

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO
MESTRADO EM AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO

**PASSIVO AMBIENTAL PROVENIENTE DO CONSUMO DE
DERIVADOS DE PETRÓLEO NO TRANSPORTE
RODOVIÁRIO DE CARGAS: UM ESTUDO DE CASO**

Leila Sibebe Pilger

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO
MESTRADO EM AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO

**AVALIAÇÃO DO PASSIVO AMBIENTAL
NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS**

Leila Sibebe Pilger

Dissertação apresentada no Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento – Mestrado, como exigência parcial para a obtenção do título de Mestre em Ambiente e Desenvolvimento.

Orientadora: Prof. Dra. Eniz Conceição Oliveira

Co-orientador: Prof. Dr. Odorico Konrad

Lajeado, setembro de 2009

AGRADECIMENTOS

Ao longo de minha vida profissional e acadêmica sempre pude contar com o apoio incondicional de minha família, portanto, agradeço primeiramente aos meus pais e minha irmã.

À minha mãe, Nair, agradeço pelo carinho, pela paciência infinita, por me ensinar a ter fé e perseverança.

Ao meu pai, Gastão, sou grata pelo apoio irrestrito à minha constante atualização profissional e acadêmica e pelo exemplo de empreendedorismo.

À minha irmã, Lilian, agradeço pela colaboração, pelo incentivo às minhas escolhas e pelas palavras de conforto nos momentos difíceis.

Ao meu noivo, Leandro, sou grata pela colaboração, compreensão, companheirismo e sobretudo pelo amor e a amizade.

À UNIVATES, que proporcionou uma gratificante vivência acadêmica durante este período de Mestrado.

Aos professores e funcionários da UNIVATES, que, juntamente com a Instituição promovem diariamente o desenvolvimento regional.

Em especial, à professora Doutora Eniz Conceição Oliveira, pela excelente orientação durante a elaboração desta dissertação, pela dedicação e principalmente pela amizade.

Ao professor Odorico pelas sugestões e observações fundamentais para a concretização do presente.

Às demais pessoas que de algum modo colaboraram nessa empreitada: Almir, Ana Paula, Asta, Carlos, Ingrid, Nara e Vitor Mateus.

À Dipesul, pelas portas abertas, pelas explicações e consideração.

À Rodovale, pelas respostas às minhas dúvidas.

Aos senhores Paulino e Ivo, do Setcergs, que desenvolvem o Programa Despoluir e proporcionaram as aferições veiculares.

À Distribuidora de Produtos de Petróleo Charrua, na pessoa do gerente de transportes Daniel Emmer, pelo apoio incondicional.

À Empresa da minha família, Transportes Leilian, e todos os seus funcionários. Neste empreendimento solidifico a cada dia os meus conhecimentos, nele sempre tive e tenho experiências que me acompanharão por toda a vida.

RESUMO

A contribuição das atividades humanas para as alterações climáticas na Terra se dá por meio dos mais diversos setores econômicos. No setor de serviços, uma atividade bastante poluente é o transporte rodoviário. O passivo ambiental de uma empresa é consequência do uso que ela faz dos recursos naturais, que não pertencem a ela e sim a comunidade em geral. O passivo ambiental representa as responsabilidades sócio-ambientais da empresa e todos os custos envolvidos. No presente trabalho foi pesquisado o passivo ambiental proveniente do consumo de derivados de petróleo por uma empresa que transporta cargas em caminhões pelas estradas. Na tentativa de encontrar um valor financeiro para esse passivo, foram pesquisados separadamente os danos resultantes do consumo de três derivados do petróleo necessários para a atividade de transporte rodoviário: óleo diesel, óleos lubrificantes e pneus. Assim foi avaliado o custo sócio-ambiental que essa empresa promove por intermédio de seus veículos durante um ano de atividade. Não foi possível converter a poluição gasosa em algum equivalente monetário, mas no caso dos óleos lubrificantes e dos pneus conseguiu-se elaborar uma metodologia para constatar um valor aproximado do passivo gerado pela empresa. O valor encontrado foi aproximadamente R\$ 700,00, considerando onze veículos em um ano de atividade.

PALAVRAS CHAVE – Passivo ambiental, transporte rodoviário de cargas, óleo diesel, óleos lubrificantes, pneus.

ABSTRACT

Human activities contribute to climate changes on Earth through a variety of economic sectors. In the service rendering sector, road transportation is a quite polluting activity. A company's environmental liabilities are expressed by the use it makes of the natural resources, which do not belong to it, but to the community as a whole. The environmental liabilities are represented by the company's social-environmental responsibilities, and all the costs involved. This paper analyzed the environmental liabilities originated from the consumption of oil derivatives by a truck company using the roads. In an attempt to estimate a value to these liabilities, the damages resulting from three oil derivatives necessary to this activity were researched separately: diesel, lubricating oils and tires. Thus, it was assessed the social-environmental cost brought about by this company through its vehicles during one year of activities. It was not possible to convert air pollution into a corresponding monetary value, but regarding lubricating oils and tires we were able to design a methodology to assess a close estimate of the liabilities generated by the company. The resulting amount was approximately R\$ 700.00 (seven hundred reais), taking into consideration eleven vehicles and one year of activity.

KEY-WORDS: Environmental liabilities, load road transportation, diesel, biodiesel, lubricating oils, tires.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Foto de conjunto formado pelo cavalo-trator e dois semi-reboques	51
FIGURA 2 - Desenho esquemático do cavalo trator.	52
FIGURA 3 - Foto de carreta bi-trem	52
FIGURA 4 - Posição dos pneus no conjunto	55
FIGURA 5 - Técnico do Programa Despoluir inserindo a sonda do opacímetro no escapamento do caminhão.....	57
FIGURA 6 – Filtro descartado e filtro descartado prensado.....	60
FIGURA 7 – Pneus lisos usados, com 6 mm de borracha.....	63
FIGURA 8 – Pneus borrachudos novos, com 21 mm de borracha.....	63

LISTA DE QUADROS E TABELAS

QUADRO 1- Classificação do transporte quanto à forma.....	17
QUADRO 2 - Classificação do transporte quanto ao modo	17
TABELA 1 - Distribuição de cargas no Rio Grande do Sul em 2007	20
TABELA 2 - Resultados das aferições feitas com o uso de opacímetro	58
TABELA 3 - Volume de resíduo produzido em cada parte do caminhão.	61
TABELA 4 - Quantidade de quilômetros que cada pneu pode rodar até atingir o ponto de recapagem.....	64
TABELA 5 – Custo anual de recapagem de cada pneu.....	66
TABELA 6 – Custo anual de recapagens por eixo de cada veículo	67
TABELA 7 - Total de custos com resíduos de lubrificantes e recapagens de pneus por ano	68

SIGLAS E ABREVIações

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
- ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
- ANIP – Associação Brasileira da Indústria de Pneumáticos
- ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres
- CEIB – Comissão Executiva Interministerial
- CNT – Confederação Nacional do Transporte
- B2 – Óleo Diesel com uma Mistura de 2% de Biodiesel
- CO – Monóxido de Carbono
- CO₂ – Dióxido de Carbono
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
- DNIT – Departamento Nacional de Infra-Estrutura em Transportes
- DESPOLUIR – Programa Ambiental do Transporte lançado pela CNT
- EPA – Agência de Proteção Ambiental Americana (Environmental Protection Agency)
- FIERGS – Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul
- FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental do Rio Grande do Sul
- GEIPOT – Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes
- Gt – Gigatonelada
- H-BIO – Hidrocrackeamento de óleos e gorduras misturado com correntes de diesel no processo de hidrodessulfurização em refinarias de petróleo
- HC - Hidrocarboneto
- IBAMA – Instituto Brasileiro dos Recursos Naturais Renováveis
- INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
- IPCC – Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas da ONU
- K – Opacidade veicular
- m⁻¹ – Unidade de medida da opacidade veicular

NBR – Documento Normativo Expedido pela ABNT

NO₂ – Dióxido de Nitrogênio

ONU – Organização das Nações Unidas

PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S.A.

PIB – Produto Interno Bruto

PNPB – Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel

ppm – Partes por milhão

PROÁLCOOL – Programa Nacional do Alcool

PRÓ - ÓLEO – Plano de Produção de Óleos Vegetais para Fins Carburantes

PROCONVE – Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores

PRO-ÓLEO – Plano de Produção de Óleos Vegetais para Fins Carburantes

SO_x – Óxidos de enxofre

TCFA – Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental recolhida em favor do IBAMA

USP – Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo geral	14
2.2 Objetivos específicos	14
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 Breve histórico do transporte.....	15
3.2 Transporte.....	16
3.3 Transporte rodoviário de cargas	18
Como se observa, é evidente a predominância do modal rodoviário no transporte de cargas em nosso estado.....	20
3.4 Gestão empresarial e gestão ambiental	20
3.5 Contabilidade ambiental.....	22
3.6 Passivo ambiental.....	23
3.7 Logística reversa	26
3.8 Transporte e mudanças climáticas	27
3.9 Responsabilidade sócio-ambiental.....	28
3.10 Transporte rodoviário e queima de combustíveis fósseis.....	30
3.10.1 Óleo diesel	31
3.10.2 O programa despoluir da CNT.....	32
3.10.3 Redução da quantidade de enxofre no óleo diesel	34
3.10.4 Biodiesel	35
3.10.5 Óleos lubrificantes.....	41
3.10.6 Pneus	43
3.11 Modelos de avaliação de passivo ambiental.....	45

4 DIAGNÓSTICO SITUACIONAL: A ORGANIZAÇÃO	48
4.1 Licenciamento ambiental na atividade de transporte rodoviário de combustíveis	50
5 METODOLOGIA	51
5.1 Descrição dos equipamentos	51
5.2 Medição dos resíduos emitidos pela queima de óleo diesel	53
5.3 Medição dos resíduos provenientes do uso de óleos lubrificantes	53
5.4 Medição do desgaste de pneus.....	55
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
6.1 Emissão de poluentes pelo consumo de óleo diesel.....	57
6.2 Emissão de resíduos pelo consumo de óleos lubrificantes.....	59
6.2.1 Óleo lubrificante do motor	60
6.2.2 Óleo lubrificante da caixa de mudanças.....	61
6.2.3 Óleo lubrificante do diferencial	61
6.3 Consumo de borracha no desgaste de pneus	62
6.3.1 Pneus do primeiro eixo do cavalo motor.....	64
6.3.2 Pneus do segundo eixo do cavalo motor	65
6.3.3 Pneus do terceiro eixo do cavalo motor	65
6.3.4 Pneus do primeiro eixo do primeiro semi-reboque.....	65
6.3.5 Pneus do segundo eixo do primeiro semi-reboque	66
6.3.6 Pneus do primeiro e do segundo eixo do segundo semi-reboque	66
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
PROPOSTAS DE CONTINUIDADE DA PESQUISA	71
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72

1 INTRODUÇÃO

O transporte rodoviário é responsável por cerca de 60% de toda movimentação de mercadorias no Brasil. No mais recente Anuário Estatístico dos Transportes (1996-2000), disponibilizado pelo GEIPOT (Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes), que informa a composição percentual da carga transportada por modo de transporte no país, é visível a prevalência do modal rodoviário sobre os demais. Cerca de 60% das cargas são transportadas desse modo. O transporte ferroviário vem em segundo lugar, com 20%. O transporte aquaviário movimenta 13% das cargas. Em seguida vem o transporte dutoviário, com cerca de 4% de participação e, por último, o transporte aéreo com menos de 0,5%. (GEIPOT, 2001).

As estradas são também o principal meio utilizado para movimentar cargas perigosas, como os combustíveis, que é o caso deste estudo. As diversas etapas de distribuição e revenda de combustíveis têm revelado danos ambientais como a contaminação de solos e corpos d'água, poluição do ar e até mesmo o comprometimento de fauna e flora em certos locais.

Como exemplos de passivos ambientais resultantes do consumo de derivados de petróleo no transporte rodoviário pode-se citar: vazamentos de combustíveis ocorridos durante o abastecimento de veículos, que podem contaminar o solo, subsolo, rios e lençóis freáticos; e a destinação incorreta de resíduos gerados durante a troca de peças, lubrificantes e pneus.

Na atividade de transporte rodoviário, o consumo de derivados de petróleo se reflete principalmente em três produtos: óleo diesel, óleos lubrificantes e pneus. Portanto, para obter um total de consumo de derivados do petróleo, procurou-se mensurar isoladamente o consumo de cada um dos três tipos.

Para quantificar a agressão ambiental da atividade, foram medidos os consumos dos derivados de petróleo. No caso do óleo diesel, foram mensuradas as emissões de poluentes gasosos, ou seja, a fumaça. Para os óleos lubrificantes, acompanhou-se a destinação final dos

óleos usados e do material contaminado. No caso dos pneus, foram analisados os desgastes de borracha.

Antecipar as questões ambientais é uma estratégia adotada pelos gestores empresariais para evitar sanções dos órgãos ambientais. É uma estratégia muito utilizada para externar uma imagem de responsabilidade sócio-ambiental e poucas vezes para de fato recuperar e preservar o ambiente utilizado por uma empresa. Geralmente as empresas implantam sistemas de proteção ambiental face às pressões do mercado e dos órgãos fiscalizadores, não por livre e espontânea vontade. No entanto, a natureza não pode aguardar pela livre iniciativa dos empresários, pois é urgente a implantação de programas que garantam a saúde do meio ambiente em conjunto com a saúde da empresa.

Nesse contexto, para evitar desastres ambientais ou mesmo sanções, os empresários devem procurar quantificar os passivos de suas organizações, objetivando conhecer suas obrigações financeiras relativas ao meio ambiente e a terceiros prejudicados. Adotar atitudes responsáveis na resolução de problemas ambientais reflete uma postura pró-ativa e estratégica das organizações. Tal atitude é imprescindível para garantir a sobrevivência da fauna e da flora na atualidade e conseqüentemente para as futuras gerações.

Após o tratamento dos dados obtidos, buscou-se um resultado monetário que represente o passivo ambiental gerado por meio da queima de óleo diesel, do uso de pneus e de lubrificantes em determinada transportadora da cidade de Lajeado, no Rio Grande do Sul.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho foi encontrar um resultado monetário que expresse o passivo ambiental originado pelo consumo de derivados de petróleo em determinada empresa de transporte rodoviário de cargas, considerando suas particularidades.

2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos que auxiliarão para o alcance da meta principal são três:

Aferir a emissão de fumaça proveniente da queima de óleo diesel;

Examinar o custo da destinação correta dos resíduos provenientes do uso de óleos lubrificantes: o óleo usado e os materiais por ele contaminados, os filtros;

Mensurar o consumo de borracha por meio do desgaste de pneus, considerando os recapeamentos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Breve histórico do transporte

Rodrigues (2003) define transporte como o deslocamento de pessoas e pesos de um local para outro. A princípio, o próprio homem realizava esses deslocamentos, de acordo com sua capacidade física. Não havia moeda, as diversas mercadorias eram trocadas umas pelas outras. Com a intensificação do escambo, foi necessário domesticar alguns animais para ampliar a capacidade de transporte. Com o advento da agricultura, eram cada vez mais numerosos os tipos de mercadorias disponíveis para troca. Por força da necessidade, o ser humano inventou a roda e iniciou a construção de veículos que, puxados pelos animais domesticados, ampliavam a quantidade da carga transportada de uma única vez. Ao longo do tempo, com o aumento das complexidades na negociação das trocas, inúmeros materiais então disponíveis foram utilizados como referencial de valor (dinheiro). Impulsionado pelas crescentes demandas por transporte, o homem aprendeu a construir e aperfeiçoar veículos de diferentes velocidades e capacidades de carga.

Segundo Rodrigues (2003), pode-se afirmar que o transporte rodoviário no Brasil começou com a construção, em 1926, da Rodovia Rio – São Paulo, única pavimentada até 1940. Até o início da década de 50, as rodovias existentes no Brasil eram extremamente precárias. Quando o governo Juscelino construiu Brasília, trouxe a indústria automobilística para o País e, conseqüentemente, as empreiteiras abriram estradas ao longo do território nacional, fomentando a demanda pelo transporte rodoviário. A partir de então a rodovia passou a ser encarada como fator de modernidade, enquanto a ferrovia virou símbolo do passado (Rodrigues, 2003).

Comparando-se o modal rodoviário com o ferroviário é simples entender a rápida ampliação da infra-estrutura rodoviária. O custo de implantação por quilômetro é bem maior

no caso das ferrovias, assim como o prazo de maturação, que é muito mais curto quando se trata de rodovias. Lopez (2000) ressalta que:

(...) longe de apontar qualquer exclusivismo em relação ao transporte rodoviário, deve-se compreender que conectar o país de norte a sul através de rodovias foi a forma mais rápida e barata de se integrar todas as regiões. Atrás dos caminhos abertos pelos tratores seguiam os caminhões e carros, levando a produção agrícola e mineral (Lopez, 2000, pág. 84).

Assim, constituíram-se diversas empresas transportadoras. Alguns proprietários individuais de caminhões também começaram a participar do incipiente mercado, geralmente cobrando mais barato do que os frotistas (Rodrigues, 2003). É o caso dos transportadores autônomos, que ganharam maior visibilidade ao suprir a necessidade de transporte nos momentos de maior demanda, geralmente em períodos de safras e colheitas.

Lopez (2000), ao analisar o transporte no cenário brasileiro dos últimos anos, conclui que o modal rodoviário predominou, respondendo hoje por cerca de 60%, em peso, do total de cargas transportadas no Brasil. Isso se explica principalmente em virtude da ineficiência operacional das outras formas de transporte, portadoras de equipamentos obsoletos e inclusive sem condições de atendimento. Com a conquista de credibilidade ao longo do tempo, o caminhão se tornou o meio mais eficiente, rápido e seguro para os usuários do transporte de cargas brasileiros.

Nas palavras de Rodrigues (2003):

(...) atualmente o estudo do transporte de cargas tomou o cunho sistêmico de especialização científica, buscando-se entender e analisar todas as variáveis envolvidas para melhor atender às complexas necessidades decorrentes das transações comerciais locais, regionais e internacionais (Rodrigues, 2003, pág. 18).

3.2 Transporte

Para Martins e Caixeta-Filho (2001), o transporte proporciona às diferentes sociedades uma maior variedade na disponibilidade de bens. Ele permite que determinada comunidade tenha à sua disposição produtos que de outra maneira seriam inacessíveis. Nesse aspecto pode-se dizer que a atividade transportadora contribui para o desenvolvimento comercial entre sociedades que produzem insumos diferentes entre si.

