de 21 de Setembro de 1999.

Art. 43 – “Produzir, processar, embalar, importar, exportar, comercializar, fornecer, *transportar*, armazenar, guardar, ter em depósito ou usar produto ou substância tóxica, perigosa ou nociva à saúde humana ou ao meio ambiente,



em desacordo com as exigências em leis ou em seus regulamentos”.

### **3.2 CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE RESÍDUOS**

Para que o tratamento e a disposição final do lixo sejam feitos de forma adequada, as empresas geradoras devem contratar um laboratório idôneo para realizar a caracterização de seus resíduos, sendo que ele emitirá um documento técnico denominado Laudo de Classificação para Caracterização de Resíduos Sólidos, estando, assim, em conformidade com a NBR 10004 / 2004, de forma a gerar o mínimo impacto sobre o ambiente e a saúde humana (catálogo interno de classificação de resíduos, Koleta Ambiental S/A).

Dessa maneira, os resíduos classificam-se basicamente em:

- CLASSE I: PERIGOSOS
- CLASSE II: NÃO PERIGOSOS
  - CLASSE II A: NÃO INERTES
  - CLASSE II B: INERTES

Além disso, para determinar a melhor tecnologia para tratamento, aproveitamento ou destinação final do lixo pode-se classificá-los como:

- Lixo urbano: formado por resíduos sólidos em áreas urbanas, inclui-se aos resíduos domésticos, os efluentes industriais domiciliares (pequenas indústria de fundo de quintal) e resíduos comerciais.
- Lixo domiciliar: formado pelos resíduos sólidos de atividades diárias residenciais, constituído de muita quantidade de matéria orgânica, produtos

deteriorados, papéis (jornais e revistas), plásticos, metais, garrafas (vidro), embalagens em geral e uma grande diversidade de outros itens, podendo conter resíduos de natureza tóxica.

- Lixo comercial: formado pelos resíduos sólidos das áreas comerciais e de serviços. A sua constituição depende do estabelecimento gerador, mas que tem um forte componente de papel, plásticos, embalagens diversas e resíduos de asseio dos funcionários, tais como, papéis toalha, papel higiênico, etc.
- Lixo público: formado por resíduos sólidos produto de limpeza pública tais como incluindo varrição das vias públicas, limpeza de praias, de galerias, de córregos e de terrenos, restos de podas de árvores, etc.; de limpeza de áreas de feiras livres, constituídos por restos vegetais diversos, embalagens, etc.
- Lixo especial: formado por resíduos geralmente industriais, merece tratamento, manipulação e transporte especial, são eles, pilhas, baterias, embalagens de agrotóxicos, embalagens de combustíveis, de remédios ou venenos.
- Lixo industrial: nem todos os resíduos produzidos por indústria, podem ser designados como lixo industrial. Algumas indústrias do meio urbano produzem resíduos semelhantes ao doméstico, exemplo disto são as padarias; os demais poderão ser enquadrados em lixo especial e ter o mesmo destino.
- Lixo de serviço de saúde (Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde –

RSSS): os serviços hospitalares, ambulatoriais, farmácias, são geradores dos mais variados tipos de resíduos sépticos, resultados de curativos, aplicação de medicamentos que em contato com o meio ambiente ou misturado ao lixo doméstico poderão ser patógenos ou vetores de doenças, devem ser destinados à incineração. Obs.: Os resíduos assépticos dos serviços de saúde, constituídos por papéis, restos da preparação de alimentos, resíduos de limpezas gerais (pós, cinzas, etc.), e outros materiais que não entram em contato direto com pacientes ou com os resíduos sépticos anteriormente descritos, são considerados como domiciliares.

