



LOGÍSTICA REVERSA APLICADA A PNEUS

Diógenes Eustáquio Rezende Correia

Willer Luciano Carvalho

Universidade de Brasília

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental

Adelaide Figueiredo

Universidade Católica de Brasília

Mestrado de Economia de Empresas

RESUMO

No Brasil, cada vez mais a preocupação com o meio ambiente é demonstrada por meio de projetos governamentais, institucionais e empresariais. Uma das metas de atuação destas iniciativas está no tratamento dos dejetos indústrias com o objetivo da diminuição dos impactos causados pelo seu despejo em aterros ou no meio ambiente. Neste contexto, o CONAMA criou a resolução número 258 de 1999 que dá responsabilidade às empresas fabricantes e às importadoras de pneumáticos sobre a coleta e destinação final, ambientalmente adequada, aos pneus inservíveis existentes no território nacional. O não reaproveitamento desses insumos implica em custos ambientais e econômicos para a empresa. Porém, a aplicação da logística reversa em empresas de transporte, além de contribuir para o meio ambiente, diminui os custos variáveis aumentando a receita da mesma. O objetivo desta pesquisa está na avaliação dos benefícios da aplicação da logística reversa para pneus em uma empresa de transporte.

ABSTRACT

In Brazil, the concern with environmental issues is being demonstrated through projects made by not only the government, but also institutions and companies. One of these initiative goals is the treatment of industries and companies dejections aiming the decrease of the impacts caused by its discarding in embankments or in the environment. In this context, CONAMA, through the resolution 258 of 1999, determines Brazil's tire producers and importers have the responsibility to give the adequate destination for the country's used tires. The non-reuse of those inputs generates environmental and economical costs for the company. However, the reverse logistics application in transport companies not only contributes for the environment but also reduces the variable costs, increasing its income. The objective of this research is the evaluation of the benefits of the reverse logistics application for tires in a transport company.

1. INTRODUÇÃO

A preservação do meio ambiente é cada vez mais um fator de preocupação para todos os segmentos da sociedade. Essa preservação muitas vezes pode se dar pela tentativa em se reduzir os resíduos gerados, utilizar materiais recicláveis, reutilizar os materiais maximizando o nível de rotação, implementar sistemas de recuperação e reciclar.

Muitas são as atividades econômicas interessadas na aplicação desse processo. O transporte entra neste contexto, como um grande mercado no qual a reciclagem pode ser aplicada com sucesso. Isso se dá pelo fato de ser uma atividade potencialmente poluente, principalmente no que se refere aos resíduos gerados que, nos processos de manutenção dos veículos, são altamente impactantes e de difícil controle de seus efeitos na natureza. Um dos resíduos que merece destaque é o pneumático que, quando abandonado ou disposto inadequadamente, constitui um passivo ambiental, que resulta em sério risco ao meio ambiente e à saúde pública.

Foi seguindo esta linha que o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) criou a resolução número 258 de 1999 (Econews, 2003). Nela, fica sobre responsabilidade das empresas fabricantes e importadoras de pneumáticos a coleta e destinação final, ambientalmente adequada, para os pneus inservíveis existentes no território nacional. Esta disposição deve ser realizada na proporção definida na Resolução relativa às quantidades fabricadas e/ou importadas.



Desta forma, as empresas citadas ficaram obrigadas a se adequar a uma nova situação na qual um novo produto, no caso o resíduo pneumático, faria parte também de sua produção. Neste sentido, a logística reversa, que tem como conceito o planejamento e controle dos meios de produção para fins de sua reutilização ou reciclagem, passou a ser uma alternativa econômica e viável para as empresas fabricantes e importadoras de pneumáticos. Portanto, o objetivo dessa pesquisa é a análise da aplicação do conceito de logística reversa de ciclo fechado em empresa de transporte de passageiros.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. LOGÍSTICA E LOGÍSTICA REVERSA

Segundo Associação Brasileira de Logística (ASLOG), logística pode ser definida como sendo a função sistêmica de otimização do fluxo de materiais e informações de uma organização. O Conselho de Administração Logística (CLM – *Consul of Logistics Management*) define logística como sendo o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo eficiente e economicamente eficaz de matérias-primas, estoque em processo, produtos acabados e informações desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o propósito de atender às exigências dos clientes (Ballou, 2001).