Para melhor entendimento do sistema de transportes, a seguir aborda-se a classificação apresentada por Rodrigues (2003), que é a mais objetiva em suas explicações de acordo com o caso em estudo e a atualidade do sistema de transporte rodoviário no País.

Rodrigues (2003), explica que um sistema de transportes é constituído de:

- forma: relacionamento entre os vários modos de transporte;
- modo: vias de transporte;
- meio: elemento transportador;
- instalações complementares: terminais de carga.

Segundo as definições de Rodrigues (2003), o transporte é classificado quanto às suas formas e aos seus modos. Quanto à forma, ele pode ser classificado conforme o Quadro 1.

QUADRO 1 – Classificação do transporte quanto à forma (Rodrigues, 2003).

Unimodal	A unidade de carga é transportada diretamente, utilizando um único veículo, em uma única modalidade de transporte e com apenas um contrato de transporte. É a forma mais simples de transporte.
Sucessivo	A unidade de carga necessita ser transportada por um ou mais veículos da mesma modalidade de transporte, abrangidos por um ou mais contratos de transporte.
Segmentado	Utilizam-se veículos diferentes, de uma ou mais modalidades de transporte, em vários estágios, sendo todos os serviços contratados separadamente a diferentes transportadores, que terão a seu cargo a condução da unidade de carga do ponto de expedição até o destino final.
Multimodal	A unidade de carga é transportada em todo percurso utilizando duas ou mais modalidades de transporte, abrangidas por um único contrato de transporte.

O Quadro 2 apresenta os modos utilizados para se efetuar um determinado transporte.

QUADRO 2 – Classificação do transporte quanto ao modo (Rodrigues, 2003).

Rodoviário	A carga é transportada pelas rodovias, em caminhões e carretas.
Ferrovário	A carga é transportada pelas ferrovias, em vagões fechados e

	plataformas.
Aquaviário	A carga é transportada em embarcações. Pode ser através de rios, lagos e lagoas, no caso do transporte fluvial, lacustre ou hidroviário; pode ser através dos mares e oceanos, no caso do transporte marítimo.
Aéreo	A carga é transportada através do espaço aéreo, em aviões.
Dutoviário	A carga é transportada através de dutos, sempre na forma de grânéis líquidos, sólidos ou gasosos.

No presente estudo de caso, a transportadora possui como forma de transporte a unimodal, e como modo de transporte o rodoviário.

3.3 Transporte rodoviário de cargas

O transporte rodoviário de cargas tem uma estrutura gigantesca espalhada pelo nosso País. São os caminhões que transportam desde pequenos volumes e encomendas até colheitas e safras inteiras da agricultura nacional (Valente et al., 1997). De acordo com os autores, as rodovias são o principal meio de transporte de mercadorias do Brasil, portanto as estradas desempenham um papel fundamental na economia nacional. Para fazer frente a essa enorme responsabilidade, o modal rodoviário deve ser constantemente melhorado usando tecnologias e procedimentos modernos, para oferecer serviços sempre mais eficientes. Os autores ainda destacam diferentes categorias de transportadores no mercado do transporte rodoviário de cargas: os autônomos, as empresas de transporte, as transportadoras de carga própria e as locadoras de veículos.

Transporte eficiente é um elemento básico para o desenvolvimento de uma nação, especialmente se ela tiver grande extensão territorial. De acordo com Rodrigues (2003), o custo interno do transporte no Brasil chega a ser o dobro do verificado em países de dimensões semelhantes. O autor exemplifica ao citar a matriz de transportes na América do Sul. O grande problema desse continente, principalmente o do Mercosul, é a desconexão entre os seus sistemas de transportes. Paraguai, Uruguai, Argentina e principalmente o Brasil – que

tem dimensões continentais – desperdiçam energia e gastam divisas escassas com a compra de petróleo, porque privilegiam o modal rodoviário, em detrimento da ferrovia e da hidrovia.

Na opinião de Rodrigues (2003), o transporte rodoviário é um dos mais fáceis e competentes entre todos os tipos de transporte. Esse modal requer apenas a existência de rodovias, porém, apresenta um elevado consumo de combustível (quantidade de óleo diesel consumida por quilômetro transportado).

Keedi (2003) explica sobre os principais equipamentos usados no transporte rodoviário de cargas. Segundo o autor, o transporte de carga é exercido através de implementos rodoviários denominados caminhões e carretas. Ambos podem ter outras denominações dependendo de características especiais, como o tipo de carga que transportam, por exemplo.

Os veículos são compostos por duas partes. A primeira, chamada de cavalo-mecânico, é formada pela cabine com todos os seus equipamentos de tração. A segunda parte, chamada de carreta ou semi-reboque, acondiciona a carga e é arrastada pelo cavalo. As carretas podem ser formadas por um bloco só (um semi-reboque), podem ser formadas por dois semi-reboques (nesse caso a carreta é chamada de bi-trem) e algumas carretas podem ter também um terceiro semi-reboque, formando o chamado treminhão (Keedi, 2003).

Suas capacidades de transporte dependem de sua força de tração, tamanho, bem como quantidade de eixos, variáveis de dois ou três eixos nos caminhões simples, de quatro a sete eixos nos bitrens, de três a sete eixos nas carretas, e de cinco a 11 eixos nos treminhões, podendo transportar desde algumas centenas de quilos até cerca de 30 toneladas, com exceção para os especiais bitrens e treminhões que podem transportar um pouco mais, dependendo da quantidade de eixos disponíveis (Keedi, 2003).

Keedi (2003) afirma que o transporte rodoviário tem uma característica única, que o diferencia de todos os demais modais, que é a sua capacidade de tráfego por qualquer via. Ele não se atém, em hipótese alguma, a trajetos fixos, tendo a capacidade de transitar por qualquer lugar, apresentando uma flexibilidade ímpar quanto a percursos. Isso lhe dá uma vantagem extraordinária na disputa pela carga com os demais modais.

Apesar de apresentar o maior custo, o transporte rodoviário ainda é, no caso do Brasil, o modal mais eficiente. A escassez de ferrovias, hidrovias e dutos fazem com que as estradas sejam o principal meio de escoamento da produção agrícola e industrial. Contudo, nas últimas décadas, a estrutura rodoviária não cresceu na mesma proporção em que aumentou o volume

da produção e de veículos. O gerenciamento de obras nas rodovias brasileiras é baseado em fatores econômicos e políticos, em detrimento de recursos técnicos, planejamento, controle operacional e fiscalização eficaz.

Conforme Braga (2007), dados de 2007 revelam que naquele ano no Rio Grande do Sul a distribuição de cargas conforme os modais disponíveis foi a apresentada na Tabela 1.

TABELA 1 - Distribuição de cargas no Rio Grande do Sul em 2007 (Braga, 2007).

Transporte	Distribuição da carga, %
Rodoviário	85
Ferrovário	8,8
Hidroviário	3,5
Dutoviário	2,1
Aéreo	0,2

Como se observa, é evidente a predominância do modal rodoviário no transporte de cargas em nosso estado.

3.4 Gestão empresarial e gestão ambiental

No entendimento de Ferreira (2003), a gestão ambiental precisa proporcionar à empresa ferramentas para compensar, minimizar ou até mesmo anular os custos dos danos ambientais causados pelas atividades da organização. A área produtiva costuma ser a mais poluidora. Percebe-se, assim, que o responsável pela degradação do meio ambiente e o encarregado de gerenciar o meio ambiente são setores distintos dentro da mesma empresa. Segundo a autora, o objeto da gerência ambiental são os problemas ambientais causados por outros setores e recebidos por ela para serem administrados. Portanto, a autora considera que a principal razão para a existência da gestão ambiental é permitir à organização trabalhar pelo melhor retorno possível sobre os recursos da entidade, ao mesmo tempo em que preserva o meio ambiente.

Para Tinoco e Kraemer (2004), gestão ambiental é um composto de diretrizes que tentam controlar o efeito das atividades da empresa sobre o ambiente. Seria o que a organização faz para mitigar ou eliminar os impactos ambientais negativos que provoca. Os autores sugerem que um sistema de gestão ambiental deva incluir “a estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos

para desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamente e manter a política ambiental”. Essas providências refletem uma atitude de mobilização por parte da empresa no sentido de buscar, interna e externamente, a qualidade ambiental almejada.

Cidade et al. (2000), ampliam o sentido de responsabilidade ecológica. Na sua concepção, ela vai muito além da responsabilidade com os clientes, pois contempla a responsabilidade com a sociedade em geral. Nesse sentido é muito importante que as organizações auxiliem a sociedade na resolução de alguns problemas ambientais, pois muitos foram criados pelas próprias empresas. Considerando que a sociedade desenvolveu um senso crítico em relação a custos ecológicos dos produtos e processos poluidores, as organizações tiveram de mudar muitas de suas diretrizes. É visível que o campo de atuação das empresas torna-se cada vez maior e mais complexo quando se trata de responsabilidade sócio-ambiental.

Já na opinião de Mascarenhas (2004):

(...) gestão ambiental deve fazer parte de uma gestão empresarial que, além de metas econômicas, prima por objetivos de caráter ambiental, buscando o alcance da qualidade ambiental, através da mobilização da empresa, e a fixação de ações preventivas, a serem observadas como forma de evitar a ocorrência de impactos ambientais diversos. O gerenciamento ambiental deve consistir num modelo de administração que promove a compatibilização das atividades desenvolvidas pela empresa, observando-se as suas expectativas, e a preservação do ambiente em que estão inseridas, atentando-se também para as expectativas comuns à sociedade (Mascarenhas, 2004, pág. 66 e 67).

Conforme Galdino et al. (2002), o gerenciamento ambiental industrial é uma integração de sistemas e programas organizacionais, que permitem:

- Controlar e reduzir os impactos no meio ambiente;
- Cumprir as leis e normas ambientais;
- Desenvolver tecnologias ambientais que eliminem resíduos nas indústrias e diminuam os gastos com energia e materiais.
- Avaliar processos e parâmetros ambientais;
- Eliminar ou reduzir os riscos ao meio ambiente e ao ser humano;
- Bom relacionamento entre a comunidade e o governo;
- Antecipar questões ambientais para prevenir danos ao meio ambiente e, particularmente, à saúde humana.

Segundo Kinlaw (1997), num futuro próximo, serão incluídos, nos preços dos produtos e serviços, não apenas os custos de produção e de entrega, como também os custos totais de degradação ambiental, associados a essa produção ou prestação de serviços.

3.5 Contabilidade ambiental

Conforme Galdino et al. (2002), “a contabilidade ambiental surgiu com o objetivo de fornecer aos seus usuários, internos e externos, informações sobre os eventos ambientais que causam modificações na situação econômica da empresa”.

Os eventos econômicos das empresas ocorrem em um contexto afetado por variáveis que não costumavam ser objeto de classificação contábil, como é o caso da questão ambiental. De acordo com Kraemer (2002), é necessário que a contabilidade desenvolva uma metodologia que trate adequadamente os dados financeiros relativos ao meio ambiente. É importante que ocorra a incorporação dos eventos econômicos ambientais utilizando as ferramentas corretas de mensuração dos mesmos. A autora destaca ainda que haja um cuidadoso planejamento das etapas de interiorização da variável ambiental na escrita contábil da organização. Apesar de ser trabalhoso no início da execução, pode ser um processo fundamental pelo qual a empresa conquiste o conceito de excelência ambiental e, conseqüentemente, obter vantagens competitivas ao ser vista desse modo pelo público externo.

Segundo Kraemer (2002):

(...) a contabilidade, vista como um sistema de informação da situação e da evolução patrimonial, econômica e financeira da empresa, deve incluir, em seus relatórios, todos os dados relacionados ao meio ambiente, facilitando o acesso a mais esta informação ao seu grande número de usuários, auxiliando-os no processo de tomada de decisão. A contabilidade, com o objetivo de evidenciar a situação econômico-financeira das empresas e o desempenho periódico destas, constitui um adequado sistema de informações quanto à postura ambiental das entidades. Para tal, o contador deve participar, de forma ativa, neste processo de planejamento, avaliação e controle das questões ambientais, registrando e divulgando as medidas adotadas e os resultados alcançados (Kraemer, 2002, pág. 70 e 72).

A contabilidade ambiental considera que a degradação ambiental é uma perda econômica resultante de ineficiência gerencial. Assim sendo, a gestão da área ambiental deve englobar condições que direcionem todos os esforços no sentido de reduzir ou eliminar danos ao ambiente. O gestor ambiental é considerado responsável pelo gerenciamento de todos os impactos causados e dos benefícios gerados ao meio ambiente de toda a empresa (Ferreira, 2003).

Kraemer (2002) esclarece que a contabilidade pode contribuir muito com a sociedade e com o governo. Pois ao identificar, mensurar e divulgar as referidas informações sócio-ambientais, a contabilidade pode buscar respostas ao desafio de satisfazer o público interessado na atuação das empresas sobre o meio ambiente.

Na elaboração de um balanço ambiental podem ser encontrados alguns empecilhos. Kraemer (2002) aponta como principais dificuldades a mensuração e a correta identificação dos ativos e passivos envolvidos; e também a criação de procedimentos que facilitem a operacionalização do processo contábil. Outro detalhe que dificulta a evolução da contabilidade ambiental é a resistência dos empresários em reconhecer sua responsabilidade perante a sociedade. Essa mentalidade geralmente provém do receio de que uma mudança de postura possa implicar custos adicionais para as empresas.

Conforme o § 3º do art. 225 da Constituição da República Federativa do Brasil, “as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados” (BRASIL, 2009). Oportuna a afirmação de Rover et al. (2006) de que, ao destacar o passivo ambiental da entidade, a contabilidade é capaz de antever possíveis reduções do patrimônio e, ao mesmo tempo cumprir seu papel de satisfazer a exigência constitucional.

3.6 Passivo ambiental

De acordo com a classificação contábil, o passivo representa as obrigações das empresas com terceiros. Já o ativo representa bens e direitos da empresa. Assim, passivo ambiental engloba os danos que a atividade empresarial provoca ou já provocou no meio ambiente. Isso implica assumir responsabilidade com o uso de recursos naturais, ou seja, existe a obrigação e a responsabilidade social da empresa com os aspectos ambientais. Mesmo não havendo uma cobrança formal ou legal, essas obrigações devem ser reconhecidas pela organização. Então faz-se muito importante, atualmente, que no balanço patrimonial de uma empresa deva ser incluído, por meio de cálculos estimativos, o passivo ambiental. Da mesma forma, também deve ser apresentado o ativo, o qual, nesse caso, representa as aplicações de recursos que objetivam a recuperação do ambiente bem como investimentos em tecnologias para controlar ou eliminar degradações ambientais (Sperandio et al., 2005).

São cada vez mais comuns as preocupações das organizações com o levantamento de seus passivos ambientais. Essas estimativas vêm sendo cada vez mais utilizadas em avaliações para negociações de empresas, fusões e até mesmo privatizações. Caso as empresas negociadas tenham provocado ou estejam provocando impactos ambientais negativos, os respectivos proprietários, poderão ser responsabilizados e obrigados a providenciar as restaurações ambientais necessárias. Pode-se afirmar que a estimativa do passivo ambiental funciona como uma ferramenta para apontar, avaliar e mensurar extensões, custos e gastos ambientais que precisam ser atendidos. Essas informações são cruciais para fundamentar a tomada de decisões, em curto, médio e longo prazos (Kraemer, 2009).

Entretanto, a explanação do passivo ambiental não necessita estar diretamente ligada aos balanços patrimoniais. O conjunto de contas que forma o passivo pode integrar um relatório à parte, onde estão discriminados as providências e esforços desenvolvidos para eliminar ou minimizar as degradações causadas. Esta é uma metodologia que vem sendo adotada por empresas do mundo inteiro (Kraemer, 2009).

O termo “passivo ambiental” geralmente está associado a multas, penalidades ou violações de leis ambientais. É muito comum relacionar o cumprimento de regulamentações ambientais com despesas e desembolsos. Galdino et al. (2004) definem passivo ambiental como uma obrigação que a empresa possui em decorrência de problemas que venha a ter com o meio ambiente, sejam voluntários ou involuntários. Segundo os autores, os passivos ambientais podem ter como origem qualquer evento ou transação que reflita a interação da empresa com o meio ecológico, onde o uso de recursos se dará no futuro. Nesse sentido, o passivo ambiental é a indenização referente a danos ambientais, realizada por meio da entrega de benefícios econômicos ou da prestação de serviços em um momento futuro.

Já de acordo com Tinoco e Kraemer (2004), os passivos ambientais geralmente são contingências formadas durante o período de existência da empresa, que pode ser longo. Assim sendo, é possível entender por que essas contingências podem, muitas vezes, passar despercebidas pela administração da própria empresa. Uma observação importante que os autores fazem é de que os passivos ambientais não têm origem apenas em fatos de conotação negativa. Eles podem ser concebidos mesmo com atitudes ambientalmente responsáveis, como as decorrentes da manutenção de sistemas de gerenciamento ambiental, por exemplo. Tais sistemas exigem profissionais qualificados, insumos, máquinas, equipamentos e instalações adequadas para seu funcionamento.

Para Galdino et al. (2002):

(...) o passivo ambiental está presente nas empresas através dos riscos do negócio que podem ser revelados através de situações como: por iniciativa da empresa que reconhece suas obrigações antecipando as ações de terceiros; por reivindicação de terceiros onde são requeridas pela comunidade externa em decorrência de prejuízos sofridos em função das atividades operacionais; e por exigibilidade das obrigações ambientais onde os órgãos ambientais aplicam penalidades ao verificar o grau de responsabilidade da empresa. Os danos podem ser mitigados em forma de empréstimos a bancos para investimento em gestão ambiental na empresa, compra de tecnologias limpas, pagamento de multas decorrentes de infração ambiental, remuneração de mão de obra especializada em gestão ambiental, indenizações ambientais à sociedade e através de investimento do lucro da entidade para programas sociais entre outros (Galdino et al., 2002, pág. 2).

Muitas empresas norte-americanas estão diminuindo suas atividades produtivas, por força de regulamentações ambientais (Phillips, 2000). Como informa Galdino et al. (2004), os países que formam a União Européia também estão encarando a polêmica questão ambiental. Hollins e Percy (1998) citam como bom exemplo a contaminação do solo, que tem sido aceita como uma consequência inevitável da industrialização na Europa. A contaminação do solo afeta diretamente o valor de mercado da propriedade, gerando assim um passivo ambiental. Os custos de limpeza, as sanções e multas impostas pela degradação ambiental estão deixando os empreendedores mais preocupados e atentos para os perigos que podem expô-los ao passivo (Galdino et al., 2002).