- Lixo atômico: produto resultante da queima do combustível nuclear, composto de urânio enriquecido com isótopo atômico 235. A elevada radioatividade constitui um grave perigo à saúde da população, por isso deve ser enterrado em local próprio, inacessível.
- Lixo espacial: restos provenientes dos objetos lançados pelo homem no espaço, que circulam ao redor da Terra com a velocidade de cerca de 28 mil quilômetros por hora. São estágios completos de foguetes, satélites desativados, tanques de combustível e fragmentos de aparelhos que explodiram normalmente por acidente ou foram destruídos pela ação das armas anti-satélites.
- Lixo radioativo: resíduo tóxico e venenoso formado por substâncias radioativas resultantes do funcionamento de reatores nucleares. Como não há um lugar seguro para armazenar esse lixo radioativo, a alternativa recomendada pelos cientistas foi colocá-lo em tambores ou recipientes de

concreto impermeáveis e a prova de radiação, e enterrados em terrenos estáveis, no subsolo.

- Lixo agrícola: resíduos sólidos das atividades agrícolas e da pecuária, como embalagens de adubos, defensivos agrícolas, ração, restos de colheita, etc. Em várias regiões do mundo, estes resíduos já constituem uma preocupação crescente, destacando-se as enormes quantidades de esterco animal geradas nas fazendas de pecuária intensiva. Com relação às embalagens de agroquímicos diversos, em geral altamente tóxicos, tem-se legislação específica, co-responsabilizando a própria indústria fabricante pela destinação final.
- Entulho: resíduos da construção civil: demolições e restos de obras, solos de escavações, caracterizado por entulho, material geralmente inerte, passível de reaproveitamento.

### **3.3 SOLUÇÃO PARA CADA TIPO DE RESÍDUO**

Através da prévia classificação, tem-se uma solução específica para cada tipo de resíduo, como a descrita a seguir:

CLASSE I : com destinação final em aterro industrial, co-processamento ou incineração. Em forno cimenteiro rotativo através de destruição térmica tem-se como exemplo óleo lubrificante, tintas, thinner, emulsões aquosas misturadas, produtos químicos em geral, latas de tinta, borras oleosas, catalisadores usados, produtos organoclorados, lodos de esgoto, colas, vernizes, resinas, substâncias inorgânicas, produtos fotográficos, pneus, emborrachados entre outros.

CLASSE II : com destinação para aterro sanitário, da prefeitura ou de articulares, sempre licenciados pela Cetesb.

CLASSE III : com destinação para aterro sanitário.

Lembrando que todo trabalho de destinação final é feito conforme a exigência de cada material e devidamente documentado para segurança do cliente (Koleta Ambiental S/A, 2005).

### **3.4 VEÍCULOS COLETORES E EQUIPAMENTOS**

Com um mercado altamente competitivo, as empresas de coleta de lixo têm a necessidade de fornecer um adequado nível de serviço aos seus clientes. Para tanto, precisam de três itens básicos que são pessoas, equipamentos e veículos.

Isto é, funcionários bem treinados, equipamentos e veículos em bom estado de conservação e adequados à coleta de cada tipo de resíduo. Dentre vários tipos de equipamentos e veículos disponíveis, podem-se citar os seguintes mais utilizados:

Os compactadores estacionários utilizados para compactação estacionária em locais de grande geração de resíduos sendo ideais para resíduos orgânicos, varrição e outros. Um modelo de compactador estacionário pode ser visto na figura 1:



**Figura 1: Caixa Compactadora Estacionária 7m<sup>3</sup>**  
**Fonte: Koleta Ambiental S/A (2005)**

A caixa estacionária denominada roll on / roll off é utilizada para acondicionamento de resíduos a granel ou enfardados. Ideais para resíduos volumosos, madeiras, papelão ou qualquer outro tipo em grande quantidade, como mostra a figura 2:



**Figura 2: Caixa Roll on / roll off**  
**Fonte: Koleta Ambiental S/A (2005)**

Os veículos multicarga são utilizados para a movimentação e transporte de

caixas roll-on / roll-off e compactadoras estacionárias, isto é, opera com caixas metálicas estacionárias abertas de até 30 m<sup>3</sup> ou caixas com compactação de até 20 m<sup>3</sup>, de acordo com o peso específico do material. Considerando-se o tempo médio para operação de içamento, deposição, transporte, pesagem e descarregamento da carga da caixa, de 3 horas, cada equipamento pode vazar em média 6 a 7 caixas em 2 turnos de operação, já descontando o tempo improdutivo para troca de motorista, refeição, lavagem, abastecimento, conserto de pneus, etc. Um veículo multicarga com dois equipamentos diferentes pode ser visto nas figuras 3 e 4:



**Figura 03: Caminhão Roll on / Roll off com Caixa Compactadora Estacionária**  
Fonte: Koleta Ambiental S/A (2005)



**Figura 04: Caminhão Roll on / Roll off com Caixa Roll on / Roll off**  
**Fonte: Koleta Ambiental S/A (2005)**

Os compactadores estacionários de 7 m<sup>3</sup> utilizados para compactação estacionária em locais de pequena geração de resíduos sendo que nessas caixas podem ser adaptados dispositivos hidráulicos para o basculamento de contêineres plásticos de 120, 240 e 360 l e a descarga das caixas é feita por meio de basculamento, após a abertura da tampa traseira. Um exemplo desse equipamento pode ser visto na figura 5:



**Figura 05: Compactador Estacionário de 5m<sup>3</sup>**  
**Fonte: Koleta Ambiental S/A (2005)**



Já as caixas metálicas (brooks de 5 m<sup>3</sup>) são ideais para varrição, madeira, lodo, borra, pó entre outros, sendo muito utilizadas para coletar entulhos, como mostra a figura 6:



**Figura 06: Caixa Brooks de 5m<sup>3</sup> Sem Tampa**  
Fonte: Koleta Ambiental S/A (2005)



**Figura 07: Caixa Brooks de 5m<sup>3</sup> Com Tampa**  
Fonte: Koleta Ambiental S/A (2005)

Os veículos poliguindaste são utilizados para a movimentação e transporte de caixas brooks e também compactadores estacionários de 7m<sup>3</sup>, ou seja, realizam coleta, transporte, basculamento e deposição simultânea de uma ou duas caçambas de 5 m<sup>3</sup> para lixo público ou entulho, ou uma caçamba de 5 m<sup>3</sup> para lixo comum ou entulho, e uma caixa compactadora estacionária de 7 m<sup>3</sup> para lixo de comunidades. Possui capacidade de elevação de 9.000 kg, com braços articulados, sapatas hidráulicas, podendo bascular caixas abertas em até 3 m de altura. Este tipo de veículo pode ser visto nas figuras 8 e 9:



**Figura 08: Poliguindaste Duplo Com Braço Articulado**  
**Fonte: Koleta Ambiental S/A (2005)**



**Figura 09: Poliguindaste Simples**  
**Fonte: Koleta Ambiental S/A (2005)**

Já os veículos do tipo basculante são utilizados para o transporte de recicláveis, pois sua caçamba basculante é totalmente fabricada em aço com cordões de solda contínuos para evitar vazamentos de líquidos provenientes da carga. O aumento da capacidade volumétrica é feito através da colocação de madeira nas laterais (fominha) e o acionamento da tomada de força e o sistema hidráulico deve ser pneumático comandado do interior da cabine. A caçamba deverá ter protetor da cabine na parte frontal, pára-lamas com para-barro de borracha, pára-choque traseiro, iluminação conforme normas do CONTRAN, e lona para cobertura da carga. Pode-se ver um veículo basculante na figura 10:



**Figura 10: Caminhão Basculante**  
**Fonte: Koleta Ambiental S/A (2005)**

Para a coleta de resíduos recicláveis, também é muito utilizado o caminhão com carroceria simples de madeira, conforme mostra a figura 11:



**Figura 11: Caminhão Carroceria**  
**Fonte: Koleta Ambiental S/A (2005)**

Há também os veículos especiais para coleta de resíduos ambulatoriais, tais como o fiorino e o furgão, como se vê nas figuras 12 e 13:



**Figura 12: Furgão**  
Fonte: Koleta Ambiental S/A (2005)



**Figura 13: Fiorino**  
Fonte: Koleta Ambiental S/A (2005)

Os veículos coletores compactadores possuem carroceria fechada totalmente fabricada em aço, deve ter todos os cordões de solda contínuos para evitar o vazamento de líquidos sendo que a parte traseira da caixa da carga possui

compartimento para captação de líquido oriundo da carga, com dispositivo que permita a descarga lateral do referido líquido. equipados com dispositivo mecânico ou hidráulico que possibilite a distribuição e compressão dos resíduos no interior da carroceria e sua posterior descarga por meio de uma placa ejetora após a total abertura da tampa traseira articulada na parte superior, além disso, pode ser adaptado sistema para basculamento hidráulico de contêineres metálicos ou plásticos de 120, 240 e 360 l, ou metálicos de até 6 m<sup>3</sup>. Um veículo compactador é mostrado na figura 14:



**Figura 14: Caminhão Compactador**  
**Fonte: Koleta Ambiental S/A (2005)**

## 4 ROTEIRIZAÇÃO

Muitas empresas de transporte vêm tentando dar maior confiabilidade e mais velocidade e flexibilidade as suas operações, buscando maior eficiência e pontualidade nas tarefas de entrega e/ou coleta; um melhor aproveitamento da frota e dos motoristas; menores tempos de ciclo; menores tempos de obtenção e melhor planejamento das rotas, gerando assim sensíveis reduções de custos operacionais, melhoria da imagem da empresa no mercado, maior fidelidade de clientes e, em função disso, uma conquista cada vez maior de fatias de mercado. Nesse sentido, de modo a obter excelência nos processos de transporte, muitas empresas têm adquirido os chamados sistemas de roteirização e programação de veículos (Logikos Tecnologia, 2005).

Segundo Cunha (1997) sistemas de roteirização e programação de veículos ou, simplesmente, roteirizadores são sistemas computacionais que, através de algoritmos, geralmente, heurísticos e uma apropriada base de dados, são capazes de obter soluções para problemas de roteirização e programação de veículos com resultados relativamente satisfatórios, consumindo tempo e esforço de processamento relativamente pequenos quando comparados aos gastos nos tradicionais métodos manuais.

Atualmente tais sistemas podem considerar inúmeros tipos de restrições ou condicionantes (ex.: um ou mais depósitos, janelas de tempo, vários tipos de veículos, tempos de parada, velocidades variáveis, limitações de capacidade, múltiplos compartimentos por veículo, barreiras físicas, restrições de circulação de veículos e de jornadas de trabalho) que tornam possíveis a obtenção de modelos

muito próximos da realidade atual. Além disso, são dotados de poderosos recursos gráficos e podem fornecer resultados (ex.: roteiro e programação de cada veículo, relatórios de utilização dos veículos, relatórios de programação do motorista) que são de grande importância para o processo de tomada de decisão.

Com relação a sua evolução histórica, a mais significativa mudança com relação aos sistemas para roteirização e programação de veículos ocorreu no ambiente computacional. Em sua primeira geração, quando os sistemas de roteirização e programação de veículos eram executados nos chamados mainframes, os resultados gerados nem sempre podiam ser conhecidos imediatamente, pois dependiam tanto do tempo de processamento como da sua prioridade na fila de espera para resolução.

Além disso, esses sistemas não apresentavam recursos gráficos e interativos, prejudicando ainda mais o entendimento e a aceitação das soluções por parte dos usuários. Também, não era possível testar alterações manualmente nas soluções obtidas, de modo a atender restrições não consideradas explicitamente nos parâmetros de entrada do modelo, sendo que alguns destes recursos só vieram a se tornar possíveis e acessíveis com o advento e a evolução dos microcomputadores. Esses primeiros sistemas eram limitados, lentos e com muitos procedimentos heurísticos que apresentavam pouca robustez. Enquanto alguns sistemas possuíam razoáveis recursos gráficos e de intervenção manual, outros não possuíam virtualmente nenhum.

Logo depois, surgiram os sistemas auxiliados por computador para roteirização de veículos, que, em vez de fornecer ao usuário uma solução pronta, auxiliavam-no a examinar em menor tempo diferentes alternativas, permitindo ao



usuário preocupar-se com as condicionantes do problema mais difíceis de serem consideradas, e ainda visualizar os impactos econômicos e operacionais decorrentes de alterações manuais. No entanto, cabia ao usuário propor as melhores alternativas, assim como selecionar a mais adequada. Já na segunda geração, desenvolvida em meados dos anos 80, tais sistemas consideravam um número maior de restrições reais, sendo que alguns já apresentavam recursos gráficos em suas resoluções.

