

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

**ACV do transporte rodoviário de carga: impacto das emissões do
transporte de veículos ciclomotores na rota Belém-Goiânia**

Tainá Labrea Ferreira

Orientador: Armando de Azevedo Caldeira-Pires

Dissertação de Mestrado

Brasília - DF, junho/2014

FERREIRA, Tainá Labrea

ACV do Transporte Rodoviário de Cargas: impacto das emissões do transporte de veículos ciclomotores na rota Belém-Goiânia. Tainá Labrea Ferreira.

Brasília 2014.

177 p. :il.

Dissertação de Mestrado. Centro de Desenvolvimento Sustentável.

Universidade de Brasília. Brasília.

1. Transporte rodoviário de cargas. 2. Impacto ambiental. 3. Avaliação do ciclo de vida. 4. DALY

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação e emprestar ou vender tais cópias, somente para propósitos acadêmicos e científicos. O (a) autor (a) reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do(a) autor(a).

Assinatura

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

**ACV do transporte rodoviário de carga: impacto das emissões do transporte de
veículos ciclomotores na rota Belém-Goiânia**

Tainá Labrea Ferreira

Dissertação de Mestrado submetida ao Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Mestre em Desenvolvimento Sustentável, área de concentração em Política e Gestão da Sustentabilidade.

Aprovado por:

Armando de Azevedo Caldeira-Pires, Doutor, (CDS-UnB)

Maurício de Carvalho Amazonas, Doutor, (CDS-UnB)

Cláudio Albuquerque Frate, Doutor, (FT – EnM – UnB)

Brasília - DF, 09 de maio de 2014

Dedico este trabalho à minha esposa Ludmila, que acreditou em mim e aceitou uma nova empreitada em Brasília, deixando tudo mais para trás, me dando todo apoio necessário.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Comissão de Apoio a Pessoal de Nível Superior, do Ministério da Educação (CAPES-MEC) pela bolsa de estudos, que permitiu minha vinda para Brasília.

Aos mestres do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília (CDS-UnB) pelos conhecimentos, pelo amor a ciência, pela recepção e o acolhimento.

Agradeço aos membros da banca de qualificação e de dissertação Cláudio Frate e Maurício Amazonas pela atenção e pelas importantes contribuições que auxiliaram a percorrer os caminhos.

Agradeço ao meu orientador Armando de Azevedo Caldeira-Pires, que me guiou e teve paciência para orientar sempre de forma construtiva, compreendendo minha pouca experiência e ansiedade.

Aos companheiros do mestrado e do doutorado, que contribuíram com os debates e compartilharam cervejas, esperanças e desesperos.

Agradeço aos novos amigos Miguel, Bárbara, Lia, Pablo, Raiza, Paulo, Andrea que nos ajudaram a chamar a cidade de Brasília de “casa”.

Agradeço aos meus familiares de Brasília, Dindo e Dinda, meu irmão Guilherme (com quem passei menos tempo que esperada na terra candanga), ao Grande Mará, tia Sandra e incrível família pelo carinho de sempre, apoio na nossa instalação em Brasília e pelo coração grande, sempre aberto quando precisamos.

Às incríveis mulheres Mamãe, Jadica e vózinha Iriema pelo apoio e carinho antes do mestrado, durante e depois, e em todos os momentos de forma incondicional.

Agradeço, agradeço e agradeço a minha esposa Ludmila, companheira, cozinheira, revisora textual, mapeadora, motorista, serviço-de-entrega, orientadora-espírita, organizadora de casamentos, boa ouvinte, amada, paciente, carinhosa, e linda-linda, que seguiu minhas faltas, compreendeu minha bagunça com os livros, os estresses e os cansaços, que me apoiou e acompanhou na nova empreitada em Brasília, que aceitou se casar comigo e formar uma família. Muito obrigado.