A logística não pode apenas ser considerada como um sistema unidirecional, contemplando somente o processo desde sua origem até o destino, mas deve-se preocupar com os resíduos gerados depois de cumpridos os objetivos básicos do empreendimento. A redução desses resíduos pode ser feita a partir da implementação de algumas atividades tais como a utilização de materiais recicláveis, a reutilização dos materiais, a implementação de sistemas de recuperação e reciclagem.

Dessa forma, surge o conceito de Logística Reversa como sendo o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo de matérias-primas, estoque em processo e produtos acabados (e seu fluxo de informação) do ponto de consumo até o ponto de origem, com o objetivo de recapturar valor ou realizar um descarte adequado (Lacerda, 2002).

O processo de logística reversa traz um conceito de grande importância que é o do ciclo de vida dos produtos. Neste, define-se que a vida útil de um determinado produto não termina com sua entrega ao cliente. Mesmo que esses produtos se tornem obsoletos, danificados, ou não mais funcionem, eles devem retornar ao seu ponto de origem para serem adequadamente descartados, reparados ou reaproveitados, gerando todo um processo logístico.

A logística reversa é composta de várias atividades que uma empresa deve realizar para coletar, separar, embalar e expedir itens usados, danificados ou obsoletos dos pontos de consumo até os locais de reprocessamento, revenda ou de descarte. Os processos e atividades são apresentados na Figura 1.

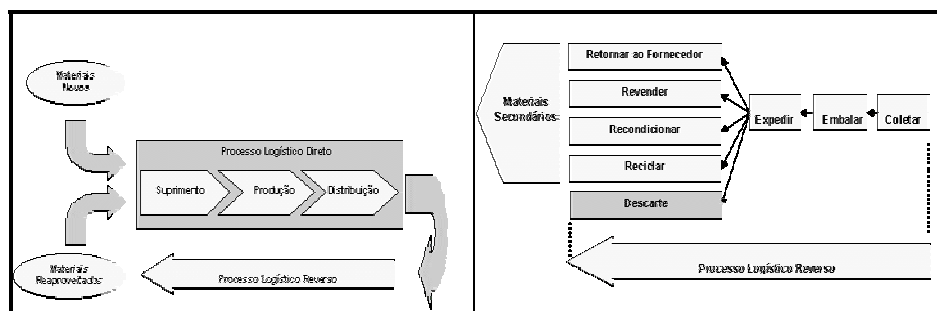


Figura 1- Atividades Típicas do Processo Logístico Reverso (Lacerda, 2002).

Dependendo de como o processo de logística reversa é planejado e controlado, este terá uma maior ou menor eficiência. Fatores como bons controles de entrada, processos mapeados e formalizados, ciclo de tempo reduzido, sistema de informação acurados, rede logística planejada e relações colaborativas entre clientes e fornecedores são identificados como sendo críticos e que contribuem positivamente para o desempenho do sistema de logística reversa.

Além disso, resalta Jabre (2003), a aplicação do conceito de logística reversa como um mecanismo de evitar desperdício e proteger o meio ambiente deve permear o ciclo total de vida de um produto, ou seja, deve estar presente desde a etapa da concepção do produto, passando pela armazenagem e movimentação, bem como o retorno de resíduos do sistema em cada uma dessas etapas.

Portanto, os Canais de Distribuição Reversos (CDR) são constituídos, segundo Ballou (1993 *apud* Leite, 2001), das diferentes alternativas e formas de comercialização, desde a captação dos bens de pós-consumo ou dos resíduos industriais até a sua reutilização, como um produto ainda em condições de uso ou através da reciclagem de seus materiais constituintes. Eles podem ser de ciclo aberto ou fechado, onde no primeiro caso, os bens ao retornarem ao ciclo produtivo irão gerar produtos diferentes daqueles dos quais foram extraídos, já no segundo, os bens retornam ao ciclo produtivo sob a forma de produtos similares ao de origem.