Como se vê, a necessidade de identificar e medir o passivo ambiental das entidades é uma preocupação que se espalha pelo mundo, o que origina a formação de diferentes metodologias. Nos Estados Unidos, por exemplo, discute-se uma política com modelos socialmente aceitos para impor limites no passivo ambiental originado com a poluição do óleo, principalmente nos oceanos (Jin; Powell, 1998).

Também nos Estados Unidos, desde 1980, a pessoa ou instituição que empresta dinheiro deve assegurar a dívida por custos de limpeza ambiental. Além de conferir o valor do projeto financiado, esse artifício pode evitar ou minimizar danos que o mutuário pode vir a executar (Hollins; Percy, 1998).

Galdino et al. (2002) sugerem que uma organização que pretende adquirir qualquer propriedade deverá considerar seriamente a possibilidade de existência de passivos. Muitas vezes eles não estão salientes à primeira vista, no entanto, se existirem, serão herdados pelo comprador. Da mesma forma, investidores e grupos empresariais que desenvolvem projetos ou aplicam dinheiro em empreendimentos, também precisam estar cientes da responsabilidade sócio-ambiental envolvida em cada caso, para evitar ou minimizar possíveis prejuízos num momento futuro.

A percepção tardia da formação de um passivo ambiental numa organização acarreta outros inconvenientes além do pagamento de multas e possível suspensão temporária da licença para operar. Durante uma interdição, mesmo que provisória, a empresa corre riscos. Ela pode perder seus clientes, contrair dívidas com fornecedores e sofrer a evasão de funcionários e profissionais importantes. É imprescindível que o empreendedor conheça a real situação de um possível passivo ambiental que pode ter sido gerado ao longo de sua trajetória, mesmo que despercebido. Com esse conhecimento a empresa pode fazer um planejamento para corrigir, de modo voluntário e não por imposição de sanções, qualquer dano que possa ter sido causado ao meio ambiente (Galdino et al., 2002).

3.7 Logística reversa

Nos dias atuais, o governo e as empresas têm dado prioridade para a resolução de problemas ambientais. Devido a situações como congestionamentos, índices de poluição, falta de recursos, disposição de resíduos e outros problemas de natureza similar, a preocupação das entidades organizacionais com o aumento dos efeitos ambientais decorrentes de operações logísticas cresceu muito. Uma boa consequência disso é o surgimento de um vasto campo para estudos e pesquisas, não apenas no plano teórico como também em projetos aplicados em empreendimentos de todos os portes (Fontana; Aguiar, 2001).

Para Fontana e Aguiar (2001) a logística reversa representa todos os assuntos relacionados com as atividades logísticas cumpridas com o objetivo de redução, reciclagem, substituição, reutilização e disposição final de materiais. Com a mudança de mentalidade das empresas e órgãos públicos, os aspectos ambientais passam a ter cada vez mais um impacto no trabalho logístico. Conforme as autoras, as empresas estão buscando realizar suas operações logísticas da maneira mais amigável possível com o meio ambiente. Entretanto, essas organizações não acreditam que suas medidas ambientais tenham resultados eficientes. Além desse pessimismo, os empreendedores possuem uma grande preocupação com os custos envolvidos e com a manutenção da qualidade de seus serviços.

Nesse sentido, é oportuna a referência de Donaire (1999):

(...) algumas empresas têm demonstrado que é possível ganhar dinheiro e proteger o meio ambiente mesmo não sendo uma organização que atua no chamado 'mercado verde', desde que as empresas possuam certa dose de criatividade e condições internas que possam transformar as restrições e ameaças ambientais em oportunidades de negócios (Donaire, 1999, pág. 51).

No processo de logística reversa, uma vez consumido um produto por um comprador, a empresa fabricante torna-se responsável pelo retorno do que restou desse produto usado. Essa sobra, dependendo de suas características, é encaminhada para reciclagem ou é descartada apropriadamente. Ao mesmo tempo em que a logística tradicional se procura garantir o fluxo dos produtos da indústria até o consumidor final, a logística reversa se concentra no retorno do produto à sua origem para garantir destinação adequada aos diferentes materiais que compõem as mercadorias (Tristão et al., 2008).

3.8 Transporte e mudanças climáticas

Em janeiro de 2008 foi realizado o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel on Climate Change) - IPCC da ONU, onde foram discutidas, entre outros assuntos ambientais, medidas de mitigação das emissões de poluentes. Após uma semana de conversação entre as delegações de países desenvolvidos, liderados pelos Estados Unidos, dos emergentes, conduzidos pela China e os cientistas, foi divulgado um sumário para formuladores de política. O texto escrito pelos membros do IPCC informa que o setor de transportes é, atualmente, o quinto maior em emissão de gases do efeito estufa, que provocam o aquecimento global. Entretanto, apresentou a segunda maior taxa de crescimento dessas emissões no período de 1970 a 2004 (IPCC, 2008).

O relatório do IPCC também informa que em 2004, o transporte emitiu 6,4 Gt de CO₂, quantia inferior apenas às emissões dos setores de geração de energia, indústria, setor florestal e agropecuário. O setor transportador apresentou um crescimento das emissões de 120% em apenas 24 anos, abaixo somente da taxa registrada na atividade de geração de energia (145% no período).

Para controlar o problema, existem muitas opções diferentes, que vão desde o incentivo ao uso de biocombustíveis, em vez de gasolina ou diesel, até a reformulação do zoneamento urbano, para reduzir o número de automóveis e estimular o uso de transportes públicos e deslocamentos alternativos, como a pé e de bicicleta. Todavia, barreiras como o crescimento das emissões, as preferências do consumidor e a falta de políticas detalhadas sobre o tema ameaçam essas medidas. O próprio IPCC admite que tais empecilhos podem comprometer a eficiência de qualquer esforço no sentido de diminuir as emissões gasosas. A solução nesse caso é complexa e tem de envolver vários grupos. Entre eles estão a indústria automobilística, o setor de fornecimento de biocombustíveis, o setor rodoviário, além das pessoas e de seu estilo de vida.

Embora a humanidade já disponha de algumas ferramentas para evitar ou mitigar as piores consequências do aquecimento, há um custo. Segundo o relatório do IPCC, esse custo pode chegar a 3% do PIB mundial até 2030, ou pode ser de apenas 0,1% a 0,2% por ano. Ainda não se sabe se esses valores serão menores ou maiores do que os custos de adaptação às mudanças climáticas.

Considerando fatores subseqüentes como a concentração almejada de gases de efeito estufa na atmosfera, o conseqüente aumento na temperatura média global e seus devidos impactos na biosfera, os governos precisarão decidir o percentual PIB que deve ser gasto. Um fato é certo: quanto menos for investido, maior será a concentração de gases, mais alta será a temperatura global, e mais incisivos serão os impactos.

Nesse caso, investir significa tomar uma série de medidas. O relatório do IPCC deixa claro que nenhum setor isolado ou tecnologia única pode atingir as metas de mitigação. Será necessário investir na mudança de matrizes energéticas: deverá haver uma queda na participação dos combustíveis fósseis, como carvão e petróleo; deve-se aumentar o uso de fontes renováveis, como nuclear, solar, calor e biocombustíveis. É fundamental controlar o desmatamento - que eleva o setor florestal ao terceiro lugar entre os que mais emitem e ainda impede a retirada de carbono do ar. É mister modernizar usinas de energia, indústria, transporte, construção e agricultura para que poluam menos.

Entre o portfólio de soluções propostas no relatório, dizem os cientistas que é preciso investir em meios de transporte que consumam menos combustíveis, encontrar alternativas ao petróleo e aos demais combustíveis fósseis, responsáveis diretos pelo aquecimento global. Sem mencionar claramente o etanol ou o biodiesel, há a recomendação de investimento e adoção de energias alternativas, citando os biocombustíveis.

Moisa e Kaskantzis Neto (2005) citam algumas rotinas operacionais no transporte rodoviário que podem gerar fontes de contaminação se não executadas corretamente: vazamentos de combustíveis ocorridos durante o abastecimento de veículos podem contaminar o solo; a destinação incorreta de resíduos gerados durante a troca de peças, lubrificantes e pneus também pode causar agressões.

3.9 Responsabilidade sócio-ambiental

Da maneira como vem sendo retratada, tendo em vista as grandes repercussões de desastres ecológicos, a questão ambiental parece, à primeira vista, um tardio despertar de

consciência ecológica dos empresários. Entretanto, Berna (2005), interpreta o fato como uma estratégia de negócio para as empresas. Providências como buscar a melhoria contínua dos resultados ambientais, minimizar os impactos ambientais das atividades e tornar as operações tão ecologicamente corretas quanto possíveis são atitudes que podem trazer grandes vantagens competitivas a qualquer negócio. São maneiras de tornar a empresa mais ecológica. Com esse diferencial, a empresa ecológica pode não apenas antecipar-se às auditorias ambientais públicas, mas também promover a redução de custos. Com a melhoria de processos, a racionalização do consumo de matérias-primas e a diminuição do consumo de energia e água, é possível reduzir os riscos de multas e responsabilização por danos ambientais.

Muito se ouve falar que as crises também possuem seu lado “positivo”, pois devem ser vistas como oportunidades de crescimento. A crise ambiental que vivemos obriga muitas empresas a tornarem-se ecologicamente eficientes. Essa eficiência, mesmo que forçada, pode possibilitar a economia de recursos por meio da readequação de atividades à nova legislação ambiental ou evitando multas por crimes ambientais. Em alguns casos pode acontecer até mesmo um aumento dos lucros, seja porque a empresa encontrou no meio ambiente um novo nicho de negócios ou porque ela passou a enxergar oportunidades nos locais onde anteriormente só percebia custos e prejuízos (Berna, 2005).

Atualmente, é comum administradores públicos ou privados convidarem ou contratarem defensores ambientais para contribuir com a aplicação de princípios ambientalistas na administração das organizações. Nesses casos, são frequentes os desentendimentos entre as partes, que costumam ter origem em divergências econômicas, ideológicas e políticas. De acordo com Berna (2005), essa situação revela um desafio bilateral onde a primeira grande barreira a ser vencida é o preconceito. Este existe tanto por parte dos defensores do meio ambiente, que julgam todo empresário um poluidor e destruidor ambiental, quanto por parte de empreendedores, que enxergam nos ambientalistas radicais românticos incapazes de encontrar soluções adequadas e viáveis aos problemas apontados.

Entretanto, mesmo que as críticas de ambas as partes persistam, é perceptível a mudança de mentalidade pela maioria dos administradores, dos governos e, sobretudo, da comunidade em geral, a qual faz cada vez mais questão de adquirir produtos de empresas ambientalmente corretas. Nesse sentido, é importante que as críticas se mostrem construtivas, para que estimulem constantemente a busca pela melhoria contínua. Assim, estaremos caminhando em direção a um período no qual todos os interessados procuram minimizar os impactos tecnológicos sempre que possível, evitando simplesmente procurar culpados.

Oportuna a afirmação de Contador (1995), ao sugerir que o crescimento econômico e o meio ambiente deverão, cada vez mais, andar lado a lado e serem tratados conjuntamente. Se o desenvolvimento econômico usufruir dos recursos naturais sem se preocupar com a sua renovação e preservação, os custos ambientais simplesmente estarão sendo transferidos para a coletividade, e isso não é socialmente justo.

O artigo 225 da Constituição Federal de 1988 trouxe no *caput* a previsão do princípio do desenvolvimento sustentável, ao afirmar que “é dever do Poder Público e da coletividade defender e preservar o meio ambiente para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 2009).

De acordo com Mascarenhas (2004), pode-se afirmar que o desenvolvimento sustentável consiste no objetivo da cidadania ambiental, já que:

(...) o preceito constitucional não contraria a livre iniciativa, apenas afirma que para a perpetuação dos recursos essenciais à continuidade da vida e, por conseguinte, da capacidade produtiva, que enseja o desenvolvimento, faz-se necessária a convergência de objetivos comuns, orientada pela produção e consumo em padrões sustentáveis, através do incentivo ao uso de tecnologias limpas e da coibição à criação de necessidades desnecessárias, alcançando o adequado usufruto dos recursos ambientais, de maneira que se garanta o equilíbrio ecológico (Mascarenhas, 2004, pág. 59).

A autora sugere que haja uma visão holística por parte dos empreendedores, para promover as necessárias modificações no uso dos recursos naturais. As organizações devem entender que os recursos ambientais são limitados e tratá-los como tal. Essa atitude é extremamente necessária, até mesmo para não obstaculizar o próprio desenvolvimento econômico da entidade. Ou seja, a entidade deve procurar a forma mais apropriada de desenvolver-se economicamente, de modo a não prejudicar a fonte do seu sustento. Esse é o melhor caminho no sentido de caracterizar uma administração dotada de consciência ecológica.

3.10 Transporte rodoviário e queima de combustíveis fósseis

Os combustíveis fósseis são grandes poluidores do ambiente. Além de emitir gases de efeito estufa durante a combustão, o descarte inadequado de resíduos de derivados de petróleo, ou mesmo seu derramamento, pode contaminar o mar e o solo. Como se não bastasse, estão crescendo os problemas sociais e políticos acerca desta fonte finita de energia, devido ao crescente consumo, à concentração geográfica das jazidas e à volatilidade do preço do petróleo (Silva; Freitas, 2008).

Para Ribeiro e Mattos (2000), a queima de combustíveis fósseis em todo o mundo é a principal causa das emissões de dióxido de carbono (CO₂), o principal gás de efeito estufa. Ao desenvolver um estudo sobre a poluição causada pelo transporte rodoviário numa grande cidade (Rio de Janeiro), as autoras perceberam que entre todos os setores que consomem combustíveis fósseis, o setor de transporte rodoviário é um dos mais poluentes. Além de emitir grande quantidade de CO₂, a atividade transportadora emite também gases como o monóxido de carbono, os óxidos de nitrogênio, os óxidos de enxofre, os aldeídos e material particulado.

No desenvolvimento da pesquisa as autoras destacam os fatores que devem ser levados em conta para determinar o nível de consumo de combustíveis fósseis no setor de transporte rodoviário em alguma região:

- a variação do tamanho das cidades;
- a densidade demográfica;
- a estrutura social e econômica;
- a demanda por deslocamentos;
- o estímulo ao transporte coletivo;
- melhorias nas tecnologias de veículos e de combustíveis.

Mudanças de infra-estrutura e de sistemas como sinalização inteligente e controle automático de tráfego são tecnologias que podem melhorar muito a fluidez do trânsito de veículos, inclusive dos coletivos e pesados, principais consumidores de óleo diesel.

Caso no futuro o Brasil seja obrigado a diminuir as suas emissões de gases do efeito estufa, Ribeiro e Mattos (2000) recomendam a priorização do setor de transporte rodoviário. Este ramo de atividade necessita com urgência de estratégias políticas e de planos de mitigação de emissões, ferramentas a serem vistas como oportunidades de crescimento pelos transportadores. Além de reduzir as emissões elas podem contribuir para um melhor aproveitamento energético e uma racionalização de custos para o setor.

3.10.1 Óleo diesel

O óleo diesel é utilizado em motores de combustão interna e ignição por compressão (PETROBRAS, 2009). O óleo diesel é o principal combustível utilizado no transporte rodoviário, por caminhões e ônibus.

O diesel atualmente comercializado para abastecer a frota brasileira possui grande quantidade de enxofre. O diesel menos poluente (S-50), com 50 ppm de enxofre, está sendo disponibilizado desde janeiro de 2009 somente para as capitais São Paulo e Rio de Janeiro. O óleo com 500 ppm de enxofre, chamado de diesel metropolitano, é comercializado nas demais capitais, grandes cidades e regiões metropolitanas. O óleo com 1.800 ppm de enxofre, chamado de diesel interior, é comercializado no restante das cidades brasileiras (PETROBRAS, 2009).

O enxofre dá a cor preta à fumaça resultante da queima do óleo diesel. Nos grandes aglomerados urbanos, os congestionamentos provocam maior volume de emissões desse poluente, pois quanto menor a velocidade no trânsito, maior a emissão. Por esse motivo o óleo diesel metropolitano possui menos enxofre que o óleo diesel comercializado nas cidades menos urbanizadas.

De acordo com Nascimento e Vianna (2007), no que diz respeito ao meio ambiente, sabe-se que o uso automotivo do óleo diesel é responsável, em média, por 70% da emissão de poluentes nos centros urbanos. Além da emissão de CO, CO₂, NO₂ e hidrocarbonetos, a combustão do diesel emite 40 espécies de particulados tóxicos que são absorvidos pelo sangue, com comprovados efeitos negativos sobre a saúde humana.

O Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental da Universidade de São Paulo (USP) informa que a relação entre poluição do ar e problemas respiratórios é indiscutível e a fumaça preta é um dos principais causadores de doenças, pois o enxofre é um componente cancerígeno (USP, 2009).

3.10.2 O programa despoluir da CNT

A CNT (Confederação Nacional do Transporte) lançou nacionalmente no dia 18 de julho de 2007 o Programa Ambiental do Transporte – Despoluir. Na época, foram distribuídas pelo País 54 unidades móveis equipadas com um opacímetro especialmente desenvolvido para o programa, para medir a emissão de poluentes provocada por ônibus e caminhões. Esse apoio técnico foi e continua sendo muito importante para os gestores de transporte rodoviário, pois os empresários e motoristas são orientados a fazer ajustes mecânicos nos veículos para reduzir a emissão de material particulado e o consumo de óleo diesel.

Por meio de aferição veicular, medindo a opacidade, o Programa Despoluir visa promover, no setor de transporte rodoviário de cargas e passageiros, a redução da emissão de

poluentes. Os objetivos principais são a melhoria da qualidade do ar e uso mais racional dos combustíveis fósseis (CNT, 2007).

O modelo de opacímetro usado no Programa Despoluir é o NA9000E, acompanhado de um software de características especiais. Eles foram desenvolvidos pela empresa Napro Eletrônica Industrial especialmente para atender ao Programa Despoluir da CNT. A principal característica desse modelo de opacímetro está no tamanho reduzido, o que facilita o seu transporte e manuseio. Já o diferencial do software é a capacidade de gerenciamento, acesso e envio bidirecionais de dados a um servidor que concentra nacionalmente os dados de todas as aferições feitas pelo Programa (CNT, 2007).