RESUMO

O transporte rodoviário de cargas impacta todas as cadeias produtivas, especialmente no Brasil. As políticas de desenvolvimento territorial afastaram os locais de produção e os locais de consumo, ampliando distâncias, exigindo assim a criação de eixos rodoviários como o Belém-Goiânia, que comunica o Pólo Industrial de Manaus com a região Centro-Sul. O objetivo deste estudo é mensurar através da metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) o impacto ambiental do transporte rodoviário de motocicletas neste eixo rodoviário. O estudo contempla as emissões de poluentes da fase de transporte e da fase de produção dos principais insumos, considerando principalmente aqueles nocivos à saúde humana. A adoção da metodologia ACV permitiu sistematizar a cadeia de distribuição física e a emissão de cada fase, relacionando a unidade funcional de consumo com o dano à saúde gerado. Os resultados apontam que a tecnologia do caminhão, a qualidade da infraestrutura e as urbanidades apresentam relação direta com a emissão de poluentes, podendo variar 23%, mas a variável mais representativa é a distância. Dentre os insumos, a produção de pneus apresentou 60% mais danos à saúde por quilograma de insumo do que a produção de diesel, mas no total a produção de diesel se manteve mais poluente, pois seu consumo é 62 vezes maior. O principal resultado apontou que as emissões que causam maiores danos à saúde humana estão concentrados na fase de produção, enquanto as emissões que causam maior potencial de aquecimento global estão concentradas na fase de transporte. Por isso, ressalta-se a importância de que os estudos sobre o impacto do transporte no ciclo de vida dos produtos sejam considerados nas pesquisas de ACV e nas decisões político-econômicas, seja no planejamento territorial ou nas medidas mitigatórias e compensatórias.

Palavras-Chave: transporte rodoviário de cargas; avaliação de ciclo de vida; impacto ambiental; saúde humana;

ABSTRACT

The road transport impacts all supply chains, especially in Brazil. Territorial development policies distanced production from consumption, increasing distances, creating the Belem - Goiania road axis, which communicates the Industrial Pole of Manaus with the South Central region. This study main goal is to measure through Life Cycle Assessment (LCA) the environmental impact from road transport of motorcycles at this road axis. The study contemplates the pollutant emissions from transport phase and from production phase of key inputs, especially those considered harmful to human health. The adoption of LCA methodology allowed the systematization of the chain of physical distribution and issuance of each stage, linking functional unit of consumption with generated health damage. The results show that the technology of the truck, the quality of infrastructure and urbanities have direct relation to the emission of pollutants, may vary 23%, but the most representative variable is the distance. Amongst the inputs, the production of tires had 60% more damage to health per kilogram of income than diesel production, but total production of diesel remained more pollutant because its consumption is 62 times higher. The main results showed that the emissions that cause more damage to human health are concentrated in the production phase, while emissions that cause higher global warming potential are concentrated in the transport phase. Therefore, it is emphasized the importance of studies on the impact of transportation on the product life cycle to be considered in LCA studies and political-economic decisions, whether in territorial planning and the mitigation and compensation measures.

Key-words: Road freight transportation; life cycle assessment; environmental impact; human health.

LISTA DE FIGURAS

01	Evolução da frota estimada de veículos do ciclo Diesel por fase do PROCONVE	33
02	Emissões estimadas de CO por categoria de veículos	34
03	Emissões estimadas de hidrocarbonetos não metano – NMHC – por categoria de veículos	34
04	Emissões estimadas de NOx por categoria de veículo	35
05	Emissões estimadas de materiais particulados (MP) por categoria de veículo	36
06	Efeitos dos contaminantes comumente presentes no ar	40
07	Cenário 2009-2020 de produção de diesel pela Petrobrás	44
08	Gráfico da evolução do teor de enxofre médio do diesel comercial no Brasil	45
09	Ciclo de reações para a formação de ozônio troposférico	47
10	Gráfico de emissões globais de gases de efeito estufa de origem antropogênica	49
11	Gráfico de fontes de ruído gerados pelo tráfego de veículos	52
12	Cadeia de distribuição física de motocicletas no Brasil	58
13	Gráfico da evolução da frota estimada de veículos pesados por categoria, Brasil	60
14	Mapa dos pontos de pesagem	61
15	Gráfico do número de veículos emplacados por Grandes Regiões	63
16	Gráfico do número de motocicletas emplacadas por Grande Regiões, classificadas em braços logísticos, em 2011, Brasil (uni)	64
17	Gráfico do número de motocicletas emplacadas por Grande Regiões, classificadas em braços logísticos, em 2012, Brasil (uni)	65
18	Série histórica de emplacamento de motocicletas mês a mês, 1997-2012, Brasil	66
19	Percentual regional de emplacamentos mensais, 2012, Brasil	67
20	Estrutura de alimentação de dados utilizada para a construção do LCI e LCIA	69
21	Estrutura das etapas e aplicações de uma ACV	71
22	Limites do sistema avaliado (escopo)	74
23	Modelo tecnológico da fase de transporte rodoviário do ciclo de vida de motocicletas	78
24	Estrutura de avaliação do impacto do ciclo de vida na saúde humana	81
25	Esquema da formação do ozônio fotoquímico até causar danos à saúde humana	87
26	Principais fatores que influenciam o efeito estufa	89
27	Esquema do impacto da emissão de gases de efeito estufa	91
28	Caminhões com carreta semi-reboque de uma das empresas que realizam transporte rodoviário de motocicletas, seguidos por escolta	95
29	Imagem de perfil e descrição das proporções do modelo Constellation 19320 Tractor VW	98
30	Furgão Semi-Reboque para Carga Seca Facchini com eixos em tandem triplo	99