2.2. LOGÍSTICA REVERSA APLICADA A PNEUS

Atualmente, os pneus usados são descartados ou destinados ao reuso ou a reciclagem. Quando descartado, o pneu passa a ser encarado como um poluente. O descarte deste material nem sempre é realizado de forma adequada, sendo o mesmo jogado em córregos ou depositados em locais sem um controle de impacto ambiental. O Brasil produz 32 milhões de pneus por ano. O estoque de pneus abandonados no País é de aproximadamente 100 milhões de unidades. Desta forma, a reutilização do pneu, que pode ser feito em ciclo reverso fechado e/ou aberto, contribui de forma significativa para o reaproveitamento de sua matéria-prima, diminuindo os impactos ambientais do seu descarte. Dentre as possibilidades de aproveitamento do pneu usado, pode-se destacar seu reuso em: aditivos para peças plásticas, incorporação de asfaltos para estradas, pavimentos de pneus triturados, engenharia biofísica e civil e recauchutagem.

2.2.1. Logística Reversa de Ciclo Fechado (Recauchutagem)

A recauchutagem ou reconstrução de pneus consiste no aproveitamento da estrutura resistente do pneu gasto, incorporando-lhe nova borracha de piso e lhe proporcionando uma nova vida útil. Esta operação pode ser efetuada em média de duas a três vezes em pneus pesados ou industriais mantendo basicamente as mesmas características técnicas e de comportamento do pneu original. Neste processo o pneu usado é aproveitado em cerca de 75% acarretando num benefício econômico



e ambiental para a sociedade.

A recauchutagem aumenta a vida útil do pneu em cerca de 40% e economiza 80% da energia e matéria-prima em relação à produção de novos pneus. Outra grande vantagem deste procedimento é a utilização dos restos de pneus moídos na composição de asfalto de maior elasticidade e durabilidade, segundo dados do Compromisso Empresarial para a Reciclagem (Cempre, 2002).

Além dos benefícios ambientais decorrentes desta técnica, é claro o ganho que várias empresas de transportes podem vir a ter com a incorporação da recauchutagem em suas atividades através da terceirização do serviço. Mas, para isso, é necessário um estudo da implementação desta etapa na operação da empresa. Desta forma, torna-se conveniente o estudo de estratégias de logística para maximizar os ganhos que a empresa pode vir a ter neste processo.

2.2.2. Logística Reversa de Ciclo Aberto (Pavimentação Asfáltica)

É importante observar que, quando analisados os vários mercados para utilização de borracha de pneus inservíveis, somente dois apresentam potencial para utilização de número significativo de pneus: o energético e de misturas asfálticas. Cada tonelada de mistura asfáltica pode incorporar a borracha de 2 a 6 pneus.

No asfalto modificado com borracha, a reciclagem ocorre por meio da incorporação desses materiais em pedaços ou em pó. Esse processo possibilita dobrar a vida útil do pavimento, visto que a borracha traz ao pavimento maiores propriedades de elasticidade ante as mudanças de temperaturas. Sua utilização pode ser feita por dois processos: úmido (*wet process*) e seco (*dry process*)

2.3. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA E AMBIENTAL

A implementação de qualquer investimento modifica o meio ambiente com o objetivo de gerar bens ou serviços voltados à satisfação de necessidades humanas. Entretanto, os recursos não são infinitos e sua distribuição é irregular, e com custos de obtenção variáveis. Desta forma, existe a necessidade de selecionar, e priorizar os empreendimentos mais economicamente viáveis. Neste sentido, vários métodos de análise econômica foram desenvolvidos. Buarque (1989) analisa algumas destas técnicas, destacando: rentabilidade simples (relação do lucro médio provável gerado em cada ano pelo total do investimento), valor presente líquido (valor presente de suas entradas de caixa e o valor presente de suas saídas de caixa) e taxa interna de retorno (valor que iguala todos os custos do projeto com todas as receitas do mesmo).

A inclusão e a avaliação da variável ambiental em análises de empreendimentos deve ser feita levando em consideração as estratégias, dificuldades e méritos do projeto (Haddad *apud* Bellia, 1996). A análise das estratégias de implementação de medidas mitigadoras deve ser feita sobre o ponto de vista da micro-economia, sendo levado em consideração o uso de instrumentos fiscais para inibir os impactos ambientais e incentivar a criação de novas tecnologias. Outra tática que deve ser ponderada é o uso da variável ambiental na análise governamental de incentivos de investimento.