Além disso, o maior uso da Internet e a intensificação do comércio eletrônico, provocado por avanços na área de comunicação intra e inter-empresarial, tem aquecido o mercado, provocando uma grande revolução tecnológica no sentido de melhoria de relacionamento com o cliente final e, conseqüente, obtenção de vantagem competitiva sobre a concorrência.

Recentemente pode ser observada uma tendência de muitos destes roteirizadores que se apresentam disponíveis como parte de um conjunto de sistemas integrados de gestão empresarial que possibilitaria, a partir da própria Internet, disponibilizar a clientes finais informações sobre carregamentos, localização de veículos, previsão de horários de chegada ou serviços de solicitação automática de pedidos (Logikos Tecnologia, 2005).

#### **4.1 APLICABILIDADE**

Devido ao grande número de sistemas no mercado, a aplicabilidade dos sistemas de roteirização pode ser de acordo com o que a empresa necessita, por exemplo:

- Informações sobre número, tempo e local de parada dos veículos e sua velocidade;
- Operações de coleta e entrega;
- Planejamento da distribuição;
- Planejamento da varrição de ruas ou remoção de neve;
- Cálculo de distâncias percorridas com o intuito de diminuir quilometragem rodada;
- Coleta de lixo sólido e reciclável;
- Roteiros a partir da capacidade de peso ou volume de cada veículo;
- Rotas com horário determinado;
- Operações relacionadas à saúde pública, possibilitando maior eficiência tanto em serviços de transporte (emergência/transferência) de pacientes, feitos por ambulâncias, como em coletas de material destinado a exames laboratoriais;

## **4.2 SOBRE OS SOFTWARES DE ROTEIRIZAÇÃO**

Hoje, no mercado, dispõe-se de um significativo número de softwares de roteirização, que ajudam as empresas a planejarem e programarem os seus serviços de distribuição física. Antes, o setor de produção de softwares de roteirização focalizava o planejamento da distribuição / transporte dentro de um prazo mínimo de 24 horas, isto é, o planejamento ocorria num dia e as entregas eram feitas no próximo dia. Entretanto, hoje, devido ao constante questionamento dos clientes com relação aos seus pedidos – onde está a carga, quando será

entregue a mercadoria – a tendência dos softwares de roteirização é de executarem a programação em tempo real e, além disso, torná-los cada vez mais fáceis de serem utilizados pelos usuários, ou seja, disponibilizar uma base de dados e mapas digitais atualizados que possam ser acessados sem o uso excessivo do apoio técnico.

Desta forma, tanto a aquisição quanto a manutenção de um software de roteirização, assim como da sua base de dados, geram significativos custos, - 51 - caracterizando-se como pontos negativos à sua utilização. A prática mostra que sistemas mal implantados e mal gerenciados constituem uma fonte incessante de problemas e prejuízos, ou seja, durante o planejamento de aquisição e, posterior, implantação é necessário considerar questões como:

- Quais os reais problemas a serem solucionados?
- Que tipos de problemas esta aquisição poderá trazer?
- Quais os reais objetivos da aquisição?
- Quais e quanto de recursos serão disponibilizados?
- Em quantas fases será feita a implantação?
- Quais as tarefas e atividades a serem desenvolvidas?
- Quais profissionais devem ser envolvidos?
- Seria melhor desenvolver um sistema ou adquirir um dos disponíveis no mercado?
- Quais os roteirizadores disponíveis no mercado?
- Quais as principais características de cada produto?

- Quais os critérios devem ser adotados à seleção do sistema?
- Em que prazo surgirão os 1º resultados?

O que se percebe é que a maioria dos casos de insucesso são ocasionados por falta de um bom planejamento e gerenciamento de implantação; por “empolgação”; por falta de orientação e até mesmo por falta de uma maior quantidade de informação em relação às características dos produtos disponíveis no mercado.