31	Racks utilizado para embalar motocicletas para o transporte, feitos de metal ou madeira	102
32	Depósito do operador logístico de motocicletas embaladas em racks de metal	104
33	Embarque de caminhão com semi-reboque em balsa para transporte fluvial	116
34	Mapa dos municípios impactados localmente pelo transporte rodoviário de motocicletas no braço logístico 01	121
35	Valores médios de quilometragem por litro para veículos do ciclo Diesel	126
36	Esquema processual da ACV do transporte rodoviário de motocicletas, conforme visualização na ferramenta GABI 5 PE International	149
37	Comparativo entre potencial de toxicidade humana total e potencial de toxicidade humana por quilômetro, por trecho de análise	157
38	Comparativo entre extensão do trecho com o potencial de toxicidade humana proporcional por quilograma de produto transportado, por trecho de análise	158
39	Comparativo entre potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio fotoquímico e de aquecimento global, por km percorrido, por trecho	159

LISTA DE TABELAS

01	Fatores de emissão de CO, NMHC, NOx e MP para motores Diesel por fase PROCONVE, em g.poluente/kg.diesel	42
02	Modelos de caminhão cavalo-trator utilizados atualmente no transporte rodoviário de cargas, 2013, Brasil	96
03	Peso médio de motocicletas produzidas no Brasil em 2013	103
04	Condição geral e por características das rodovias que compõem a rota do transporte rodoviário de motocicletas, Brasil, 2012	111
05	Extensão e condição geral por classe do trecho das rodovias que compõem a rota do transporte rodoviário de motocicletas, Brasil, 2012	112
06	Infraestrutura de apoio presente nas rodovias que compõem a rota do transporte rodoviário de motocicletas, Brasil, 2012	113
07	Representação numérica utilizada no programa de modelagem ACV para cada trecho das rodovias que compõem a rota do transporte rodoviário de motocicletas, Brasil, 2012	114
08	População Municipal Rural e Urbana, por trecho de estudo, Brasil, 2010	117
09	Descritivo populacional e territorial dos trechos componentes da rota do transporte rodoviário de cargas do Braço Logístico 01, Brasil, 2010	122
10	Participação média de materiais na composição pneumáticos para automóveis e para caminhões	128
11	Quantidade e tipo de pneus empregados composição de caminhão e carreta utilizado no transporte rodoviário de motocicletas	129
12	Volumes de abastecimento e períodos de troca de óleo lubrificante para o modelo FORD Constellation 19-320 4x2	133
13	Emissões anuais na fase de produção de diesel e respectivo potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global	137
14	Emissões anuais na fase de produção de pneus e respectivo potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global	140
15	Emissões anuais na fase de produção de óleo lubrificante e respectivo potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global	144
16	Emissões anuais na fase de transporte e respectivo potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global	147
17	Comparação entre o potencial de impacto ambiental da fase de produção de insumos e na fase de transporte	153
18	Resultado absoluto e relativo da avaliação do impacto do ciclo de vida	153
19	Comparação entre o potencial de impacto ambiental entre os trechos da fase de transporte	156