Entretanto, em uma análise econômico-ambiental deve-se considerar as dificuldades na obtenção de dados do subsistema ecológico. Outra dificuldade se encontra no fato de que a produção de um insumo e a disposição de seus resíduos não apresentarem uma função linear. Ou seja, um aumento na produção não implica em um aumento proporcional de seus resíduos (May e Motta, 1994). Dentre essas dificuldades, a valoração dos impactos e benefícios ambientais é a maior dificuldade



encontrada nas análises referentes. Isso se dá devido ao fato dos impactos ambientais serem difusos e seus efeitos distributivos.

Muitas vezes não existem recursos necessários para a elaboração de uma pesquisa a cerca do valor econômico de um bem ambiental para o seu usuário. Para isso, foi criada uma técnica de valores sombra ou *shadow prices* para se estimar estes valores. Os procedimentos mais utilizados são o método da produção sacrificada e o da disposição a pagar (Bellia, 1996). O primeiro é apropriado quando os efeitos ambientais são localizados ou podem ser individuados. O valor dos impactos negativos é medido em termos de produção sacrificada ou perdida, que passa a representar o custo econômico de oportunidade do uso do meio ambiente. Já a técnica da disposição a pagar relaciona o valor que as pessoas atribuem a mercadorias que pretendem comprar. Outras técnicas também podem ser utilizadas para a valoração econômica do meio ambiente se utilizando de pesquisas de opinião declarada. A exemplo tem-se os modelos de utilidade randômica.

3. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso realizado para a pesquisa aqui desenvolvida teve como foco a avaliação da logística reversa de ciclo fechado em empresa de transporte de passageiros, quanto a um dos seus insumos: pneus. Foi feito a partir dos dados fornecidos pela empresa que atua com transporte de passageiros em várias regiões do país em nível interestadual. Sua frota é composta por 50 ônibus variando entre convencionais e executivos.

Para a avaliação econômica desenvolvida neste trabalho, optou-se em adotar como método de análise o valor presente líquido (VPL), que é um método de avaliação de empreendimento analítico, por se basear no valor do dinheiro no tempo. Este método permite a verificação dos ganhos econômicos provenientes da implantação de um empreendimento e a comparação dos custos ou benefícios gerados por empreendimentos distintos, possibilitando ao tomador de decisão visualizar a opção mais vantajosa economicamente (Puccini *et al*, 1969).

A escolha desta empresa para o estudo de caso se deu pelo fato de ser uma empresa já conhecida, de porte considerável, e de apresentar uma política de recauchutagem no seu processo produtivo. Além dos fatos já mencionados, a facilidade encontrada em se estabelecer uma comunicação com os técnicos responsáveis foi importante na escolha realizada. Para a coleta de dados foi elaborado um questionário e este foi entregue aos técnicos responsáveis para seu preenchimento. Neste questionário foram levantados os seguintes dados: 1 - Custo de um pneu novo; 2 - Número de recauchutagens que um pneu pode sofrer; 3 - Custo de cada recauchutagem que um pneu pode sofrer; 4 - Tempo de vida útil de um pneu em quilômetros rodados (tanto para um pneu novo quanto para cada nova recauchutagem); 5 - Quilometragem média de rodagem de um veículo (mensal ou anual); 6 - Frota de ônibus da empresa.

4. ANÁLISE DOS DADOS

4.1. ANÁLISE ECONÔMICA

A partir dos dados coletados junto à empresa, apresentados na Tabela 1, considerou-se dois cenários para a análise econômica da efetividade da prática de recauchutagem dentro do processo produtivo da empresa. Como método de análise foi feita uma simulação considerando dois cenários: Cenário 1 e Cenário 2. Em ambos os cenários, foi considerado que o transporte do pneu para a recauchutagem é feito pela própria empresa contratada.



Tabela 1 – Dados coletados da Empresa (2002)

Indicadores da Empresa	Valores
Preço do pneu sem câmara - 295/80 (R\$)	725,80
Custo da recauchutagem (R\$)	165,00
Número de recauchutagem recomendada	1
Vida média de um pneu novo 295/80 (km rodada)	146.415,00
Vida média de um pneu recauchutado 295/80 (km rodada)	96.830,00
Quilometragem média rodada por veículo/mês (km/mês)	10.800,00
Frota (veículos)	50,00
Número de pneus por veículo	6

Fonte: coleta na pesquisa (2002)

No cenário 1 considera-se a prática de uma recauchutagem por pneu, por ser este o procedimento adotado dentro da empresa pesquisada. No Cenário II considera-se que a empresa não tem a prática de recauchutagem dos pneus, ou seja, existe a simples troca dos pneus usados por novos. Cabe ressaltar que este cenário adotado tem por finalidade validar a importância da prática de recauchutagem para os serviços de transporte, tanto no que tange a custos como também no que se refere ao mecanismo de preservação ambiental, considerando que a maioria das empresas de transporte realiza pelo menos uma recauchutagem em seus pneus.