O opacímetro é um instrumento portátil constituído por um banco óptico, sonda (cabo inserido no escapamento) e maleta com cabos e é utilizado para medição da quantidade de material particulado (fumaça preta) emitido por veículos a diesel. A fumaça do escapamento de motores diesel é composta por partículas suspensas no gás de escapamento que obscurecem, refletem ou refratam a luz. O equipamento é montado no escapamento do veículo para medição de fumaça. A fumaça é captada pela sonda instalada no escapamento do veículo e levada à câmara de medição, onde existem um emissor de luz e um receptor. O fecho de luz é interceptado pela fumaça e, assim, é medida a opacidade. A aferição é processada através de um software instalado em um computador (CNT, 2007).

As aferições são feitas com base nos padrões estabelecidos pelo Proconve, criado pelo Conama. As resoluções do Conama estabelecem critérios, procedimentos e limites máximos admissíveis de opacidade da emissão de escapamento para as diferentes categorias de veículos automotores, nacionais e importados. Os ensaios para medição de opacidade são realizados com base na NBR13.037 – Gás de Escapamento Emitido por Motor Diesel em Aceleração Livre (2001). A opacidade é medida pelo Medidor de Opacidade, tipo fluxo parcial, o opacímetro (CNT, 2007).

Segundo a CNT (2007), o grande mérito da aferição dos veículos é a possibilidade de reduzir a poluição atmosférica provocada pelos veículos automotores movidos a óleo diesel. Com os resultados das medições, pode-se buscar limites mínimos de emissão. A aferição também permite que os motoristas e técnicos responsáveis pelos veículos tenham uma posição segura do estado geral de manutenção dos mesmos. Além de oferecer indicativos para otimizar o consumo do óleo diesel, a aferição revela o estado de componentes como o conjunto do motor, bomba injetora, bicos injetores, regulagem do ponto de injeção e filtros de ar e combustível. Esse conjunto de dados permite alcançar um melhor nível de eficiência

energética. Com isso, de uma maneira geral, tem-se uma diminuição de poluentes emitidos na atmosfera. É uma iniciativa importante no sentido de deixar o ar mais limpo e os recursos naturais não-renováveis menos pressionados na extração de matéria-prima. As tentativas de mitigação das emissões dos veículos a diesel trazem economia de combustível e possibilita melhores desempenhos econômicos por parte dos veículos, o que favorece os empresários de transporte e caminhoneiros autônomos (CNT, 2007).

3.10.3 Redução da quantidade de enxofre no óleo diesel

Até o final de 2008, só existiam dois tipos de diesel comercializados no país: o diesel com 500 ppm de enxofre (diesel metropolitano); e o diesel com 2000 ppm de enxofre, era o chamado diesel interior.

Em 2002, o Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente) publicou a resolução número 315, como parte do Proconve (Programa de Controle de Emissões Veiculares), exigindo a redução da emissão de poluentes. A partir de então uma série de etapas foi cumprida, mas a principal encontrou forte resistência por parte dos setores privados, especialmente da indústria automotiva e da Petrobras, única fabricante de óleo diesel do país. Ela consistia na redução da quantidade de enxofre no diesel para no máximo 50 ppm a partir de janeiro de 2009.

A ANP, somente em outubro de 2007 divulgou as especificações para a fabricação do diesel mais limpo. Em novembro do mesmo ano a Petrobras anunciou que colocaria à disposição no mercado o novo combustível, fosse ele nacional ou importado, mas condicionou a medida à fabricação de motores novos. A Anfavea (Associação de Fabricantes de Veículos Automotores) alegou dificuldades tecnológicas e o atraso nas especificações divulgadas pela ANP.

Em outubro de 2008, quando já estava previsto que a resolução não seria cumprida, o Ministério Público Federal firmou um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) com a Petrobras, o IBAMA, a ANP, a ANFAVEA e outras entidades técnicas do setor. A Petrobras se comprometeu a disponibilizar o S-50 a partir de janeiro de 2009, inicialmente para as cidades de São Paulo e Rio de Janeiro e mais tarde para outras capitais. O fornecimento do diesel mais limpo para o resto das cidades brasileiras ficou adiado para 2012.

O enxofre é relacionado ao aumento do risco de enfermidades como o câncer de pulmão, asma e bronquite crônica, além de funcionar como um gatilho para doenças

cardiovasculares e respiratórias, que atacam milhares de pessoas em zonas urbanas. Ou seja, o cumprimento dessa norma é uma questão de saúde pública, como já comprovam os estudos elaborados pelo o Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental da USP (2006).

O Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental da USP adverte que a má qualidade do ar provocará a morte prematura de três mil pessoas por ano na grande São Paulo (USP, 2009), o que é praticamente um crime contra a saúde dos cidadãos que vivem num dos maiores aglomerados urbanos do mundo.

A poluição causada pelo diesel consumido pelos veículos transformou-se num problema de saúde pública. A situação já causa alarme e os pesquisadores são unânimes em apontar a necessidade de diminuir a quantidade de enxofre lançada na atmosfera atualmente e oferecer à população meios de transporte mais limpos e que não agredam o meio ambiente.

Uma melhor condição ambiental, ou seja, uma melhor qualidade do ar que respiramos, depende também de fatores como a intensificação do transporte público. Porém, acima de tudo, depende de rigoroso acatamento à legislação ambiental, o que infelizmente não aconteceu com a resolução 315/2002 do Conama, que garantia um óleo diesel de melhor qualidade e com menor teor de enxofre a partir de 2009.

Quando se analisa o aspecto econômico, percebe-se um confronto de interesses. Produzir óleo diesel com menor teor de enxofre custa mais caro, porque as refinarias existentes terão que readequar-se para produzir o diesel mais limpo. Além disso, o petróleo extraído no país é naturalmente mais pesado e com maior teor de enxofre, tanto que a Petrobras está importando o diesel S-50 (PETROBRAS, 2009).

3.10.4 Biodiesel

Como a maioria das previsões traçadas para o preço internacional do petróleo prevê a continuidade do aumento de preços e crescimento de consumo (BRASIL, 2005), consolida-se a necessidade de algum combustível alternativo que reduza o consumo de petróleo. Em 2005 o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) lançou o Programa Nacional de Agroenergia e o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), que prevêem a produção de combustíveis a partir de fontes renováveis (Silva; Freitas, 2008).

Na maioria das vezes o biodiesel é obtido a partir de óleos vegetais, mas também pode ser feito usando gorduras animais, como sebo. O biodiesel é o contraponto do diesel de

petróleo, de origem fóssil e não renovável, pois o óleo vegetal é biodegradável e derivado de fontes renováveis.

Entrou em vigor no dia primeiro de janeiro de 2008, a obrigatoriedade da adição de 2% de biodiesel ao óleo diesel, originando o chamado B2 (óleo diesel com uma mistura de 2% de biodiesel). Em julho de 2008 o volume de mistura obrigatória passou para 3% e atualmente está em uso o B3 (óleo diesel com uma mistura de 3% de biodiesel).

De maneira geral, biodiesel foi definido pela National Biodiesel Board (1998) dos Estados Unidos como o “derivado monoalquil éster de ácidos graxos de cadeia longa, proveniente de fontes renováveis como óleos vegetais ou gordura animal, cuja utilização está associada à substituição de combustíveis fósseis em motores de ignição por compressão (motores do ciclo diesel)”.

A Lei nº 11.097 de 13 de janeiro de 2005 define o biodiesel como “biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil” (BRASIL, 2005).

Costa Neto et al. (2000) cita estas características do biodiesel como produto:

- a) É virtualmente livre de enxofre e aromáticos;
- b) Tem alto número de cetano;
- c) Possui teor médio de oxigênio em torno de 11%;
- d) Possui maior viscosidade e maior ponto de fulgor que o óleo diesel comum;
- e) Tem preço de mercado relativamente superior ao preço do diesel convencional.

Conforme explicam Suarez e Meneghetti (2007), ao longo do século 20, foram utilizados na confecção de biodiesel óleos e gorduras de origem vegetal ou animal, óleos *in natura* como combustível para motores à combustão interna, além de diversos derivados desses e de ácidos graxos.

Suarez e Meneghetti (2007), contam que a história do aproveitamento de óleos e gorduras e seus derivados começou no final do século XIX. Rudolph Diesel, inventor do motor à combustão interna que leva seu nome, utilizou em seus testes petróleo cru e óleo de amendoim. Nessa época havia muita disponibilidade de petróleo e seu custo era baixo. Devido a essa situação favorável, o petróleo passou a ser o combustível utilizado nesses motores.

Com a evolução dos motores e também dos combustíveis, para melhorar a relação custo/benefício, o uso direto de petróleo ou óleos vegetais *in natura* tornou-se obsoleto. Somente na década de 30, após o surgimento de conflitos devido aos problemas de abastecimento de petróleo, investiu-se na busca de substitutos para o combustível fóssil.

O biodiesel pode ser obtido pela transesterificação de triacilglicerídeos com metanol ou etanol, que origina uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos. Pode, ainda, ser obtido pela esterificação de ácidos graxos com metanol ou etanol. Esta reação foi estudada pela primeira vez para fins energéticos na Bélgica. Conseqüentemente, surgiu em 1937 a primeira patente relatando a transesterificação de óleos vegetais em uma mistura de ésteres, metílicos ou etílicos de ácidos graxos, utilizando catalisadores básicos, como os hidróxidos de metais alcalinos. No Brasil, também na década de 40 ocorreu uma das primeiras tentativas de aproveitamento energético dos óleos e gorduras em motores à combustão interna (Suarez e Meneghetti, 2007).

O biodiesel foi temporariamente abandonado com a normalização do mercado mundial de petróleo no final da 2ª Guerra Mundial. Entretanto, sua importância reacendeu a partir da década de 80, quando sucessivas crises conjunturais fizeram que pesquisadores e governos retomassem a procura por alternativas renováveis para substituir o petróleo. Novamente, o biodiesel era visto como principal alternativa ao diesel (Suarez e Meneghetti, 2007).

No Brasil, nas décadas de 70 e 80, o governo federal procurou soluções para o problema do desabastecimento de petróleo ocorrido, e criou o PROÁLCOOL (Programa Nacional do Alcool). Também foi elaborado, pela Comissão Nacional de Energia, o Plano de Produção de Óleos Vegetais para Fins Carburantes (PRO-ÓLEO). Inicialmente era prevista a regulamentação de uma mistura de 30% de óleo vegetal ou derivado no óleo diesel e uma substituição integral no longo prazo. Porém, quando ocorreu a queda do preço do petróleo, em 1986, este plano foi deixado de lado, o que não significa que as pesquisas em biodiesel cessaram. Os pesquisadores brasileiros continuaram os trabalhos nesse sentido mesmo após o fim do PRO-ÓLEO como programa de governo (Suarez e Meneghetti, 2007).

Nos anos 90, o governo federal voltou a discutir o uso de biodiesel e vários estudos foram elaborados por comissões interministeriais e em parceria com universidades e centros de pesquisa. Em 2002, a etanólise de óleos vegetais foi considerada como carro-chefe para um programa de substituição do diesel de petróleo batizado como PROBIODIESEL. A proposta inicial era substituir até 2005 todo o diesel consumido no Brasil por B5 (5% biodiesel e 95% mistura de diesel) e, em quinze anos, por B20. A etanólise do óleo de soja foi o caminho

escolhido, devido à grande produção de cana-de-açúcar e de soja no Brasil. Neste período o biodiesel deixou de ser um combustível puramente experimental e passou a ser industrializado (Suarez e Meneghetti, 2007).

Além dos fatores econômicos e políticos discutidos anteriormente, a partir da década de 90, devido a um aumento da conscientização acerca dos problemas ambientais causados pela queima de combustíveis fósseis, o biodiesel também tem sido apontado como uma alternativa. De fato, diversos estudos apontam que o uso deste biocombustível diminui a emissão de gases relacionados com o efeito estufa, tais como hidrocarbonetos, monóxido e dióxido de carbono, além de materiais particulados e óxidos de enxofre, esses últimos responsáveis pela chuva ácida (Suarez; Meneghetti, 2007, pág. 2069).

No ano de 2003 teve início um novo incentivo aos estudos sobre o biodiesel. O governo federal criou um grupo de trabalho interministerial, encarregado de apresentar estudos de viabilidade do uso de óleos, gorduras e derivados como combustíveis. O planejamento das ações necessárias para a implantação do projeto ficou a cargo da mesma comissão. No relatório final, de quatro de dezembro de 2003, essa equipe considerou que o biodiesel deveria ser introduzido imediatamente na matriz energética brasileira. Para a implantação de fato, foi então criada, pelo Decreto Presidencial de 23 de dezembro de 2003, uma Comissão Executiva Interministerial (CEIB) composta por 14 ministérios e coordenada pela Casa Civil. Um ano depois, foi lançado o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB). Seu principal objetivo era garantir a produção economicamente viável do biocombustível, tendo como objetivos, também, a inclusão social e o desenvolvimento regional (Suarez e Meneghetti, 2007).

Apesar de ainda não estar regulamentado o uso de outro combustível derivado de óleos e gorduras além do biodiesel, Suarez e Meneghetti (2007) afirmam que existem vários estudos sendo realizados no País, dos quais citam:

- mistura de álcool e outros compostos oxigenados diretamente ao diesel;
- mini-usina para craqueamento de óleos e gorduras em pequena escala, com o objetivo de tornar energeticamente auto-suficientes fazendas e comunidades isoladas;
- hidrocrackeamento de óleos e gorduras misturado com correntes de diesel no processo de hidrodessulfurização em refinarias de petróleo. Esse processo é desenvolvido pela Petrobras e o produto resultante chama-se H-BIO.

É oportuno destacar que a Resolução ANP nº 19 de 2007 permite o uso desses e de outros combustíveis sólidos, líquidos ou gasosos em caráter experimental, em frotas cativas ou para consumo próprio, desde que monitorado por essa agência (BRASIL, 2005).

Conforme Maziero et al. (2006), nos dias atuais a alternativa mais focada para reduzir as emissões de poluentes gasosos e de particulados é a substituição do óleo diesel por biodiesel ou por misturas dos dois. Os autores afirmam o uso do biodiesel e suas misturas com óleo diesel em motor de ignição por compressão minimizam a maioria das emissões regulamentadas (monóxido de carbono, hidrocarboneto e material particulado).

Como constata Costa Neto (2000):

A utilização de biodiesel no transporte rodoviário pesado oferece grandes vantagens para o meio ambiente, principalmente em grandes centros urbanos, tendo em vista que a emissão de poluentes é menor que a do óleo diesel. As emissões de monóxido e dióxido de carbono, enxofre e material particulado são inferiores às do diesel convencional. No entanto, os níveis de emissões de gases nitrogenados são maiores para diferentes tipos de biodiesel. A emissão de hidrocarbonetos proveniente da utilização de óleo de soja é, de um modo geral, inferior ao diesel convencional. A ausência de enxofre confere ao biodiesel uma grande vantagem, pois elimina a emissão de gases de enxofre que ocorre no escape dos motores a diesel (Costa Neto, 2000, pág. 535).

No motor a diesel existem certos problemas operacionais. De acordo com Nascimento e Vianna (2007), para resolver esses problemas, ou seja, para que o motor funcione perfeitamente, é necessário certo percentual de enxofre no combustível. Após a combustão, o enxofre é lançado na atmosfera na forma de SO_x (óxidos de enxofre), que, entre outros malefícios, provocam fibrose pulmonar e chuva ácida. Os autores sugerem que o biodiesel elimina SO_x na mesma proporção em que é misturado ao óleo diesel, além de emitir menor quantidade de outros poluentes.

O óleo de soja é a matéria prima mais usada no Brasil para abastecer grande parte da demanda por biodiesel. Entretanto o preço da soja, que é um alimento, pode ameaçar o biodiesel. A disparada nos preços dos alimentos vem provocando mudanças nas estratégias dos produtores de biocombustíveis. Muitos estão investindo na pesquisa de oleaginosas que não concorram com a indústria alimentícia. Considerando que os óleos vegetais têm altos preços, transformá-los em biodiesel precisa ser uma questão muito bem planejada. A produção de combustível compete com alimentos por recursos naturais durante a sua produção e, assim, também compete por preços durante a comercialização. O biodiesel possui um valor de mercado menor que os óleos vegetais e produzi-lo significa perder o custo de oportunidade, ou seja, deixar de vender o óleo para fins alimentícios (com preço mais elevado) e processá-lo para fabricar biodiesel. Ocorre que, em virtude da produção de soja em larga escala no país, ainda assim esta oleaginosa tem grande potencial e poderá ter sustentabilidade econômica na produção de biodiesel (Nascimento; Viana, 2007).

Não se pode ignorar que esse grande potencial não ameniza os efeitos que a produção de soja em larga escala exerce sobre o meio ambiente. Um aumento de produção significa um aumento da área cultivada. Nascimento e Viana (2007) afirmam que o único benefício ambiental comprovado do uso de biodiesel de soja é a eliminação, proporcional ao volume de mistura, de enxofre lançado à atmosfera pelos motores a diesel. Os volumes de seqüestro de carbono permanecem os mesmos. Os autores vão além, informando que “a produção de biodiesel de soja não se sustenta ambientalmente, já que o biodiesel de soja pouco reduzirá os níveis de emissões dos motores e não alterará o balanço de carbono” (Nascimento; Viana, 2007).

O Boletim dos Combustíveis Renováveis de janeiro de 2009 (BRASIL, 2009), publicado pela Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis do Ministério de Minas e Energia, apresenta a evolução das matérias primas utilizadas para produzir biodiesel durante o ano de 2008. No mês de dezembro de 2008, 78% do biodiesel brasileiro foi fabricado com óleo de soja. A participação do sebo ficou em 16%, o óleo de algodão participou com 2% e diversas outras matérias primas juntas contribuíram para a fabricação de 4% do total de biodiesel produzido no País em dezembro de 2008 (BRASIL, 2009).

Silva e Freitas (2008) corroboram com esta idéia, admitindo que o biodiesel constitui-se em uma boa alternativa para a substituição parcial ou total do óleo diesel, mas destacando que as vantagens ambientais e agrícolas dependem de estudos pendentes em vários elos da cadeia produtiva.

O custo de produção do biodiesel é muito variável, pois depende da matéria prima escolhida, do processo utilizado e do local onde é produzido. Considerando também a possível competição com a produção de alimentos, é consenso que o custo de produção do biodiesel continua sendo um obstáculo para a sua industrialização. Além disso, a eficiência energética do biodiesel também varia, em função de fatores como gasto energético durante a produção e o teor de óleo dos grãos utilizados (Silva e Freitas, 2008).