LISTA DE QUADROS

01	Cronograma de metas do PROCONVE e equivalência de cada uma de suas fases com o programa europeu	32
02	Passo a passo do procedimento metodológico utilizado na ACV do transporte rodoviário de motocicletas	72
03	Modelos de motocicletas mais vendidos/emplacados no ano de 2012	103
04	Resumo das informações a serem usadas no modelo	107
05	Cálculo do consumo médio de óleo lubrificante	134
06	Principais emissões na fase de produção de diesel responsáveis pelo impacto em cada categoria	150
07	Principais emissões na fase de produção de pneus responsáveis pelo impacto em cada categoria	151
08	Principais emissões na fase de óleo lubrificante responsáveis pelo impacto em cada categoria	152

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRACICLO - Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares

ACV – Avaliação do Ciclo de Vida (mesmo que LCA)

AICV – Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida

ANFAVEA - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores

ANP – Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres

CDS – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília

CETESB – Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental do estado de São Paulo

CF – *Characterization factor* – Fator de caracterização

CMT – Capacidade Máxima de Tração

CNT – Confederação Nacional de Transportes

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito

COV - Compostos orgânicos voláteis

DALY – *disability-adjusted life year* – anos de vida perdidos ajustados por incapacidade

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito

-eq – equivalente (vide CO₂-eq)

EU – *Europe Union* - União Européia

FENABRAVE – Federação Nacional de Distribuição de Veículos Automotores

GEE – **GHG** - Gases de Efeito Estufa

GWP – Global warming potential – Potencial de Aquecimento Global

IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis

ICV – Inventário do Ciclo de Vida

IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change*

ISO – *International Organization for Standardization*

LCA – *Life Cycle Assessment* (vide ACV)

LCI – *Life Cycle Inventory* (vide ICV)

LCIA – *Life Cycle Impact Assessment* (vide AICV)

LTL – *Less than truckload* (carga incompleta)

MMA – Ministério do Meio Ambiente

NMVOC – *Non-methane volatile organic compounds* – Compostos orgânicos voláteis não-metano

OLUC – Óleos lubrificantes usados ou contaminados

PBT – Peso Bruto total: peso do veículo, apenas trator

PHT – Potential Human Toxicity - Potencial de Toxicidade Humana

PIB – Produto Interno Bruto

PIM – Pólo Industrial de Manaus

PROCONVE - Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores

PRONAR – Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar

SEMA – Secretaria de Estado de Meio Ambiente do estado de São Paulo

TL – *Truckload* (carga completa)

TRB - *Transportation Research Board*

VOC - *Volatile organic compounds* –(vide COV)

YLD - *years lived with disability* – anos de vida vividos com incapacidade

YLL - *years of life lost* – anos de vida perdidos por morte

ZFM – Zona Franca de Manaus

Notação Matemática: $10 = 1,00E+01 = 1,00 \times 10^1$

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS	8
LISTA DE TABELAS	10
LISTA DE QUADROS	11
LISTA DE SIGLAS	12
INTRODUÇÃO	17
OBJETIVO	23
JUSTIFICATIVA	23
1 SUSTENTABILIDADE EM TRANSPORTES	28
1.1 O TRANSPORTE NO BRASIL E NO MUNDO E A SUSTENTABILIDADE	28
1.2 PROGRAMA DE CONTROLE DA POLUIÇÃO DO AR POR VEÍCULOS AUTOMOTORES	31
1.3 O IMPACTO DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS, DE PNEUS E DE ÓLEOS LUBRIFICANTES E SUAS RESPECTIVAS PRODUÇÕES	37
1.3.1 Impacto da produção de óleo diesel	37
1.3.2 Principais impactos na saúde humana do consumo de combustíveis	39
1.3.3 Presença de enxofre no combustível	43
1.3.4 Potencial de formação de ozônio fotoquímico	46
1.3.5 Potencial de aquecimento global e outros impactos globais	49
1.3.6 Impactos do consumo de pneus no ciclo de vida	50
1.3.7 Impactos do consumo de óleo lubrificante no ciclo de vida	53
2 TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE MOTOCICLETAS NO BRASIL	56
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA CADEIA DE DISTRIBUIÇÃO FÍSICA	56
2.2 CARACTERIZAÇÃO DA CARGA: MOTOCICLETAS TRANSPORTADAS	62
3 AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA	69
3.1 O MÉTODO ACV	70
3.2 ESCOPO DE OBJETIVO	73
3.3 CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DO INVENTÁRIO	75
3.4 FASE DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS	79
3.4.1 Impacto de nível local na saúde humana: o indicador DALY	83
3.4.1.1 Potencial de toxicidade humana	84
3.4.1.2 Potencial de formação de ozônio fotoquímico	86
3.4.2 Impactos de nível global: o potencial de aquecimento global	88
4 ESTUDO DE CASO: IMPACTOS AMBIENTAIS NO EIXO BELÉM-BRASÍLIA	93
4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS	95