Com as informações de tempo de vida médio em termos de quilometragem rodada, tanto para um pneu novo como para um pneu recauchutado, e a quilometragem média mensal rodada por veículo, pode-se fazer uma aproximação da vida média anual para cada um dos tipos de pneus citados (novo – um ano e um mês, e recauchutado – nove meses) e ainda estimar a quantidade de troca de pneus e de recauchutagens para cada um dos cenários em estudo. Desta forma, pode-se criar dois cenários. No primeiro se utiliza a recauchutagem e no segundo apenas a sua renovação por meio da compra de novos pneus. Esta análise foi feita considerando um período de 20 anos.

O procedimento de avaliação dos benefícios econômicos gerados com a recauchutagem de pneus foi feito empregando a metodologia do Valor Presente Líquido, com a adoção de uma Taxa de Oportunidade de Capital de 12% a.a., onde este foi calculado, tanto para o *Cenário I* como para o *Cenário II*. Ao final foram comparados os resultados obtidos nos dois casos. O benefício gerado é representado pela diferença entre o valor do custo de manutenção dos pneus do Cenário II com o do Cenário I. Para efeito de projeção foi considerado que no primeiro ano seria realizada a renovação de todos os pneus da frota existente nos dois cenários.

Os resultados encontrados são apresentados na Tabela 2, destacando que ao longo de 20 anos a empresa tem uma redução de desperdício de aproximadamente US\$ 143 mil dólares considerando apenas uma recauchutagem por pneus, ressalta-se que essa economia é para uma frota de 50 ônibus e que além da economia isso representa o consumo menor de pneus, ou seja, uma menor quantidade de resíduos expostos no meio ambiente.

Tabela 2-Benefícios Gerados

ANO	Custo		Diferença (II - I) (US\$)
	Cenário I (US\$)	Cenário II (US\$)	
1	68.687,70	68.687,70	0,00



5	215.220,64	277.316,23	62.095,59
10	324.253,99	434.672,91	110.418,92
15	388.299,61	508.219,86	119.920,25
20	415.376,29	558.884,50	143.508,21

Cotação do dólar de 22/08/2002

4.2. ANÁLISE AMBIENTAL

A análise ambiental ficou restrita à constatação da redução de número de pneus que deixaram ou deixarão de ser descartados pela empresa. A reutilização dos pneus de uma empresa com uma frota de 50 ônibus contribui em 20 anos para uma economia de 2.400 pneus (Tabela 3). Essa redução equivale a aproximadamente 70 metros cúbicos anuais e 1.400 metros cúbicos em vinte anos economizados em aterros. A diminuição do número de pneus descartados anualmente contribui para o saneamento, visto que suas carcaças atraem roedores e mosquitos transmissores de doenças.

Tabela 3 – Redução no Número de Pneus Descartados

Ano	Número de pneus descartados		Diferença (II - I)
	Cenário I	Cenário II	
1	0	0	0
5	600	1.200	600
10	1.500	2.700	1.200
15	2.400	3.900	1.500
20	3.000	5.400	2.400

Vale ressaltar que além da redução de descarte de 2.400 pneus, estudos indicam a possibilidade de aumento deste número, a partir de um aperfeiçoamento na manutenção e das condições de operação dos ônibus, assim como a tecnologia utilizada no processo de recauchutagem. Um aumento do número de recauchutagens da empresa implicaria em uma diminuição ainda maior no custo variável deste insumo e do número de descarte de pneus.

5. CONCLUSÃO

Na presente pesquisa foram analisados os benefícios econômicos e ambientais proporcionados pela aplicação da logística reversa de ciclo fechado em empresas de transporte de passageiros no que tange ao reaproveitamento de pneus. Entretanto, os benefícios ambientais oriundos da aplicação da logística reversa em uma empresa de transporte são de difícil valoração, principalmente devido a sua complexidade, diversidade e subjetividade, mas por meio da avaliação econômica foi possível inferir alguns benefícios, particularmente quanto ao número de pneus que foram deixados de ser descartados.