A agricultura desempenha um papel importante nos fluxos globais de gases de efeito estufa. Esse é outro motivo pelo qual a produção agrícola de bioenergia vem sendo constantemente acusada de degradar o ambiente e de ser emissora de gases como o dióxido de carbono, o óxido nitroso e o metano (Philip Robertson et al., 2000).

Realmente, o aumento da área agrícola destinada à produção de bioenergia é um aspecto polêmico, que ainda precisa ser muito discutido. No entanto, há os que defendem o

sistema de plantio direto como uma forma de sequestrar carbono. Silva e Freitas (2008) condicionam o sucesso ou o fracasso do biodiesel fundamentalmente às “práticas agrícolas que serão utilizadas nos sistemas de produção das diferentes espécies”.

Talvez no longo prazo, com a intensificação dos estudos relativos aos biocombustíveis, estes venham a se tornar substitutos dos derivados de petróleo. Por enquanto, eles são uma alternativa ao uso crescente dos combustíveis fósseis, dos quais claramente somos dependentes.

3.10.5 Óleos lubrificantes

Os óleos lubrificantes representam cerca de 2% dos derivados de petróleo. Ao contrário da maioria dos derivados de origem fóssil, os lubrificantes não são totalmente consumidos durante sua utilização. O uso automotivo representa 60% do consumo nacional desses produtos, principalmente em motores a diesel. Também são muito empregados nas indústrias, em motores estacionários, em sistemas hidráulicos, em turbinas e em ferramentas de corte (Gomes et al., 2008).

Na indústria de mistura e envasilhamento os óleos básicos recebem componentes aditivos em função de necessidades tecnológicas de acordo com os diferentes tipos de aplicação. Esses óleos são usados como lubrificantes de motores de veículos de todas as espécies, lubrificantes de equipamentos industriais e também nas misturas com borracha. Após certo tempo de vida útil perdem alguns componentes importantes e precisam ser substituídos por novo óleo, gerando os óleos lubrificantes usados (Leite, 2003).

Os óleos lubrificantes usados são considerados perigosos pela legislação mundial e pela brasileira por apresentarem características de toxicidade (classificação ABNT NBR 10004). Como eles possuem diversos metais pesados em suas fórmulas, eles podem se infiltrar e contaminar lençóis freáticos e rios. O maior perigo relativo a esses metais é sua capacidade de causar efeitos nocivos à saúde humana, pois muitos deles são comprovadamente cancerígenos. Devido à baixa densidade dos lubrificantes, outro importante impacto produzido pela sua destinação inadequada é a possibilidade de sobrenadarem os lagos e mares, impedindo a oxigenação dos seres vivos e a passagem dos raios solares. Esses óleos não se dissolvem na água, formam películas impermeáveis que impedem a passagem do oxigênio, espalham substâncias tóxicas que podem ser ingeridas pelos humanos direta ou indiretamente (Pereira et al., 2008).

O grau de periculosidade do óleo usado é muito superior ao do petróleo cru, devido às substâncias tóxicas contaminantes: chumbo, compostos clorados, óxidos de enxofre, ácidos diversos e outros. Portanto, a NBR 10004 esclarece que o óleo usado não pode ser lançado no meio ambiente nem ser queimado *in natura*. Sua queima só pode ocorrer de forma controlada e após a remoção dos contaminantes (Tristão et al., 2008).

Leite (2003) assegura que única alternativa de disposição controlada dos resíduos de óleos lubrificantes é a reciclagem dos produtos de pós-consumo desses óleos. Pelo menos é uma maneira de evitar a queima devido à emissão de gases de metais pesados. O processo de reciclagem chama-se rerrefino. É uma operação de alto desempenho técnico, com baixo índice de rejeitos de processo, garantindo uma qualidade similar à do produto novo, mesmo quando reciclado várias vezes, constituindo um produto de alta reciclabilidade técnica.

Leite (2003) descreve a cadeia reversa do setor de óleo lubrificante explicando sobre o seu recolhimento em pontos de coleta:

O setor dos óleos lubrificantes revela-se um exemplo de alto interesse, identificando diversos objetivos estratégicos de revalorização de produtos de pós-consumo por meio da logística reversa. (...) No momento em que a legislação vigente restringiu os ganhos econômicos, as quantidades de materiais reciclados sofreram enorme retração, inclusive com a redução drástica de empresas operando no setor, evidenciando uma fase típica de predominância de fatores econômicos. (...) Mais recentemente, a legislação privilegia o aspecto ecológico de proteção ambiental, voltado para a proteção dos mananciais de água, classificando como altamente contaminantes os óleos usados e atribuindo às empresas da cadeia direta de distribuição a responsabilidade pela organização de sua rede reversa, predominando, dessa maneira, o objetivo estratégico legal nessa nova fase do setor. O fator legal é, portanto, o de maior influência na quantidade de óleo reciclado, sendo responsável pelas variações importantes na rentabilidade dos negócios dos agentes envolvidos no canal reverso (Leite, 2003, pág. 166, 167 e 168).

O óleo lubrificante reciclado pode ser de ótima qualidade. Tristão et al. (2008) comentam que “o óleo básico rerrefinado pode ter qualidade superior à de um básico de primeiro refino, por ser constituído de moléculas remanescentes com maior resistência à oxidação”. O óleo lubrificante é produzido a partir de básicos virgens (de primeiro refino) e, portanto, contém moléculas instáveis, principalmente aquelas contendo ligações duplas, que se oxidarão nas primeiras adversidades. O óleo básico, originado de rerrefino, se processado adequadamente, não contém essas moléculas, que já foram oxidadas na primeira utilização e eliminadas no processo de rerrefino. Além disso, o óleo usado é um recurso que pode retornar à cadeia produtiva por ilimitadas vezes, sofrendo apenas as perdas de cada processamento, gerando vantagens econômicas no caso de países que importam básicos para lubrificantes, como o Brasil (Tristão et al, 2008).

O mercado nacional de lubrificantes voltados para a indústria automotiva passa por um processo de transformação em função de normas estabelecidas pelo PROCONVE. Trata-se das alterações previstas especialmente para os motores a diesel, como já foi explicado anteriormente.

3.10.6 Pneus

Oliveira e Castro (2007) afirmam que “o pneu é produto essencial à segurança dos usuários, garantindo melhor desempenho e estabilidade dos veículos”. O pneu é fabricado basicamente para atender aos hábitos de consumo dos motoristas e usuários de veículos automotores. Sua confecção também considera as condições climáticas e as características do sistema viário por onde os veículos trafegam.

A cada ano, 42 milhões de pneus são descartados como inservíveis no Brasil. Estudos indicam que a decomposição de cada pneu dura 150 anos, período no qual libera gases tóxicos na atmosfera e polui o solo e os lençóis freáticos (ANIP - Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos, 2008).

É crescente a quantidade de empresas que buscam por soluções para o descarte dos seus resíduos, mas muitas vezes os empresários não sabem quem é nem onde estão as entidades que desejam aproveitar o material que seria descartado como lixo. Alguns empreendedores estão enxergando nesse fato uma oportunidade de investimento. A FIERGS (Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul) lançou em 2007 o Banco de Resíduos, cujo objetivo é desenvolver projetos de reaproveitamento de dejetos industriais e estimular a implantação destes processos nas empresas. O Banco de Resíduos lançou um portal na Internet, que promove a comunicação entre os interessados em oferecer e os interessados em receber resíduos (FIERGS, 2008).

Essas iniciativas estimulam o empreendedorismo e, no caso dos pneus inservíveis, já existe no Rio Grande do Sul uma empresa que reaproveita 100% dos materiais componentes – borracha, nylon e aço – não somente a borracha, como acontece na maioria das empresas. Isso graças a uma máquina, adquirida na Itália, composta por 18 equipamentos onde a matéria-prima passa por vários processos de trituração e separação. No final do ciclo, a borracha sai em pó ou pequenos grãos e o aço e o nylon, em pequenos fragmentos. O produto resultante da reciclagem dos pneus descartados pode ser usado como matéria-prima para a fabricação de utensílios de borracha como tapetes, paletes, coxins automotivos, correias automotivas e

industriais, tijolos para queima em caldeiras, tubos, retentores para motores, bombas, encanamentos, solados de calçados, revestimentos de peças metálicas, e pneus para carros de mão, além de gramados sintéticos e pavimentos asfálticos (FIERGS, 2008).

Em estudo sobre a destinação e a reciclagem de pneus inservíveis, Oliveira e Castro (2007) explicam que:

Os pneus podem ser transformados em óleo, gás e enxofre. Além disso, os arames que existem nos pneus radiais podem ser separados por meios magnéticos. (...) A pirólise é um processo de reciclagem utilizado em diversos países. O processo, em termos ambientais, é considerado limpo e conta com um reaproveitamento de mais de 90% dos materiais componentes do pneu (Oliveira e Castro, 2007, pág. 05).

Desse modo existe uma reutilização de materiais que, de outra forma, estariam sendo extraídos da natureza, a maioria em fontes não-renováveis.

A resolução 258 de 1999 do CONAMA estabelece que as empresas fabricantes e as importadoras de pneumáticos são obrigadas a coletar e dar destinação final, ambientalmente adequada, aos pneus inservíveis existentes no território nacional (CONAMA, 1999). Os fabricantes de pneus devem prestar contas ao IBAMA, através da ANIP, da destinação dada aos pneus descartados.

Os pneus ocupam considerável espaço físico, pelo seu tamanho e por apresentarem difícil compactação, coleta e eliminação. Os grandes depósitos ocupam áreas consideráveis e ficam sujeitos à queima acidental ou provocada. Essas queimadas podem provocar grandes prejuízos para a qualidade do ar, devido à liberação de fumaça contendo alto teor de dióxido de enxofre e outras substâncias tóxicas. Vários estudos foram e estão sendo realizados sobre a reciclagem de pneus usados. Porém, ainda não são adequadamente divulgadas à sociedade as questões que envolvem sua destinação inadequada e os prejuízos que ela pode causar ao meio ambiente e à própria saúde do ser humano. (Oliveira; Castro, 2007).

Além da resolução 258 de 1999, a resolução 301 de 2002 do CONAMA também estabelece procedimentos e metas para pneumáticos inservíveis no Brasil. A legislação impôs, a partir de 2002, a obrigatoriedade de destinar corretamente um pneu inservível para cada quatro novos produzidos, importados e reformados. A cada ano, a obrigatoriedade foi crescendo até chegar a cinco pneus para cada quatro pneus reformados a partir de 2005 (CONAMA, 1999 e CONAMA, 2002).

Conforme a ANIP, em 2005 o Brasil atingiu a marca de 100 milhões de pneus destinados de forma ambientalmente correta. O programa de conscientização do descarte

adequado de pneus usados foi implantado em 1999 e atinge várias regiões do Brasil (ANIP, 2008).

Oliveira e Castro (2007) apontam que a solução mais promissora para os pneus inservíveis é recolocá-los nas estradas sob a forma de asfalto. É possível adicionar à composição asfáltica um percentual de borracha de pneu triturada. Essa medida pode aumentar em mais do que o dobro a durabilidade do asfalto. Os autores ainda destacam outros benefícios, como maior aderência e redução sensível dos ruídos de atrito.

3.11 Modelos de avaliação de passivo ambiental

A *Environmental Protection Agency* (EPA) é uma agência americana de proteção ambiental que promove constantes pesquisas e estudos relativos ao meio ambiente. Na década de 90, a EPA começou a reunir documentos de variadas técnicas para estimar passivos ambientais (*environmental liabilities*). Essas ferramentas foram obtidas através de contatos com profissionais de indústrias, de órgãos governamentais, de academias, e através de revistas de contabilidade ambiental. Abaixo estão relacionados procedimentos inteiramente de trabalhos da EPA (1996), que reuniu alguns tipos de passivos ambientais:

- Conformidade - são obrigações referentes às leis, normas e regulamentações aplicadas à disposição, à produção, ao uso, ao manuseio, ao descarte e aos lançamentos de substâncias químicas e outras atividades capazes de afetar o meio ambiente;
- Remediação – são obrigações relacionadas a uma contaminação ou degradação provocada. Podem ser atuais ou futuras;
- Multas e Penalidades – são as obrigações, que as organizações têm, de pagar multas e penalidades estabelecidas por lei;
- Compensação – são obrigações para compensar pessoas ou propriedades por danos particulares;
- Danos penalizados – são os pagamentos por condutas negligentes que são impostas por lei;
- Danos em recursos naturais - são pagamentos pela utilização de recursos naturais que não constituem uma propriedade privada. Os recursos incluem a terra, a água, o ar, a flora e a fauna. O passivo pode surgir de acidentalmente ou não, assim como através do lançamento de substâncias no solo, no ar ou na água.

No mesmo trabalho, a EPA (1996) apresenta metodologias para estimar um passivo ambiental, as quais têm sido formuladas e aplicadas isoladamente, mas também em combinação para cada tipo diferente de passivo ambiental. Dentre essas técnicas, algumas podem ser usadas para estimar o passivo ambiental resultante do consumo de derivados de petróleo em uma empresa de transporte rodoviário de cargas.

- Técnica atuarial (*Actuarial techniques*) – engloba análises estatísticas de dados históricos ou eventos (como acidentes) ou conseqüências (adversas a saúde) que podem conduzir certa empresa ou atividade a produzir um passivo ambiental.

- Julgamento profissional (*Professional judgment*) - envolve experientes análises de profissionais como engenheiros, especialistas ambientais, advogados, cientistas, acadêmicos e técnicos ligados ao setor.

- Engenharia de estimação de custos (*Engineering cost estimation*) – utiliza equações de custo individuais ou agrupadas em modelos para desenvolver custos identificando-os sistematicamente por implementação de atividades requeridas, unidades correspondentes, unidades de custos, fatores de contingência e outras estimações de custos paramétricas.

- Técnicas de análise de decisão (*Decision analysis techniques*) – são empregadas para construir análise experiente, refletindo incertezas na avaliação do passivo. São incertezas referentes à magnitude, probabilidade de ocorrência e determinação do potencial do passivo ambiental. Pretende apresentar os resultados da avaliação do passivo ambiental, produzindo um conjunto de passivos capazes de se desenvolver e suas respectivas possibilidades de existência.

- Modelagem (*Modeling*) – é usada como uma alternativa ou complemento para a análise profissional quando os dados históricos são limitados ou incapazes de serem avaliados. Essa técnica utiliza os custos ou ocorrências de valores visando a simulação de dívidas para muitas variáveis duvidosas ou interações complexas.

- Técnicas de cenário (*Scenario techniques*) – são usadas para descrever e direcionar futuras situações capazes de originar passivos ambientais. Também são empregadas para promover mudanças em políticas de remediações, requerimentos regulatórios, métodos legais para compensar danos em recursos naturais e políticas de aplicação. No caso desta técnica, poucas sinopses podem reunir uma grande quantidade de possibilidades, representando diversas posições e pensamentos, constituindo-se num desafio ao pensamento gerencial.

- Métodos de valoração (*Valuation methods*) – compreendem uma variedade de papéis legais e metodologias econômicas para atribuir valores legais às consequências ambientais. Esses valores servem como base para compensação de passivos por danos em recursos naturais. Basicamente, são técnicas legalmente aceitas para avaliar danos a pessoas, suas propriedades e seus negócios. Incluem práticas plenamente aceitáveis que podem ser desenvolvidas e utilizadas para precificar monetariamente as compensações exigidas em processos legais.

A Agência de Proteção Ambiental (EPA, 1994) dispõe de ferramentas de avaliação para cada tipo de passivo ambiental no que se refere a danos em recursos naturais. Também possui suas respectivas referências bibliográficas para situações como: locais com resíduos perigosos e não-perigosos, tanques de armazenamento subterrâneos suscetíveis a vazamentos e acidentes que podem ocorrer durante o transporte e manuseio de produtos perigosos (tóxicos, inflamáveis, explosivos e corrosivos), contaminando solo, água, ar, afetando a saúde pública e o dia-a-dia da sociedade.

Essa última situação é muito estudada nas empresas de exploração de petróleo, de distribuição e transporte de derivados de petróleo e demais produtos perigosos.

4 DIAGNÓSTICO SITUACIONAL: A ORGANIZAÇÃO

A transportadora está localizada às margens da BR 386 na cidade de Lajeado, no Rio Grande do Sul. Esta empresa atua predominantemente no mercado de transporte rodoviário de combustíveis.

O início das atividades deu-se em setembro de 1985, quando a empresa dispunha de apenas dois veículos e transportava cargas em geral, como açúcar, farelos e grãos.

Em 1991, já mais capitalizada, a empresa adquiriu um posto de combustíveis da bandeira Petrobras. A partir desta aquisição a empresa pôde abastecer seus veículos com o óleo diesel que ela mesma comercializava no posto.

Em 1997, o contrato do posto com a Distribuidora Petrobras findou. A transportadora, nesta ocasião, não renovou este contrato e firmou um novo com uma distribuidora recém-inaugurada, com raízes na mesma cidade. Com esta troca de bandeira, o posto da transportadora tornou-se o primeiro representante desta nova distribuidora.

Em abril de 1998, começou a transportar combustível (álcool hidratado, para veículos movidos a álcool) para a distribuidora, pois esta terceirizou a atividade de transporte de álcool das usinas produtoras até os seus depósitos. Até dezembro daquele ano foi possível transportar todo o álcool necessário para os postos da bandeira nova com apenas um cavalo motor e um semi-reboque tanque com capacidade de 35.000 litros, pois como empresa recente, a distribuidora tinha poucos postos representando sua marca.

No ano seguinte foi necessário ampliar a frota. A empresa passou a transportar também álcool anidro, que é misturado à gasolina usada para locomover veículos. Além disso, a quantidade de postos de combustível da bandeira da distribuidora cresceu significativamente ano após ano, aumentando o volume de vendas de álcool hidratado e gasolina, conseqüentemente elevando o consumo de álcool anidro. Atualmente o percentual deste tipo de álcool misturado à gasolina é de 25%, no País.

Hoje a transportadora já não possui mais o posto de venda de combustíveis, mas tem sua atenção totalmente voltada para o transporte desses produtos. Para tal, dispõe de 11 veículos compostos de cavalo motor e semi-reboques tanque que comportam de 45.000 a 48.000 litros de carga líquida.