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA CARGA	101
4.3 CARACTERIZAÇÃO DAS RODOVIAS	109
4.4 CARACTERIZAÇÃO DAS CIDADES	116
4.5 CARACTERIZAÇÃO DO CONSUMO DE INSUMOS	124
4.6 IMPACTOS RESULTANTES DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS	135
CONCLUSÃO	162
REFERÊNCIAS	165
APÊNDICE	177
1 Dados das emissões da fase de produção de diesel	
2 Dados das emissões da fase de produção de pneus	
3 Dados das emissões da fase de produção de óleo lubrificante	
4 Dados das emissões da fase de transporte do trecho 01	
5 Dados das emissões da fase de transporte do trecho 02	
6 Dados das emissões da fase de transporte do trecho 03	
7 Dados das emissões da fase de transporte do trecho 04	
8 Dados das emissões da fase de transporte do trecho 05	
9 Dados das emissões da fase de transporte do trecho 06	
10 Dados das emissões da fase de transporte do trecho 07	

INTRODUÇÃO

À medida que aumenta a complexidade das interações econômicas globais as cadeias produtivas ficam maiores, a demanda por produtos especializados aumenta como também a especialização dos espaços, incrementando o número de viagens por transporte de mercadorias e as distâncias entre a produção e o consumo.

A contar do início da história escrita a evolução dos meios de transporte estão entre os principais propulsores do crescimento econômico, desde a domesticação de animais para monta e tração até o advento da aviação. Entretanto, apesar da ampla oferta de transportes baratear o deslocamento de cargas e pessoas, a crescente demanda produziu poluição, congestionamentos e acidentes. Em 20 anos (1990 – 2010) a frota de veículos automotores no Brasil passou de 18 para 64 milhões, consumindo atualmente 28% de toda energia do país, 92% deste utilizado para o transporte rodoviário. Esta situação amplia o interesse de avaliar o custo ambiental e social causado enquanto externalidades da atividade, por sua vez originado da demanda “da sociedade por políticas mais eficazes de controle dos efeitos negativos associados ao transporte, em particular o rodoviário” (CASTRO, 2013).

Assim, o transporte rodoviário de cargas impacta grande parte as cadeias produtivas, em especial no Brasil. Tendo isto em vista, se faz importante compreender que políticas de desenvolvimento territorial brasileiras afastaram os espaços de produção dos espaços de consumo, ampliando distâncias, suscitado na criação de eixos rodoviários como Belém-Goiânia, paralelo e parcialmente coincidente com o eixo Belém-Brasília, que comunica o Pólo Industrial de Manaus com a região Centro-Sul. Um dos produtos afetados por este distanciamento é a motocicleta, objeto do presente estudo, produzida e consumida em sua maioria dentro do próprio território nacional, utilizando intensamente o transporte rodoviário para acessar as localidades, ocasionando a emissão de diversos poluentes, especialmente os potencialmente nocivos à saúde. Este estudo contempla as emissões da fase de transporte e de produção de seus principais insumos. Para compreender e comparar a complexidade das relações existentes entre o consumo de produtos de alta tecnologia de origem nacional e a emissão de poluentes na fase de transporte foi adotada a metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida, capaz de sistematizar a cadeia e relacionar desde a unidade funcional de consumo até o dano à saúde humana. Com o objetivo de compreender a

cadeia da distribuição física de motocicletas e seu impacto ambiental no ciclo de vida, o presente estudo busca fornecer bases comparativas para pesquisadores e tomadores de decisão sobre: quais são os fatores mais relevantes do transporte na geração de impacto local; e em quais espaços e sobre que populações o dano se materializa.