Na avaliação econômica, o processo do valor presente líquido permitiu uma análise no que se refere à redução de desperdícios gerados à empresa estudada. Isso possibilitou a comprovação dos benefícios econômicos advindos da aplicação da logística reversa dentro do processo produtivo da mesma, ou seja, no ciclo fechado, permitindo uma economia média anual de US\$ 7 mil dólares para uma empresa com uma frota de 50 ônibus.



Na verdade, essa análise do ponto de vista ambiental, permitiu inferir o quanto é importante a adoção de recauchutagens de pneus no processo produtivo de transporte, pois pode-se constatar que a não prática desse método, em pelo menos uma recauchutagem por pneu, resultaria em um acréscimo de aproximadamente 616 mil pneus descartados a cada 20 anos, somente no transporte de passageiros interestadual, cuja a frota autorizada para o transporte de passageiros interestadual é de 12.844 ônibus (Ministério dos Transportes, 2003). Portanto, pode-se concluir que esse tipo de prática contribui com a política ambiental proposta pelo governo através da resolução número 258 de 1999 do CONAMA, que diz respeito à redução do número de pneus que são descartados pelas indústrias e empresas do setor.

Cabe ainda ressaltar que como é limitada a capacidade de recauchutagem dos pneus, faz-se necessária a utilização dos conceitos de logísticas reversas de ciclo aberto para a reutilização do material do pneu por outros setores da sociedade. Dessa forma, se evitaria o despejo da carcaça do pneu diminuindo os impactos ambientais. Esta prática poderia ser inserida na empresa a partir do planejamento da produção, incluindo procedimentos para processo de descarte de pneus não utilizados na logística reversa de ciclo fechado.

Portanto, pode-se concluir que a aplicação da logística reversa apresenta benefícios ambientais para a sociedade e econômicos para a empresa. Além do pneu, outros insumos podem ser beneficiados pela aplicação de processos semelhantes, diminuindo o ônus que a sociedade sofre com seu despejo no meio ambiente. A importância deste tipo de levantamento econômico está no incentivo que se pode dar para empresas de transporte para aplicação de estratégias de preservação ambiental. A própria informação dos benefícios ambientais e econômicos gerados pela empresa podem ser utilizados pela mesma para seu marketing, principalmente no que se refere sua responsabilidade social.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- BALLOU, R. H., (2001), *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos – Planejamento Organização e Logística Empresarial*, 4ª Edição, Editora Bookman, Porto Alegre, p.532.
- BELLIA, V. (1996), *Introdução à Economia do Meio Ambiente*, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Brasília.
- BUARQUE, C. (1989), *Avaliação econômica de projetos; uma apresentação didática*, Editora Campus 4ª Edição, Rio de Janeiro, RJ.
- CEMPRE (2002) - *Compromisso Empresarial para a Reciclagem*. Disponível em < <http://www.cempre.org.br/> .> 15.08.02.
- ECONEWS (2003) *Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA)* Disponível em < <http://www.ecolnews.com.br/resolucoes-Conama.htm> .> 24.06.03.
- JABRE, M. (2003). *Logistics and the environment*. Seminar 6 th in Aix an Provence, France.
- LACERDA, L. (2002). *Logística Reversa - Uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais*. Disponível em < <http://www.cel.coppead.ufri.br/fr-rev.htm> .> 15.08.02.
- LEITE, P. R., (2001), *Canais de Distribuição Reversos: Fatores de Influência sobre as Quantidades Recicladas de Materiais*.
- MAY, P. H., MOTTA, R. S. (1994) *Valorando a natureza: análise econômica para o desenvolvimento sustentável*, Editora Campus Ltda, Rio de Janeiro, RJ.
- MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES (2003). Tabela de Frotas de Empresas Permissionárias e Autorizadas no Transporte de Passageiros Interestadual e Internacional. Disponível em <<http://www.antt.gov.br/passageiro/anuarios/anuario2001/421.htm>> Acesso em 20/06/2003
- PUCCINI, A., HESS, G., MARQUES, J. L. M. e PAES, L. C. R. (1969), *Engenharia Econômica e Análise de Investimento*. Fórum Editora, Rio de Janeiro.