Ao se pensar em adquirir um sistema de roteirização qualquer empresa deve se preocupar em ter resposta para algumas das questões citadas acima, pois, caso contrário, pode obter resultados totalmente diversos daqueles que a idéia de aquisição – e o próprio sistema - propõe (Logikos Tecnologia, 2005).

## **5 ESTUDO DE CASO**

Nunca, em nossa história, o homem produziu tantos resíduos que pudessem colocar em risco a frágil cadeia de sustentação da vida, por isso, os cuidados com resíduos exigem conhecimento e especialização. Nesse contexto se inserem as empresas coletadoras de lixo que também tratam e destroem os resíduos coletados.

Dessa maneira, dentre as várias distinções dessas empresas, existem aquelas que prestam serviços públicos de coleta domiciliar e serviços privados de coleta industrial. Essas diferenças comerciais influenciam na maneira de cada empresa organizar suas rotas de coleta.

Logo, surgiu daí o interesse em realizar um trabalho sobre a comparação entre os métodos de roteirização desses dois tipos de empresa.

### **5.1 EMPRESA KOLETA AMBIENTAL S/A**

Uma grande empresa que vem se destacando por garantir atendimento diferenciado e seguro em todos os setores que atua: industrial, comercial, ambulatorial e hospitalar. Trabalhando com rigor através da legislação que orienta a política de preservação do meio ambiente.

A Koleta Ambiental S.A. atua na área de prestação de serviços de coleta, transporte e reciclagem de resíduos gerados por empresas privadas e, em conjunto com as demais empresas do Grupo Suez Enviromental, gerencia e agrega as soluções de tratamento, destinação final e consultoria ambiental ao escopo total de seus serviços. Seus principais clientes são as indústrias de transformação, shopping centers, hotéis, supermercados, restaurantes e outras

empresas que estejam enquadradas na categoria de grandes geradores de resíduos e que busquem uma única empresa para o gerenciamento de seus resíduos.

A administração desses serviços nas empresas pode ser realizada de forma tradicional ou seletiva e, em ambos os casos, utiliza-se uma grande variedade de modernos equipamentos e sistemas, dando a cada tipo de resíduo, diferentes formas de acondicionamento, transporte, tratamento e destinação final, garantindo assim o cumprimento integral da legislação ambiental e outras posturas municipais. Além disso, a empresa dispõe de uma grande variedade de opções de projetos para coleta seletiva, iniciando pelo tratamento interno das equipes. Operando com empresas recicladoras licenciadas e em condições de garantir a certificação de um correto destino final e uma justa valorização dos resíduos.

Com relação ao modo de operar suas frotas, a empresa utiliza um sistema relativamente simples que atende suas necessidades. Trata-se da divisão das rotas de seus caminhões pelas empresas próximas, isto é, um grupo de empresas que estejam localizadas perto uma da outra forma um roteiro que é separado e identificado por um código de quatro dígitos.

Esse código é tão importante que aparece no manifesto, no comprovante de coleta e na ficha de controle de itinerário de coleta. É importante ressaltar que cada dígito representa algo. Ou seja, o setor sempre começa com o número 8, depois vem o número que corresponde ao tipo de caminhão e os dois últimos números representam a identificação do setor em si (variando a quantidade para cada tipo de veículo).

Cada veículo possui um respectivo número no setor que aparecerá no número final do roteiro, assim como explica a tabela 1:

**Tabela 1 - número de cada tipo de veículo**

Número	Tipo de veículo
1	Compactador
2	Poliguindaste
4	Carroceria
6	Fiorino
7	Roll on / roll off

Para melhor esclarecer a formação do número do roteiro, vide tabela 2:

**Tabela 2: Formação do número do roteiro**

Todos começam com	Tipo de veículo	Exemplo de número de setor	Exemplo de número de roteiro
8	1	01	8101
8	2	02	8202
8	4	03	8403
8	6	04	8604
8	7	05	8705

## **5.2 EMPRESA VEGA ENGENHARIA AMBIENTAL**

A Vega Engenharia Ambiental é uma empresa de capital francês especializada em gestão de resíduos. Cindida da remota Vega Sopave em 1997, no mesmo ano passa para o controle acionário da Sita Brasil Ltda, tendo logo depois a Sita SA (pertencente ao Grupo Suez - França) assumido o seu controle definitivo.