As viagens feitas pelos caminhões podem ser tanto interestaduais quanto estaduais. Dependendo da necessidade da distribuidora, os veículos deslocam-se até as usinas produtoras de álcool no Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul, onde carregam o produto e o trazem até os armazéns da distribuidora localizados em Esteio/RS, Ijuí/RS, Lajeado/RS e Rio Grande/RS, o que caracteriza um transporte interestadual. Após a descarga de álcool em Esteio, freqüentemente os veículos são carregados com outro produto disponível nesse armazém. Trata-se de gasolina ou óleo diesel, que são transportados até Ijuí, Lajeado ou Rio Grande, conforme a necessidade, o que caracteriza um transporte somente dentro do Estado.

A gasolina, o álcool e o óleo diesel que movem os veículos automotores são gêneros de primeira necessidade. Portanto, o sistema de abastecimento de combustíveis possui caráter de utilidade pública e o fluxo de sua distribuição é, como diz Mascarenhas (2004) “de insofismável interesse nacional”.

A empresa em questão possui 11 conjuntos de veículos perfeitamente equipados para o transporte de combustíveis, óleos vegetais e derivados não-alimentícios. Todos se deslocam conforme a necessidade da cliente principal, a distribuidora, e ultimamente a transportadora tem atendido também uma indústria de biodiesel.

É oportuna a afirmação de Mascarenhas (2004) de que no ramo de distribuição de combustíveis o monitoramento constante dos equipamentos é fundamental para o gerenciamento ambiental. O controle rígido e a manutenção permanente são providências de extrema importância. A falta desses cuidados possibilita à certas atividades operacionais tornarem-se potenciais causadoras de impactos ambientalmente significativos. Caso algum equipamento esteja em desconformidade com as respectivas normas, imediatamente terão de ser adotadas ações corretivas. No transporte rodoviário de combustível é preciso prevenir ou minimizar, já na fonte geradora, os impactos que possam surgir, de modo a causar o menor dano possível ao ambiente e à sociedade.

O transporte rodoviário conta com vários conjuntos de equipamentos, ou seja, muitas espécies de caminhões (unidade tratora) e muitos tipos de carrocerias e semi-reboques, dependendo das características da carga transportada. No caso desta empresa, os conjuntos são compostos por cavalo trator e semi-reboques do tipo tanque.

4.1 Licenciamento ambiental na atividade de transporte rodoviário de combustíveis

Conforme Mascarenhas (2004), “o licenciamento ambiental é um procedimento administrativo, mediante o qual a administração empresarial busca compatibilizar o desenvolvimento econômico da organização com o uso sustentável dos recursos naturais”. A concessão de licença ambiental está condicionada a um processo pelo qual o órgão ambiental competente analisa as condições apresentadas pelo empreendedor, para a instalação e operação das suas atividades.

Uma vez concedida, a licença ambiental possui vigência por um prazo determinado. Vencido o prazo, ela precisa ser renovada e, para tanto, a empresa deve passar novamente pelo processo de análise citado anteriormente.

Mascarenhas (2004) apresenta um conselho importante para os empreendedores: mesmo de posse do licenciamento ambiental faz-se necessária a adoção de uma administração com consciência ecológica. Essa atitude melhora a imagem da empresa perante a sociedade. Afinal, a garantia da sobrevivência humana não se resume apenas a medidas coativas e punitivas, mas passa, impreterivelmente, pela conscientização ecológica por parte de todos.

A empresa em questão possui licença ambiental expedida pela FEPAM – RS. Sua expedição e renovação estão condicionadas às aferições periódicas dos equipamentos. Além desta licença, para operar, é obrigatório o cadastro no IBAMA, bem como o recolhimento da TCFA (taxa de controle e fiscalização ambiental) para este órgão. A contratação de seguro ambiental também é imprescindível.

A transportadora é registrada na ANTT (Agência Nacional de Transportes Terrestres). Além disso, segue normas técnicas fiscalizadas pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial), e está submetida à fiscalização do DNIT (Departamento Nacional de Infra-Estrutura em Transportes) e da ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis).

5 METODOLOGIA

Para desenvolver a metodologia, foi considerado o período de um ano, ou seja, buscou-se calcular o passivo ambiental proveniente da operação de 11 conjuntos de veículos durante 12 meses, considerando o consumo de óleo diesel, óleos lubrificantes e pneus, que são os derivados de petróleo mais presentes na atividade.

5.1 Descrição dos equipamentos

Cada conjunto de veículos é formado pelo cavalo-motor ou cavalo trator (que é o caminhão propriamente dito) conjugado com dois semi-reboques (chamados de carreta), conforme mostra a Figura 1.



FIGURA 1: Foto de conjunto formado pelo cavalo-trator e dois semi-reboques

O cavalo trator é a unidade propulsora do conjunto. Os cavalos estudados são todos da marca Volvo, modelos FH 12 420 ou 440, tração 6 x 2. Seus anos de fabricação variam de 2000 a 2007. No cavalo trator há dez pneus: dois no primeiro eixo, quatro no segundo eixo e quatro no terceiro eixo. A Figura 2 apresenta um desenho do cavalo trator.

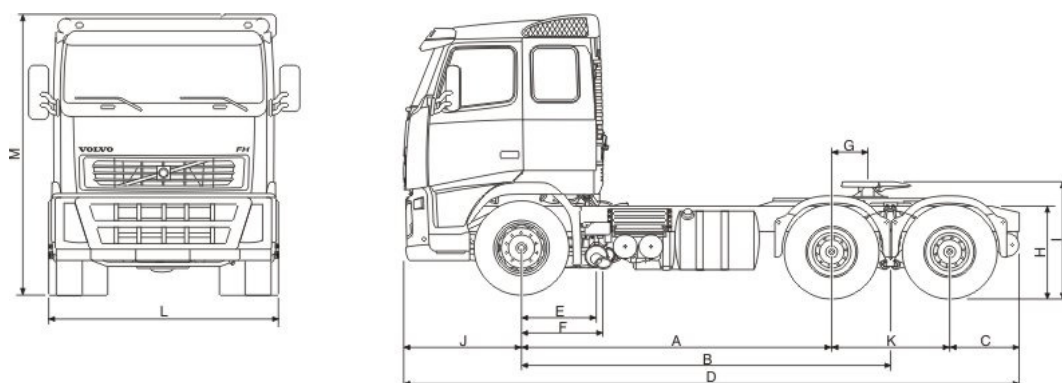


FIGURA 2: Desenho esquemático do cavalo trator. A - Entre-eixos; B - Distância entre eixos teórica; C - Balanço traseiro; D - Comprimento total; E - Distância eixo dianteiro - final da cabine; F - Distância eixo dianteiro - implemento (mínimo); G - Posição da quinta roda; H - Altura do chassi no eixo de tração; I - Distância do 1º ao 2º eixo direcional; J - Raio de giro; K - Distância eixo de tração ao 3º eixo; L- Largura; M - Altura

Fonte: www.volvo.com.br

O semi-reboque é a carreta, em forma de tanque, que acondiciona a carga. No caso deste estudo, essa carreta é formada por dois semi-reboques que, por isso é chamada de bi-trem. Juntos, os dois semi-reboques carregam de 45.000 a 48.000 L de carga líquida. A Figura 3 mostra um exemplo de carreta tanque bi-trem.



FIGURA 3: Foto de carreta bi-trem

Fonte: http://www.random.com.br/Random_Implementos/

Em cada semi-reboque há oito pneus: quatro no primeiro eixo e quatro no segundo eixo.

5.2 Medição dos resíduos emitidos pela queima de óleo diesel

Para quantificar as substâncias resultantes da queima do óleo diesel, ou seja, para medir a opacidade veicular, foi usado um opacímetro. Este aparelho, através da fumaça, mede as emissões gasosas do motor.

Os índices de opacidade foram verificados com os veículos devidamente freados e alavancas de mudança na posição neutra. Foram desligados todos os dispositivos capazes de modificar a aceleração. Os motores encontravam-se em temperatura normal de funcionamento. O manuseio do opacímetro e do software ficou totalmente a cargo dos técnicos do Programa Despoluir. Após o técnico prender a sonda do opacímetro no escapamento, o condutor do veículo operou em média dez acelerações. As medições das três primeiras acelerações foram desconsideradas para compor o resultado final, obedecendo a NBR 13037.

5.3 Medição dos resíduos provenientes do uso de óleos lubrificantes

Os lubrificantes em questão são usados somente no cavalo-trator. As trocas de óleos e filtros são feitas exclusivamente em oficina autorizada pelo fabricante, localizada perto da transportadora.

Durante o uso, os óleos lubrificantes perdem suas características originais, devido ao atrito dos pistões dentro do motor e ao calor gerado, exigindo sua substituição após certo período (Pereira et al., 2008).

Para quantificar os resíduos provenientes da troca de óleos lubrificantes, foram acompanhadas todas as trocas de óleos e filtros na oficina. Esse processo durou doze meses, de março de 2008 a fevereiro de 2009. Também foi acompanhado o caminho que o resíduo de óleo percorre até sua destinação final para verificar se está conforme a resolução número 362 do CONAMA, de 2005. Esta dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado (CONAMA, 2005).

O motor do cavalo-trator utiliza 34 L de óleo para motor. Dependendo do desgaste do motor, é considerado normal um consumo de até 6 L a cada 30.000 km rodados (para os veículos envolvidos neste estudo).

Conforme recomendação do fabricante, o intervalo de troca deve ser definido em função do ciclo de transporte que opera o veículo e as diversas classes de serviço em função do peso transportado, topografia e consumo para cada ciclo (VOLVO, 2007). Ou seja, o intervalo de troca do óleo do motor depende do tipo de serviço que o veículo presta. Nesse estudo de caso, considerando que os veículos transportam o mesmo tipo de produto e percorrem os mesmos trajetos, o óleo do motor deve ser trocado a cada 30.000 km em todos eles. Nessas trocas são substituídos cinco filtros. São três filtros de óleo lubrificante e dois filtros de óleo diesel (um filtro de combustível e um filtro separador de água, também chamado de filtro racor).

Na caixa de mudanças o volume de óleo é de 13,5 L (VOLVO, 2007). Este deve ser trocado a cada 120.000 km, considerando o ciclo de serviço dos veículos da empresa. Em condições normais de trabalho, não há consumo deste óleo, portanto não se complementa o nível antes da quilometragem estipulada para troca, quando todo óleo é trocado por óleo novo. Nessa ocasião também é trocado o filtro de óleo da caixa.

No diferencial o volume de óleo é de 11 L (VOLVO, 2007). De acordo com o ciclo de serviços definido junto ao fabricante para estes veículos, este óleo deve ser trocado a cada 120.000 km. Assim como na caixa de mudanças, no diferencial também não acontece consumo de óleo, não necessitando complementos, apenas troca-se todo óleo usado por óleo novo.

Todos os óleos usados são acondicionados em tambores que comportam de dois a três mil litros, após são encaminhados para uma indústria química que faz reciclagem. Como esta indústria revende o óleo reciclado, ela não cobra pela coleta do óleo usado. Entretanto, considerando que o preço do petróleo está em baixa, o preço final do óleo reciclado é idêntico ao preço do óleo lubrificante novo. Conseqüentemente, as indústrias de reciclagem de óleo usado estão com seus estoques cheios de óleo reciclado que não está sendo absorvido pelo mercado. Portanto, se o preço do petróleo continuar em baixa, as indústrias que reciclam lubrificantes, geralmente as petroquímicas, deixarão esta atividade em segundo plano. É bem possível que em algum momento essas indústrias comecem a cobrar pela coleta de óleo usado. Mesmo que a situação do preço do petróleo mude, é muito provável que destinar corretamente

o óleo usado passe a ter certo custo, em função da quantidade produzida desse resíduo e das exigências por parte dos órgãos ambientais.

É importante ressaltar que caminhões como os da empresa em questão não podem usar óleos reciclados, somente lubrificantes novos e recomendados pelo fabricante dos mesmos (VOLVO, 2007).

Para calcular o custo da destinação ambientalmente adequada do material contaminado, a análise foi feita com base no volume de cada tipo de filtro sujo de óleo após passar pela prensa.

5.4 Medição do desgaste de pneus

Os pneus estudados são usados no cavalo-motor e nos semi-reboques. Para verificar o desgaste dos pneus foi mensurada a quantidade de borracha utilizada em cada unidade, em milímetros. Essa medida foi obtida com o uso do profundímetro digital (digital tread depth gauge) da marca CEN – TECH modelo SKU#95381. Nessa metodologia estão sendo desprezados pneus que “rasgam” ou estouram, pois nestes casos eles são descartados. Portanto, consideramos o desgaste normal da borracha original dos pneus ao longo de sua vida útil.

Cada conjunto de veículos possui 26 pneus: são 10 no cavalo trator, oito no primeiro semi-reboque e oito no segundo semi-reboque. Para melhor diferenciar os pneus entre si, todos foram numerados conforme a Figura 4.

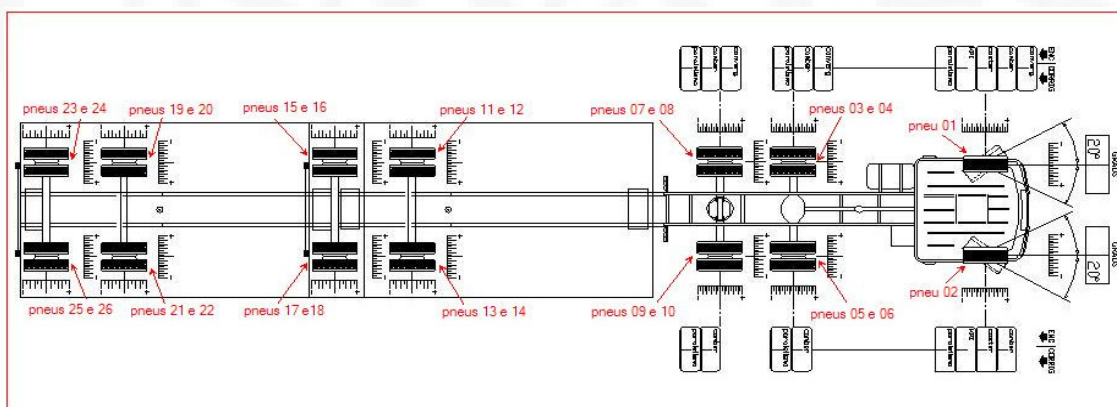


FIGURA 4: Posição dos pneus no conjunto

Fonte: Desenho elaborado pela empresa Rodovale S. A. Implementos Rodoviários para a autora.

Os pneus usados nos veículos são do tipo radial, sem câmara, modelo 295. Os pneus do cavalo-motor são do tipo “liso” no primeiro eixo (dianteira: pneus números 01 e 02) e no terceiro eixo (truck: pneus números 07, 08, 09 e 10), com 15 mm de borracha. Os quatro pneus da tração, ou seja, do segundo eixo (pneus números 03, 04, 05 e 06), são do tipo “borrachudo” e possuem 21 mm de borracha. Os pneus dos dois semi-reboques são todos do tipo “liso”, ou seja, com 15 mm de borracha (pneus números 11 a 26).

Uma vez gasta essa borracha, os pneus precisam necessariamente ser encaminhados para recauchutagem, também chamada de recapagem, caso contrário podem comprometer a segurança da operação. A recauchutagem consiste na reposição da borracha gasta, o que permite ao pneu rodar por mais alguns milhares de quilômetros.

É importante salientar que no primeiro eixo do cavalo-motor (a dianteira: pneus números 01 e 02), não é permitido usar pneus recapados. Então, quando eles estão com os 15 mm de borracha gastos, eles são substituídos por pneus novos.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Emissão de poluentes pelo consumo de óleo diesel

A Figura 5 mostra o técnico fazendo a medida utilizando o opacímetro.



FIGURA 5: Técnico do Programa Despoluir inserindo a sonda do opacímetro no escapamento do caminhão

Fonte: www.cnt.org.br

A Tabela 2 apresenta as medidas das aferições realizadas com o opacímetro. Na primeira coluna, encontra-se o número de cada veículo. Na segunda coluna consta o ano de fabricação de cada um. Na última coluna estão os resultados das aferições feitas com o uso do opacímetro. O valor limite de emissão para cada veículo é $1,10 \text{ m}^{-1}$. Esse limite é sugerido

pelo próprio programa Despoluir, baseado em dados técnicos, tais como tipo de motor, marca, modelo, potência e peso de cada tipo de caminhão.

TABELA 2 - Resultados das aferições feitas com o uso de opacímetro

VEÍCULO	ANO DE FABRICAÇÃO	OPACIDADE (K) MÉDIA AFERIDA (m^{-1})
1	2000	0,55
2	2000	0,58
3	2001	0,46
4	2002	0,32
5	2002	0,51
6	2002	0,64
7	2004	0,46
8	2004	0,27
9	2005	0,27
10	2007	0,32
11	2007	0,29

Nenhum dos veículos utilizados neste estudo ultrapassou o limite de emissões, lembrando que o diesel consumido é o B3 interior, que contém 3% de biodiesel e 1800 ppm de enxofre. Assim, considerando os limites atuais, os veículos avaliados desta transportadora estão emitindo poluentes dentro dos parâmetros considerados normais pelo programa Despoluir. É válido ressaltar que os motores eletrônicos, se conservados com as características originais, são menos poluentes que os motores convencionais (VOLVO, 2007).

É possível observar que os caminhões mais antigos mostraram um índice de poluição levemente superior. Dos 11 caminhões, oito possuem mais de cinco anos de uso. Destes oito, apenas dois apresentaram uma emissão idêntica à dos caminhões mais novos. Isso significa que mesmo fazendo manutenção preventiva nos veículos mais velhos, os mais novos geralmente espelham menores emissões, em virtude de serem tecnologicamente mais evoluídos.

Em sua “Análise de gases e opacidade em frota cativa utilizando biodiesel B20”, Teles et al. (2006) realizaram uma avaliação puramente comparativa entre o desempenho de um mesmo veículo submetido ao óleo diesel comum e ao óleo diesel com uma mistura de 20% de biodiesel. Nas medições de emissões de poluentes foi usado um opacímetro de mesma marca

e modelo que o equipamento usado nos onze caminhões desta pesquisa. Os autores concluíram que o uso do diesel B20 reduziu, em média, em 18% a opacidade em relação ao uso do óleo diesel convencional.

Mesmo com as emissões abaixo do limite, os veículos dessa empresa consomem muito óleo diesel e sua combustão libera certa quantidade de poluentes na atmosfera. Não há como operar sem poluir, mesmo que em pouca quantidade, pois o óleo diesel é a matéria-prima que move o transporte rodoviário. Então, qual seria a participação dessa empresa no processo de “sujar” o ar que respiramos? Qual é a extensão de suas responsabilidades no que se refere às mortes que ocorrem devido a doenças causadas pelo ar poluído?