Por transporte compreende-se o deslocamento de matérias e pessoas, de um lugar a outro, para determinada finalidade. A partir da década de 50 o governo brasileiro em sua estruturação econômica industrial faz a opção de privilegiar os transportes por meio de rodovias, pelo rápido crescimento e incentivo a cadeia de valores associada à indústria automobilística, então grande geradora de postos de trabalho. Outros fatores favoreceram estas dinâmicas, como os baixos preços dos derivados de petróleo. Assim, ascensão da economia brasileira se apoiou nos setores de produção de bens duráveis, sendo a criação de pólos industriais uma das estratégias para desenvolvimento em escala, ou seja, aquele que distribui por relevante área o desenvolvimento do epicentro, de regiões já ou não dinâmicas (SCHROEDER e CASTRO, 1996).

Neste sentido, a técnica e a formação dos transportes modernos possibilitam a especialização dos espaços, como pólos industriais, pólos de serviços, pólos financeiros, centros administrativos, dentre outros. Não apenas a especialização mas a competitividade pulsante do capitalismo exige uma fluidez de informações e matéria, demandando aparatos intensos em tecnologia, em informação, em consumo, e por consequência em impactos.

Como no processo global da produção, a circulação prevalece sobre a produção propriamente dita, os fluxos se tornam mais importantes ainda para a explicação de determinada situação. O próprio padrão geográfico é definido pela circulação, já que esta mais numerosa, mais densa, mais extensa, detém o comando das mudanças de valor do espaço. (SANTOS, 1996 *apud* SILVA JUNIOR, 2004).

Um exemplo esta situação é a criação da Belém-Brasília, para atender a maior integração entre norte, centro-oeste e sudeste, com o objetivo de atender tanto a integração nacional quanto o escoamento dos novos pólos industriais. A criação desse eixo modificou profundamente o espaço e as pessoas que ele ocupam, sendo ressaltados a ocupação forma de “espinha-de-peixe” ao longo da rodovia, a formação de cidades, o desmatamento e a modificação produtiva industrial e agrícola.

Assim sendo, a Zona Franca de Manaus (ZFM), como outros pólos de desenvolvimento, foi criada em área específica, com objetivos políticos e econômicos que moldaram a configuração territorial do Brasil. Com o dinamismo econômico, as propostas desenvolvimentistas não são as únicas forças a atuar na transformação do espaço, contrastando com interesses que resultam em concentração produtiva, concentração populacional, migrações não planejadas e estratificação social.

Esta proposta política foi criada com propriedades de uma área de excepcionalidade fiscal com arranjos institucionais-legais, com o objetivo de irradiação dos efeitos benéficos, movendo o processo emprego-renda-demanda. A ZFM, atualmente Pólo Industrial de Manaus (PIM), passou por diversas reformulações desde sua criação em 1957, quando ainda era apenas um entreposto comercial, e possui atualmente como carro chefe a produção de televisores, aparelhos de celular, motocicletas, DVDs e aparelhos de som, voltados 95,95% para o atendimento do mercado nacional. Dentre os setores mais representativos então a produção de veículos motorizados de duas rodas, que concentram 23,22% de todo o faturamento do PIM, ficando atrás apenas do segmento de eletrônicos, que participa com 29,35%, por possuir uma gama mais variada de produtos, que vão de geladeiras, TVs até cabos elétricos e geradores (RIVAS *et al*, 2009).

Neste sentido também, é expressivo o crescimento da indústria de automóveis nacionais, que teve um crescimento exponencial em um curto espaço de tempo. Em 1956 a frota de veículos era 0% nacional, mas em 1970 já representava 83%, o que representa a ampliação significativa da capacidade produtiva, como também a capacidade de escoamento da produção. O escoamento, por sua vez, necessitou de equipamentos e infraestrutura, principalmente rodoviária, sendo que já em 1970 o transporte rodoviário era responsável por atender 73% de toda tonelada-quilômetro deslocada no Brasil, de forma que:

A alta demanda do transporte rodoviário no atendimento da demanda acarretou acréscimos substanciais na rede total, que aumentou de 64 mil quilômetros, 1952, para 182 mil, em 1970, e na frota de veículos cujo incremento, no mesmo período, foi de 590 mil para 3.127 mil unidades. (BARAT, 1978).