Apesar de constituída recentemente, a empresa possui mais de 30 anos de atividades no segmento de limpeza pública herdados da antiga Vega que, fundada

em 1939, começou fazendo pavimentação de ruas e estradas, sendo que, em 1972, foi inaugurada a divisão de limpeza pública da empresa.

Atualmente a Vega tem como empresas controladas a Vega Bahia, com sede em Salvador; a Companhia de Incineração e Energia Elétrica – Ciel, a Vega Gerenciamento de Resíduos Industriais e o Aterro Itaberaba, sediados em São Paulo; a Catarinense Engenharia Ambiental, localizada em Joinville; e a Viasolo Engenharia Ambiental, sediada em Nova Lima, MG.

Além disso, apesar de ser subsidiária da Suez-Lyonnaise, a própria Vega está se tornando uma multinacional. De acordo com seu programa de expansão na América Latina, foi adquirida, em 2000, a Compañía de Inversiones Ambientales S.A., com sede em Montevidéu, Uruguai, que tem participação acionária de 70% na empresa Vega Upaca S.A. – Relima, localizada na cidade de Lima, Peru. Em 2000, a Compañía de Inversiones Ambientales S.A. adquiriu 100% das ações da Sanitra Argentina, sediada em Buenos Aires, Argentina.

Com 10.000 trabalhadores, a Vega é a terceira empresa do setor de limpeza pública, na classificação da Gazeta Mercantil, Balanço Anual 2002, de acordo com o valor de receita líquida. O grupo está representando quase um terço do total das maiores empresas de limpeza pública. Dados de 2001 apontam um lucro líquido de R\$14 milhões e um endividamento de 31,6%. Seus principais setores de atuação são: coleta domiciliar (atuante em alguns municípios de SP, BA, RJ, PR, MS e RS), tratamento de resíduos hospitalares, varrição de vias, esterilização, implantação de aterro sanitário, estações de transferência/transbordo e usinas de reciclagem, incineração e compostagem.

Tendo como missão a melhoria da qualidade de vida e a preservação do meio



ambiente, a empresa trabalha sempre com ética e profissionalismo visando à promoção, a capacitação e a profissionalização de comunidades excluídas do sistema produtivo, enfim, o desenvolvimento auto-sustentável.

Como possui elevado número de veículos para realizar sua coleta, a empresa possui um esquema peculiar de organizar suas rotas de limpeza pública: ela divide suas rotas pelas ruas de São Paulo. Isto é, as ruas são divididas em áreas previamente identificadas e separadas, normalmente, em forma de quadrado nas quais os caminhões terão de passar e realizar o serviço.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A Vega SP é uma empresa que presta, entre outros, serviço para Prefeitura de São Paulo de coleta de lixo domiciliar. Para realizar esse trabalho, ela não necessita de recursos tecnológicos de última geração, pois sua carteira de clientes não varia e, além disso, possui um longo contrato com a Prefeitura, logo, seus locais de coleta também não sofrerão mudanças tão cedo.

Já a Koleta Ambiental S/A trabalha com coleta de lixo industrial de empresas privadas, assim, o seu número de clientes é mais variável porque, por qualquer motivo, pode haver uma rescisão de contrato ou uma solicitação de uma coleta a mais de última hora ou ainda o setor comercial pode fechar um contrato com mais um cliente. Dessa maneira, a empresa deve contar com um método de organizar suas rotas que atenda a essas variáveis.