É impossível quantificar a proporção de “culpa” de um veículo ou de um transportador quanto aos poluentes emitidos. Apenas tem-se a certeza de que, quanto maior o percentual de biodiesel presente no óleo diesel, menor é a emissão de poluentes causadores do efeito estufa (Maziero et al., 2006).

Para atingir o objetivo desta pesquisa, que foi encontrar um valor financeiro para o passivo ambiental provocado pela transportadora, no caso do óleo diesel, não foi possível encontrar um valor monetário. Não foi encontrado um método adequado para fixar um “preço” da fumaça e dos poluentes emitidos. Até o momento de conclusão deste trabalho, não havia nenhuma iniciativa nesse sentido, nem notícia de aquisição de créditos de carbono por parte de alguma empresa do ramo intencionada em compensar suas emissões.

6.2 Emissão de resíduos pelo consumo de óleos lubrificantes

Os filtros usados foram inicialmente prensados, não apenas para liberar o excesso de óleos, mas também para compactar os resíduos. Nesse caso, a empresa que recolhe os resíduos, cobra taxa de coleta por metro cúbico coletado. Então, quanto menor o volume de resíduos, menor é o custo para descartá-los de forma ambientalmente adequada. Assim como os filtros, podem haver mais materiais contaminados com lubrificantes que são juntamente acondicionados em contêineres: estopas, vidros e fibras, principalmente. Cada contêiner comporta sete metros cúbicos de resíduos e é coletado por uma transportadora ambientalmente licenciada para movimentar esse tipo de material. O custo desse transporte é de R\$ 100,00 por metro cúbico. A entrega do material é feita para uma empresa gerenciadora de resíduos, devidamente licenciada, que fica em outra cidade, a 150 km de distância. Para receber o resíduo e destiná-lo adequadamente esta gerenciadora cobra R\$ 192,00 por cada

metro cúbico de material. A Figura 6 mostra um filtro antes de ser prensado ao lado de um filtro já prensado.



FIGURA 6: Filtro descartado e filtro descartado prensado

O óleo usado, apesar de ser um resíduo tóxico, é comprado e coletado por empresas rerrefinadoras cadastradas na ANP, desestimulando assim o seu despejo nas redes de esgotos (Gomes et al, 2008). No caso em questão, a transportadora efetua as trocas de óleo na oficina autorizada pelo fabricante e esta oficina destina o óleo usado para o rerrefino sem vendê-lo.

Considerando que cada veículo percorre uma distância de 12.500 km ao mês, os resíduos contaminados por óleos usados foram quantificados separadamente de acordo com a troca de óleo do motor, a troca de óleo da caixa de mudanças e a troca de óleo do diferencial.

6.2.1 Óleo lubrificante do motor

Uma distância média de 12.500 km ao mês significa que equivale à média de 150.000 km percorridos em um ano por cada veículo. Como a troca de óleo do motor precisa ser feita a cada 30.000 km, faz-se cinco trocas de óleo do motor a cada ano em cada um dos 11 veículos.

A destinação do óleo usado para a reciclagem, por enquanto não possui custo algum. Portanto, buscou-se o custo com a destinação dos resíduos contaminados, que são os filtros. Por ocasião da troca de óleo do motor foram trocados também os cinco filtros. Anualmente isso constitui uma troca de 25 filtros por veículo. O volume de cada filtro do motor, após ser

prensado, foi de $7,6 \times 10^{-4} \text{ m}^3$. O volume de 25 filtros prensados foi de $1,9 \times 10^{-2} \text{ m}^3$. Como são 11 veículos, tem-se que, por ano, a frota produz cerca de $2,1 \times 10^{-1} \text{ m}^3$ de resíduo contaminado com óleo lubrificante de motor usado.

6.2.2 Óleo lubrificante da caixa de mudanças

A troca de óleo da caixa de mudanças foi feita a cada 120.000 km. Como cada veículo percorre 150.000 km ao ano, tem-se que este óleo precisa ser trocado 1,25 vezes nesse período. Nesse caso, a destinação adequada do óleo usado também não possui custo. Na caixa de mudanças há apenas um filtro, seu volume é de $4,2 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ e deve ser trocado a cada 1,25 anos. Multiplicando-se o volume por 1,25 obtém-se um volume anual de $5,3 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ de resíduo produzido por cada veículo. Os onze veículos produzem $5,8 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ de resíduo contaminado por lubrificante da caixa a cada ano.

6.2.3 Óleo lubrificante do diferencial

Assim como ocorre com a caixa de mudanças, o óleo do diferencial também deve ser trocado a cada 120.000 km, ou seja, 1,25 vezes ao ano. O óleo usado é destinado à reciclagem sem custo algum. Como não há filtros de óleo no diferencial também não há resíduo contaminado com esse óleo usado. Assim, não há custo com destinação de resíduos de óleo lubrificante no diferencial.

A Tabela 3 mostra o custo anual para a destinação adequada do material contaminado dos onze veículos da frota estudados.

TABELA 3 - Volume de resíduo produzido em cada parte do caminhão

Partes que utilizam óleo lubrificante	Volume (m^3)	Preço para destinação do resíduo (R\$)
Motor	$2,1 \times 10^{-1}$	61,32
Caixa de mudanças	$5,8 \times 10^{-3}$	1,69
Total	$2,2 \times 10^{-1}$	63,01

Para calcular o custo da destinação do resíduo dos filtros do motor e da caixa tomou-se o valor de R\$ 100,00 por metro cúbico, referente ao transporte; e R\$ 192,00 por metro cúbico, referente ao encaminhamento para o aterro sanitário.

Por ocasião da lavagem dos veículos, é possível que na água usada para a limpeza se encontrem resíduos de óleos e graxas, além do lodo e dos produtos de limpeza. Para

identificar a quantidade aproximada de óleos e graxas foram coletadas algumas amostras de água após o seu uso na lavagem dos equipamentos. Elas foram analisadas por meio de gravimetria/Extração Soxhlet, para verificar a quantidade de óleos e graxas totais que estavam presentes.

As amostras coletadas antes de passar pela caixa separadora de água e óleo (efluente bruto) apresentaram uma quantidade de 32,8 miligramas de óleos e graxas por litro. As amostras coletadas após a passagem do efluente pela caixa separadora (efluente tratado) apresentaram 10,3 miligramas de óleos e graxas por litro.

Uma lavagem de veículo consome em média 400 litros de água. Cada um dos onze veículos é lavado uma vez ao mês. Anualmente são feitas 132 lavagens nessa frota, o que resulta num total de 52.800 litros de efluente (água suja). Mesmo após passar pela caixa separadora de água e óleo, cada litro de efluente ainda possui em média 10,3 miligramas de óleos e graxas. Tem-se, então, que a cada ano essa frota produz um resíduo de 543,84 gramas de óleos e graxas liberados para a rede de esgotos, em virtude da limpeza dos equipamentos.

6.3 Consumo de borracha no desgaste de pneus

O preço da recapagem varia em função da quantidade e da qualidade da borracha que é usada. No caso desta transportadora, na recauchutagem é recolocada a mesma quantidade de borracha que foi gasta: 21 mm nos pneus da tração (números 03, 04, 05 e 06) e 15 mm nos demais pneus.

A borracha considerada na recapagem de todos os pneus é a de maior qualidade existente no mercado gaúcho. É também a mais cara, e a que permite rodar por uma maior quilometragem. O custo dessa recapagem depende da quantidade de borracha que será recolocada. Uma quantidade de 21 mm custa R\$ 360,00 por pneu. Uma quantidade de 15 mm custa R\$ 320,00 por pneu.

Para processar os resultados, considerou-se que cada um dos veículos roda 12.500 km ao mês. Para quantificar o passivo considerou-se o período de 12 meses.

A Figura 7 apresenta pneus do tipo “liso”, que possuem ainda 6 mm de borracha, conforme a medição feita pelo profundímetro. A Figura 8 retrata pneus novos do tipo “borrachudo”, que ficam no eixo da tração no cavalo motor.



FIGURA 7: Pneus lisos usados, com 6 mm de borracha



FIGURA 8: Pneus borrachudos novos, com 21mm de borracha

A Tabela 4 apresenta a quantidade de quilômetros que cada pneu, na sua posição, consegue rodar até gastar o limite de 21 mm de borracha no caso dos pneus da tração, e 15 mm de borracha no caso dos demais pneus.

TABELA 4 - Quantidade de quilômetros que cada pneu pode rodar até atingir o ponto de recapagem

Eixo e posição do pneu no conjunto	Quantidade de quilômetros rodados até atingir o gasto limite de borracha
1° eixo do CM: 01 e 02	95.000
2° eixo do CM (tração): 03, 04, 05 e 06	85.000
3° eixo do CM: 07, 08, 09 e 10	210.000
1° eixo do 1° SR: 11, 12, 13 e 14	170.000
2° eixo do 1° SR: 15, 16, 17 e 18	145.000
1° eixo do 2° SR: 19, 20, 21 e 22	170.000
2° eixo do 2° SR: 23, 24, 25 e 26	145.000

SR = semi-reboque; CM = cavalo motor

O 3° eixo do cavalo motor pode ser suspenso quando o conjunto está sem carga. O mesmo pode ser feito com o 1° eixo do primeiro semi-reboque e com o 1° eixo do segundo semi-reboque. Isso explica a maior quilometragem que pode ser feita nesses eixos, com os pneus nº 07, 08, 09, 10 (3° eixo do CM); 11, 12, 13, 14 (1° eixo do 1° SR) e 19, 20, 21, 22 (1° eixo do 2° SR), antes de efetuar a primeira recapagem.

Considerando a quilometragem da Tabela 3 e considerando também que cada veículo percorre uma média de 12.500 km a cada mês, calculou-se o custo anual das recapagens por veículo.

O pneu, para passar pela recapagem, não deve apresentar cortes ou deformações. A banda de rodagem deve estar em condições que permitam sua aderência ao solo, caso contrário a segurança fica comprometida (Oliveira; Castro, 2007).

6.3.1 Pneus do primeiro eixo do cavalo motor

Os pneus números 01 e 02 possuem 15 mm de borracha, rodam 12.500 km por mês e precisam ser recapados após 95.000 km de uso, isto nos fornece uma média de 7,6 meses para que o pneu perca 15 mm de borracha. A cada 7,6 meses faz-se uma recapagem, portanto foram feitas 1,58 recapagens por ano. O custo de recapagem colocando 15 mm de borracha é de R\$ 320,00 por pneu. Gastaram-se R\$ 505,60 em cada um dos dois pneus do primeiro eixo do cavalo motor. A cada ano, por veículo, gastaram-se R\$ 1.011,20 de borracha no primeiro eixo do cavalo motor.

É importante retomar que neste eixo, por ser dianteiro, não se utiliza pneus recapados. Assim, nesse eixo colocam-se dois pneus novos a cada 7,6 meses e os antigos recapados são colocados nos semi-reboques.

6.3.2 Pneus do segundo eixo do cavalo motor

Os pneus números 03, 04, 05 e 06 também rodam 12.500 km por mês e, por estarem na tração, sofrem maior desgaste, portanto eles possuem 21 mm de borracha. A cada 85.000 km de uso, ou seja, a cada 6,8 meses eles precisam ser recapados. Isso significaram 1,76 recapagens anuais em cada um dos quatro pneus. A recapagem com 21 mm custa R\$ 360,00, obtendo-se um total de R\$ 633,60 de custo anual por pneu. Em cada um dos onze veículos gastaram-se R\$ 2.534,40 de borracha por ano no eixo da tração.

6.3.3 Pneus do terceiro eixo do cavalo motor

Os pneus números 07, 08, 09 e 10 são os pneus que menos rodam considerando o conjunto com 26 pneus. Quando não há carga sendo transportada, este eixo é suspenso e os pneus não entram em contato com a camada asfáltica. Eles possuem 15 mm de borracha e podem rodar por 210.000 km até necessitar de recapagem. Os pneus rodam 12.500 km por mês, sendo que precisam ser recapados após 16,8 meses de uso. Isso consistiu em 0,71 recapagem ao ano; considerando o preço de recapagem de R\$ 320,00, encontrou-se um custo anual de R\$ 227,20 de borracha por pneu, perfazendo um custo anual de R\$ 908,80 no terceiro eixo, por veículo.

6.3.4 Pneus do primeiro eixo do primeiro semi-reboque

Os pneus números 11, 12, 13 e 14, com 15 mm de borracha percorrem um total de até 170.000 km, sendo que rodam 12.500 km por mês, tem-se uma recapagem a cada 13,6 meses. A partir daí obtém-se 0,88 recapagem ao ano, perfazendo um total de R\$ 281,60 por veículo por ano. O custo anual das recapagens dos quatro pneus nesse eixo somou R\$1.126,40 por veículo. Vale lembrar que este é o eixo a ficar suspenso quando não há carga.

6.3.5 Pneus do segundo eixo do primeiro semi-reboque

Os pneus números 15, 16, 17 e 18 rodam até 145.000 km para gastar os seus 15 mm de borracha. Isto significa uma recapagem a cada 11,6 meses ou 1,03 recapagens ao ano para cada pneu. O custo de recapagem por pneu em um ano foi de R\$ 329,60. O custo anual por eixo foi R\$ 1.318,40 em cada veículo.

6.3.6 Pneus do primeiro e do segundo eixo do segundo semi-reboque

No segundo semi-reboque o gasto de borracha é idêntico ao gasto observado nos pneus do primeiro semi-reboque. Os pneus do primeiro eixo, de números 19, 20, 21 e 22, rodam 170.000 km até necessitar reposição de borracha. O custo anual para cada veículo é de R\$ 1.126,40 neste eixo. Os pneus do segundo eixo, que fica suspenso quando não há carga, rodam 145.000 km. São os pneus números 23, 24, 25 e 26. O custo anual de reposição de borracha nos pneus desse eixo consiste em R\$ 1.318,40 por veículo.

A Tabela 5 apresenta um resumo de todos os dados coletados referentes ao desgaste dos pneus.

TABELA 5 – Custo anual de recapagem de cada pneu

Eixo	Número do pneu	Quantidade de borracha que possui (mm)	Nº meses rodados até recapar	Recapagens ao ano	Preço da recapagem (R\$)	Total
1º CM	01	15	7,6	1,58	320,00	505,60
1º CM	02	15	7,6	1,58	320,00	505,60
2º CM	03	21	6,8	1,76	360,00	633,60
2º CM	04	21	6,8	1,76	360,00	633,60
2º CM	05	21	6,8	1,76	360,00	633,60
2º CM	06	21	6,8	1,76	360,00	633,60
3º CM	07	15	16,8	0,71	320,00	227,20
3º CM	08	15	16,8	0,71	320,00	227,20
3º CM	09	15	16,8	0,71	320,00	227,20
3º CM	10	15	16,8	0,71	320,00	227,20

1º-1ºSR	11	15	13,6	0,88	320,00	281,60
1º-1ºSR	12	15	13,6	0,88	320,00	281,60
1º-1ºSR	13	15	13,6	0,88	320,00	281,60
1º-1ºSR	14	15	13,6	0,88	320,00	281,60
2º-1ºSR	15	15	11,6	1,03	320,00	329,60
2º-1ºSR	16	15	11,6	1,03	320,00	329,60
2º-1ºSR	17	15	11,6	1,03	320,00	329,60
2º-1ºSR	18	15	11,6	1,03	320,00	329,60
1º-2ºSR	19	15	13,6	0,88	320,00	281,60
1º-2ºSR	20	15	13,6	0,88	320,00	281,60
1º-2ºSR	21	15	13,6	0,88	320,00	281,60
1º-2ºSR	22	15	13,6	0,88	320,00	281,60
2º-2ºSR	23	15	11,6	1,03	320,00	329,60
2º-2ºSR	24	15	11,6	1,03	320,00	329,60
2º-2ºSR	25	15	11,6	1,03	320,00	329,60
2º-2ºSR	26	15	11,6	1,03	320,00	329,60

Somando os custos de recapagens por eixo, temos que esse gasto anual representa R\$ 9.344,00 por veículo. A Tabela 6 apresenta a soma dos custos anuais de recapagens por eixo, referente a um veículo. Multiplicando essa soma pelo número de veículos, que são onze, obtém-se um custo anual de R\$ 102.784,00 com desgaste de borracha.

TABELA 6 – Custo anual de recapagens por eixo de cada veículo

Eixo	Custo anual de recapagens
1º CM	R\$ 1.011,20
2º CM	R\$ 2.534,40

3° CM	R\$ 908,80
1°-1°SR	R\$ 1.126,40
2°-1°SR	R\$ 1.318,40
1°-2°SR	R\$ 1.126,40
2°-2°SR	R\$ 1.318,40
Gasto anual total por veículo	R\$ 9.344,00

O consumo de borracha decorre do contato do pneu com a superfície asfaltada. A borracha consumida fica na rodovia, sobre o asfalto. As chuvas movem esse resíduo para as margens da estrada, onde ficam depositados no solo ou são carregados para os recursos hídricos.

Somando os custos ambientais obtidos com a destinação de lubrificantes usados e material contaminado (R\$ 63,01 x 11) com a reposição de borracha nos pneus, chegou-se a um passivo ambiental de R\$ 103.477,11 ao ano. A Tabela 7 apresenta um resumo destes custos.

TABELA 7 - Total de custos com resíduos de lubrificantes e recapagens de pneus por ano

Custos Anuais	Por veículo (R\$)	Total (R\$) 11 veículos
Destinação do material contaminado com lubrificante	63,01	693,11
Recapagens	9.344,00	102.784,00
Passivo Total	9.407,01	103.477,11

Como foi colocado anteriormente, a empresa não dispense recursos com a destinação das emissões provenientes do consumo de óleo diesel. Assim, verifica-se que o passivo ambiental é a soma dos custos com destinação dos resíduos contaminados por óleo diesel com os custos de reposição de borracha gasta nos pneus.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O passivo ambiental anual apurado para esta transportadora que opera com onze veículos foi de R\$ 103.477,11 no que se refere a óleos lubrificantes e pneus. Para entender o que isso significa é necessário fazer uma reflexão profunda sobre esse resultado que podemos chamar de superficial, pois pesquisamos apenas alguns dos inúmeros aspectos envolvidos no transporte rodoviário de cargas.

Do total, R\$ 102.784,00 são referentes à reposição de borracha nos pneus, o que na verdade não pode ser considerado como passivo ambiental. Assim como o óleo diesel, matéria prima sem a qual não acontece o transporte, a reposição de borracha é um custo operacional. No que se refere a pneus, o passivo ambiental remete ao resíduo, ou seja, à destinação final do pneu inservível, a carcaça. Esse custo com a destinação correta da carcaça a empresa não possui, pois ao serem considerados inservíveis pela transportadora de combustível, eles são vendidos a transportadores de cargas em geral, pois para este tipo de operação os pneus ainda servem. Assim, tem-se que o passivo ambiental do transporte rodoviário de cargas no caso desta empresa representa anualmente um valor de R\$ 693,11; ou seja, aproximadamente R\$ 700,00. Esse valor refere-se apenas à destinação correta dos resíduos contaminados com óleos lubrificantes e óleos usados.

A impossibilidade de quantificar monetariamente o custo ambiental dos poluentes emitidos pela queima de óleo-diesel, justificada pela falta de estudos nesse sentido, omitiu o retrato mais preocupante da degradação cometida pelo transporte rodoviário de cargas: o ar poluído que inalamos. Uma vez despejada a fumaça no ar, esse custo deixa de ser somente ambiental e passa a ser principalmente social, considerando os altos gastos em saúde pública para tratar doenças respiratórias.

Mesmo estando as emissões desta empresa abaixo do limite que separa veículos poluidores de não-poluidores, a emissão existe. O consumo do óleo diesel é grande, pois se trata do principal insumo para movimentar mercadorias pelo país, considerando a grande dependência do setor rodoviário para operar com o mínimo de eficiência logística.

Outro aspecto importante a ressaltar é o custo com a destinação de resíduos provenientes do uso de óleos lubrificantes. Como já foi mencionado, este custo tende a aumentar, considerando aspectos econômicos e também o aumento constante do volume desse tipo de resíduo.

É importante mencionar que o consumo de borracha através do desgaste de pneus e o consumo de óleo diesel também dependem de como o veículo é operado pelo condutor. No caso dos condutores desta empresa, todos são treinados para condução econômica, portanto operam de maneira bastante similar, o que permitiu que os dados relativos ao consumo dos insumos ficassem iguais, desconsiderando eventos excepcionais como acidentes, estragos e quebras de componentes.

A quilometragem média mensal de 12.500 km feita por cada veículo, que serviu de base para a elaboração deste trabalho, implica em um faturamento mensal de R\$ 16.000,00 por veículo. O faturamento anual médio dos 11 veículos é R\$ 2.112.000,00. O passivo ambiental anual desta frota resultou em R\$ 693,11. Ao dividirmos o valor do passivo pelo valor do faturamento, temos que o passivo ambiental da frota, atualmente, implica em 0,03% do faturamento.

Levando em conta que esta frota movimenta mais de 21 milhões de litros de combustível por ano, o passivo ambiental apurado não parece ser um valor muito alto. No entanto é preciso lembrar que, além de o custo com emissões não ter sido computado, essa empresa opera dentro de padrões ambientais muito rígidos. Esses custos operacionais, que constituem o passivo de conformidade, não foram considerados no objetivo da presente pesquisa.

PROPOSTAS DE CONTINUIDADE DA PESQUISA

Sem dúvida a proposta mais importante é elaborar uma metodologia capaz de traduzir a emissão de poluentes da atividade em valores financeiros. A sugestão mais adequada seria encontrar uma relação de valores que pudesse permitir às empresas do setor compensar suas emissões com o plantio ou cultivo de árvores. Em outras palavras, seria elaborar uma política de créditos de carbono para os transportadores rodoviários de carga no Brasil, considerando as condições de desenvolvimento desse tipo de prestação de serviços e sua importância para o país.

No presente trabalho não foi discutida a destinação de carcaças de pneus pelo fato de a empresa não utilizar os pneus até a exaustão. Mas é um assunto muito importante para o setor de transporte rodoviário, uma vez que no Brasil ainda não está consolidada a proibição da importação de pneus usados, que vigora nos países desenvolvidos há muito anos.

A questão do efluente resultante da lavagem dos veículos é outro aspecto que merece estudos aprofundados. Pesquisas específicas nesse sentido podem revelar o nível de aproveitamento da água, a eficiência da caixa separadora de água e óleo e várias outras informações que podem contribuir inclusive para diminuir custos operacionais.

Como o desenvolvimento da presente pesquisa deu-se em condições normais de operação do transporte rodoviário, não foram considerados acontecimentos esporádicos. Eventos ambientalmente trágicos, como derramamentos de cargas inflamáveis devido a acidentes de trânsito ainda acontecem com frequência nas rodovias do nosso País. Os acidentes químicos ampliados no contexto da vigilância em saúde ambiental são um importante campo para desenvolver pesquisas e estudos de prevenção, já que se trata de uma questão de saúde pública, além de ecológica.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004 – Resíduos sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro, 2004, 71 pág.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13037 – Veículos rodoviários automotores – Gás de escapamento emitido por motor diesel em aceleração livre – Determinação da opacidade**. Rio de Janeiro, 2001, 5 pág.

AGÊNCIA ESTADO. **Petrobras: carro defasado pode impedir meta ambiental**. Disponível em: http://www.intelog.net/site/default.asp?TroncoID=907492&SecaoID=508074&SubsecaoID=T715548&Template=../artigosnoticias/user_exibir.asp&ID=706316. Acesso em: 27 nov. 2007.

ANIP – Associação Nacional de Indústria de Pneumáticos. **Reciclagem de Pneus**. Disponível em: <http://www.anip.com.br>. Acesso em: 10 fev. 2008.

BERNA, Vilmar. **A consciência ecológica na administração: passo a passo na direção do progresso com respeito ao meio ambiente**. São Paulo: Paulinas, 2005.

BRAGA, Políbio. **Saiba como o RS vai mudar seu modal de transportes**. Disponível em: <http://www.intelog.com.br>. Acesso em: 13 out. 2007.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 31 jan. 2009.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Plano Nacional de Agroenergia**. Brasília, 2005. 120 pág. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/5207.html>. Acesso em: 15 jan. 2009.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Boletim dos Combustíveis Renováveis**. 13ª. Edição, janeiro de 2009. Disponível em: www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2009/03_marco/Boletim_janeiro_de_2009.pdf. Acesso em: 11 ago. 2009.

BRASIL. **Lei 11.097 de 13 de janeiro de 2005**. Disponível em: www.anp.gov.br. Acesso em: 15 jan. 2009.

BRASIL. **Resolução ANP nº 19 de 22 de junho de 2007**. Disponível em: www.anp.gov.br. Acesso em: 15 jan. 2009.

CNT - Confederação Nacional do Transporte. **Programa Ambiental do Transporte – Despoluir**. Disponível em: <http://www.cnt.org.br>. Acesso em 15 out. 2007.

CIDADE, Lia M. P.; MIGLIORIN, Denise M. P.; ROSA, Leandro C. **Por que introduzir a gestão ambiental nas organizações.** Estudo & Debate / Univates – Centro Universitário. Ano 6, n.2, 1999. Lajeado: UNIVATES, 2000.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 258 de 26 de agosto de 1999.** Disponível em: http://www.cntdespoluir.org.br/Downloads/CONAMA_RES_CONS_1999_258.pdf. Acesso em: 02 set. 2009.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 301 de 21 de março de 2002.** Disponível em: http://www.mp.ba.gov.br/atuacao/ceama/material/legislacoes/residuos/resolucao_CONAM_301_2002.pdf Acesso em: 02 set. 2009.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 315 de 29 de outubro de 2002.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=337>. Acesso em: 02 set. 2009.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 362 de 27 de junho de 2005.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res36205.xml>. Acesso em: 02 set. 2009.

CONTADOR, José Celso. **Planejamento estratégico: recomendações sobre os ambientes externo e interno.** Revista de Administração de Empresas, vol. 35, n. 2, março/abril de 1995, pág. 43 – 56.

COSTA NETO, Pedro R.; ROSSI, Luciano F. S.; ZAGONEL, Giuliano F.; RAMOS, Luiz P. **Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras.** Química Nova, 23 (4), 2000.

DONAIRE, Denis. **Gestão ambiental na empresa.** 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 1999.

EPA (US Environmental Protection Agency). **Valuing potential environmental liabilities for managerial decision-making: a review of available techniques.** Publication 742-R-96-003, Washington DC, 1996. Disponível em: <http://www.epa.gov>. Acesso em: 01 fev. 2008.

EPA (US Environmental Protection Agency). **Comments on proposed NOAA/DOI regulations on natural resource damage assessment.** Washington DC, EPA, October, 1994. Disponível em: <http://www.epa.gov>. Acesso em: 10 dez. 2008.

FERREIRA, Aracéli C. S. **Contabilidade ambiental: uma informação para o desenvolvimento sustentável.** São Paulo: Atlas, 2003.

FIERGS – Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul. **Banco de Resíduos.** Disponível em: <http://www.bancossociaisrs.org.br/bancoderesiduos>. Acesso em: 10 fev. 2008.

FONTANA, Adriane M.; AGUIAR, Edson M. **Logística, Transportes e Adequação Ambiental.** In: CAIXETA-FILHO, José V.; MARTINS, Ricardo S. (Org.). Gestão logística do transporte de cargas. São Paulo: Atlas, 2001.

GALDINO, Carlos A. B.; SANTOS, Esmeraldo M.; PINHEIRO, José I.; MARQUES JÚNIOR, Sérgio; RAMOS, Rubens E. B. **Passivo ambiental: revisão teórica de custos na indústria do petróleo.** Revista Produção, v.14, n.1, 2004.

GALDINO, Carlos A. B.; SANTOS, Esmeraldo M.; PINHEIRO, José I.; MARQUES JÚNIOR, Sérgio; RAMOS, Rubens E. B. **Passivo ambiental das organizações: uma abordagem teórica sobre a avaliação de custos e danos ambientais no setor de**

exploração de petróleo. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba-PR, 23 a 25 de outubro de 2002.

GEIPOT (Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes). **Anuário Estatístico dos Transportes 1996-2000.** Disponível em: <http://www.geipot.gov.br/anuario2001/complementar/tabelas/722.xls>. Acesso em: 22 jan. 2008.

GIL, Antonio C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5ª. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GOMES, Priscila L.; OLIVEIRA, Vinícius B. P; NASCIMENTO, Elson A. **Aspectos e impactos no descarte de óleos lubrificantes: o caso das oficinas.** IV Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Niterói-RJ, 31 de julho a 02 de agosto de 2008.

HOLLINS, Margaret; and PERCY, Susan. **Environmental liability for contaminated land – towards a European consensus.** Land Use Policy, vol. 15, n. 2, pág. 119 – 133. Elsevier Science Ltd: 1998. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 15 jan. 2009.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas da ONU.** Disponível em: <http://www.ipcc.ch/pdf/supporting-material/expert-meeting-report-scenarios.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2008.

JIN, Di and POWELL, Hauke L. K. **On the optimal environmental liability limit for marine oil transport.** Marine Policy Center, Woods Hole Oceanographic Institution. Woods Hole: 1998. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 15 jan. 2009.

KEEDI, Samir. **Transportes, unitização e seguros internacionais de carga: prática e exercícios.** 2ª. Ed. São Paulo: Aduaneiras, 2003.

KINLAW, Dennis C. **Empresa competitiva e ecológica: desempenho sustentado na era ambiental.** São Paulo: Makron Books, 1997.

KRAEMER, Maria Elisabeth Pereira. **Contabilidade Ambiental como sistema de informações.** Revista Brasileira de Contabilidade, ano XXXI, n. 133, janeiro/fevereiro 2002, pág. 69 – 83.

KRAEMER, Maria Elisabeth Pereira. **Passivo Ambiental.** Disponível em: www.amda.org.br/objeto/arquivos/107.pdf. Acesso em: 15 jan. 2009

LEITE, Paulo R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade.** São Paulo: Prentice Hall, 2003.

LOPEZ, José. M. C. **Os custos logísticos do comércio exterior brasileiro.** São Paulo: Aduaneiras, 2000.

MARTINS, Ricardo S.; CAIXETA-FILHO, José V. **Evolução Histórica da Gestão Logística do Transporte de Cargas.** In: CAIXETA-FILHO, José V.; MARTINS, Ricardo S. (Org.). Gestão logística do transporte de cargas. São Paulo: Atlas, 2001.

MASCARENHAS, Fátima A. de Brito. **A proteção ambiental nas atividades de distribuição e revenda de combustíveis.** Revista Pensar, v.9, n.9, pág. 54 – 70, fev. 2004.

MAZIERO, José V. G.; CORRÊA, Ila M.; TIELLI, Maurício A.; BERNARDI, José A.; D'AGOSTINI, Marcos F. **Avaliação de emissões poluentes de um motor diesel utilizando biodiesel de girassol como combustível.** Rev. Engenharia na Agricultura, v.14, n.14, pág. 287 – 292, Viçosa/MG, out/dez 2006.

MOISA, R. E.; KASKANTZIS NETO, G. **Avaliação de passivos ambientais em postos de serviço através do método de análise hierárquica de processo**. 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás. Salvador, 2 a 5 de outubro de 2005.

NASCIMENTO, Elimar P.; VIANNA, João N. (organizadores). **Dilemas e desafios do desenvolvimento sustentável no Brasil**. Rio de Janeiro: Garamond, 2007.

NATIONAL BIODIESEL BOARD; In: **Anais do Congresso Internacional de Biocombustíveis Líquidos**; Instituto de Tecnologia do Paraná; Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior; Curitiba, PR, 19 a 22 de julho, 1998; pág. 42.

OLIVEIRA, Otávio J.; CASTRO, Rosani. **Estudo da destinação e da reciclagem de pneus inservíveis no Brasil**. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 09 a 11 de outubro de 2007.

PEREIRA, Diego R. G.; ADISSI, Paulo J.; XAVIER, Lucia H.; CARDOSO, Rosangela S.; SIMÕES, Adriana S. **Identificação dos procedimentos de logística reversa no gerenciamento dos resíduos associados à troca do óleo lubrificante automotivo na cidade de João Pessoa**. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, RJ, 13 a 16 de outubro de 2008.

PETROBRAS S/A. **Produtos e Serviços – óleo diesel**. Disponível em: http://www.br.com.br/wps/portal/!ut/p/c0/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hLf0N_P293QwN_gwA3AyNzby8f42BfAwNDQ_2CbEdFAO4WQvQ!/?PC_7_9O1ONKG100HG002NMD9LNT10G7_WCM_CONTEXT=/wps/wcm/connect/Portal%20de%20Conteudo/productos/para+locomotivas/oleo+diesel/oleo+diesel. Acesso em: 08 jan. 2009.

PHILIP ROBERTSON, G. et al. **Greenhouse Gases in Intensive Agriculture: Contributions of Individual Gases to the Radiative Forcing of the Atmosphere**. Science, v. 289, pág. 1922 1925, 2000).

PHILLIPS, John H. **Environmental Liability After the Corporation Dies: The Difference Between “Dead” and “Dead and Buried”**. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 15 jan. 2009.

RANDON S.A. **Foto de carreta bi-trem**. Disponível em: http://www.randon.com.br/Randon_Implementos/Produtos/Estrutura.asp?NumProduto=1037. Acesso em: 10 jan. 2009.

RIBEIRO, Suzana K.; MATTOS, Laura B. R. **A importância do setor de transporte rodoviário no aquecimento global – o caso da cidade do Rio de Janeiro**. Programa de Engenharia de Transportes da COPPE/UFRJ, 2000. Disponível em: http://www.cntdespoluir.org.br/Downloads/Publica%C3%A7%C3%B5es%20externas/Aquecimento%20global/anpet_emiss%C3%B5es.pdf. Acesso em: 31 jan. 2009.

RODRIGUES, Paulo R. A. **Introdução aos sistemas de transporte no Brasil e à logística internacional**. 3ª ed. São Paulo: Aduaneiras, 2003.

ROVER, Suliane; ALVES, Jorge L.; BORBA, José A. **A Evidenciação do Passivo Ambiental: quantificando o desconhecido**. Revista Contemporânea de Contabilidade, ano 03, vol. 1, nº 5, jan/jun 2006, pág. 41 – 58.

SILVA, Paulo R. F.; FREITAS, Thais F. S. **Biodiesel: o ônus e o bônus de produzir combustível**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 38, n. 3, pág. 843 – 851, mai – jun, 2008.

SPERANDIO, Lucianne A.; TRINDADE, Marcelo; FAVERO, Hamilton L. **Uma introdução à discussão do passivo ambiental**. Enfoque Reflexão Contábil, pág. 05 – 18, jul-dez, 2005.

SUAREZ, Paulo A. Z.; MENEGHETTI, Simoni M. P. **70º aniversário do biodiesel em 2007: evolução histórica e situação atual no Brasil**. Química Nova, vol. 30, n.8, pág. 2068-2071, 2007.

TELES, Flávio; MANGUEIRA, Dulcídio S.; MUNDIM, Alessandro. **Análise de gases e opacidade em frota cativa utilizando Biodiesel B20**. Universidade do Estado de Mato Grosso. Portal do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel. Disponível em: www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2006/Outros/AnaliseGases2.pdf. Acesso em: 30 jan. 2009.

TINOCO, João E. P.; KRAEMER, Maria E. P. **Contabilidade e gestão ambiental**. São Paulo: Atlas, 2004.

TRISTÃO, José A. M.; FREDERICO, Elias; VIÉGAS, Rosemari F. **O processo de reciclagem do óleo lubrificante**. Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais. FGV – EAESP, 27 a 29 de agosto de 2008.

USP - Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental da Faculdade de Medicina. **Docentes da FMUSP participam nas decisões sobre qualidade do ar feitas pela OMS**. Newsletter FMUSP ed. 11/2006. Disponível em: <http://www.fm.usp.br/newsletter/mostracinza2.php?mandadedi=11/2006>. Acesso em: 08 jan. 2009.

VALENTE, Amir M.; PASSAGLIA, Eunice; NOVAES, Antônio G. **Gerenciamento de transporte e frotas**. São Paulo: Pioneira, 1997.

VERGARA, Sylvia C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2006.

VOLVO TRUCK CORPORATION. **Pasta de documentação do veículo**. Curitiba: 2007.

VOLVO TRUCK CORPORATION. **Desenho esquemático do cavalo trator**. Disponível em: http://www.volvo.com/NR/rdonlyres/B4A13BF5-5B36-4039-8A2F-FEB4B8A62878/0/AF_laminaFH6x2T.pdf. Acesso em: 10 jan. 2009.