Portanto, é sempre importante ressaltar que não basta a adoção de um sistema de roteirização informatizado de última geração para resolver os problemas de uma empresa; às vezes, idéias relativamente simples podem otimizar todo o processo de transporte sem empregar dinheiro na compra de um programa de roteirização muito caro. Por isso, antes de acionar a área financeira da empresa, deve-se tentar extrair dos envolvidos alguma solução que seja viável e de baixo custo que possa “resolver” o problema.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLOU, R. H. (1993). *Logística Empresarial: transporte, administração de materiais e distribuição física*. Tradução Hugo T. Y. - São Paulo: Atlas.

CHRISTOFIDES, N. (1981). Uses of a vehicle routing and scheduling system in strategic distribution planning. *Scandinavian Journal of Mat Admin*, v.7, n.2, p.39-55.

CUNHA, C. B. (1997). *Uma contribuição para o problema de roteirização de veículos com restrições operacionais*. São Paulo. Tese (Doutorado). Escola Politécnica Universidade São Paulo, Departamento de Engenharia de Transportes, Universidade de São Paulo.

EILON, S.; EATSON-GANDY, C.; CHRISTOFIDES, N. (1971). *Distribution Management: Mathematical Modeling and Practical Analysis*. Hafner, New York.

KEARNEY, A. (1980). *Improving productivity in physical distribution*. Report undertaken for CPDM. London.

SOLOMON, M. M.; DESROSIERS, J. (1988). Time window constrained routing and scheduling problems. *Transportation Science*, v. 22, n. 1, pp.1-13

CENTRO DE COMUNICAÇÃO SOCIAL DO EXÉRCITO BRASILEIRO. A evolução do apoio logístico no Exército Brasileiro. Disponível em: <[www.exercito.gov.br/01Instit/Historia/Artigos/0031605.htm](http://www.exercito.gov.br/01Instit/Historia/Artigos/0031605.htm)>. Acesso em 03 de setembro de 2005.

SOUZA, Paulo Teixeira de. Logística interna para empresas prestadoras de serviço. 2002. Disponível em: <<http://guialog.com.br/ARTIGO350.htm>>. Acesso em de 03 setembro de 2005, 19h20min.

GALLO, Ítalo Amauri. O papel da logística na globalização. São Paulo, 1998.

Disponível em: <<http://www.guialog.com.br/ARTIGO56a.html>>. Acesso em 04 de setembro de 2005, 13h05min.

MARTINS, P. G; ALT, P. R. Administração de materiais e recursos patrimoniais. São Paulo: Saraiva, 2003.

NOVAES, Antonio Galvão. Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição. São Paulo: Editora Campus, 2001.

NOVAES, Antonio Galvão. Gerenciamento de Transportes e Frotas (com A. Valente e E. Passaglia). São Paulo: Editora Pioneira, 1997.

Council of Logistics Management, 2005.

Consultoria CapGemini, 2001.

Consultoria Accenture, 2000.

Consultoria Northeastern University, 2000.

VEGA – TECNOLOGIA A SERVIÇO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: [www.vega.com.br](http://www.vega.com.br). Acesso em: 19 de outubro de 2005.

GLOBAL 21. Disponível em: [www.global21.com.br/artigos](http://www.global21.com.br/artigos). Acesso em 6 de outubro de 2005.

GUIA DE LOGÍSTICA E TRANSPORTE. Disponível em: [www.guialog.com.br/y541.htm](http://www.guialog.com.br/y541.htm). Acesso em 6 de outubro de 2005.

ABGROUP TECNOLOGIA DE NEGÓCIOS. Disponível em: [www.abgroup.com.br/artigos\\_logistica\\_militar.html](http://www.abgroup.com.br/artigos_logistica_militar.html). Acesso em 01 de outubro de 2005.

LIXO. Disponível em: [www.lixo.com.br](http://www.lixo.com.br). Acesso em 01 de outubro de 2005.

SCIELO BRASIL. Disponível em: [www.scielo.br](http://www.scielo.br). Acesso em 01 de outubro de 2005.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ. Disponível em: [www.epr.efei.br](http://www.epr.efei.br). Acesso em 01 de outubro de 2005.

PORTAL LOGWEB. Disponível em: [www.logweb.com.br/artigos/arquivo](http://www.logweb.com.br/artigos/arquivo). Acesso em 02 de outubro de 2005.