Quando um empresário realiza a escolha de instalação da sua unidade produtiva industrial ele leva em consideração diversos fatores, como custo de produção nessa localidade, incentivos fiscais e técnicos, triangulação da distância entre fornecedores e consumidores e ainda forma e principalmente custo destes transportes. Por sua vez, o operador logístico define seu custo de transporte e estoque por diversos fatores (combustível, pneus, óleo lubrificante, equipamentos) chamados internos, e a partir deles faz as decisões sobre a oferta de serviços ao industrial. Entretanto existem outros custos que não são pagos pelo operador logístico, e por consequência não são pagos pelo industrial, custos não levados em consideração pro ambos nas suas decisões (poluição, danos a saúde, deformidade urbana e rural, além de outros impactos negativos), chamados de externos.

A estes efeitos externos chama-se “externalidades”. O corolário do raciocínio é que a externalidade, quando compensada – por exemplo por

uma taxa paga pela pessoa[empresa] baseada na poluição por ela causada – causa a internalização do custo, eliminando portanto a sua característica de “externa”. (VASCONCELLOS, 2006).

No Brasil a desigualdade regional é um entrave para o desenvolvimento. A unidade da federação com maior PIB (Produto Interno Bruto) per capita supera em 9 vezes a unidade de menor valor neste quesito, como é o caso da diferença entre Piauí e Distrito Federal (R\$4,2 mil versus R\$37,6 mil, respectivamente), tendo reflexo direto na qualidade de vida média destas populações (MIN, 2006). Assim o desenvolvimento regional se torna ponto crucial, se diferenciando do simples crescimento econômico, pois envolve maior distribuição entre os elementos constituintes. Não obstante, possui características de desenvolvimento endógeno, envolvendo um conjunto diversificado de estruturas e relações, favorecendo a fortificação destas nas dimensões social, cultural e ambiental (FERREIRA, 2006).

O dinamismo espacial e a interação entre os lugares é o quesito mais almejado no processo de desenvolvimento regional, que surgem por sua vez da demanda de determinados espaços por bens, informações e serviços, veiculados pelos sistemas de transporte. O quanto determinado espaço vai se beneficiar no processo determina sua hierarquia espacial, e assim o grau de desenvolvimento de suas estruturas. A relação polarizada entre os diferentes espaços pode ser um entrave ao desenvolvimento, que pode vir negativamente a privilegiar os ganhos unilaterais ao invés dos sistêmicos (FERREIRA, 2006).

Não obstante, o que determina de forma preponderante a viabilidade de uma rodovia é o tráfego de longas e médias distâncias, e em menor parte o chamado tráfego de passagem, e não o descolamento de expressão local, de característica de coleta e distribuição. Por isso, o diagnóstico do que está acontecendo nos locais onde se situará é simplório e despreocupado, não havendo interesse no que está acontecendo ou o que acontecerá com as regiões à margem da rodovia.

Para levar o caso a uma situação mais extrema: quando o DNER planeja uma rodovia, ele está preocupado com a faixa de domínio daquela rodovia, no contexto dos objetivos de atendimento do tráfego de longa e média distância. Não interessa ao DNER o que está acontecendo ao lado desta faixa de domínio que ele constrói e mantém. A rodovia não é encarada como instrumento efetivo, em mãos do Poder Público, para regular o uso do solo e preservar o meio ambiente. (BARAT, 1978).

Por isso, o desenvolvimento regional e a sustentabilidade possuem ampla área de intercessão. Para que seja alcançada maior sustentabilidade na produção e consumo de determinado produto, é necessário ter em consideração toda a cadeia de suprimentos a ele

relacionada, como também seu uso e a gestão de seus rejeitos, ou seja, todo o ciclo de vida, “*cradle to grave*” (do berço ao túmulo) (EUROPEAN *et al*, 2011).

Os produtos e bens demandados por estes espaços podem ser compreendidos pelo seu ciclo de vida, que geralmente é compreendido em duas fases básicas: a de produção e de uso. Dentro destas fases existem outras subdivisões que buscam simular os processos que ocorrem na realidade, como a coleta e transformação de matéria prima até a produção, transporte entre produção e uso, e destinação final do uso até o fim de vida. Para o presente estudo o ciclo de vida será compreendido não em duas fases, mas sim em três: produção; transporte; e uso, dando foco assim ao objeto da análise e diferenciando as fases que se materializam geograficamente em espaços diferentes.

Estas três fases são interdependentes, o que sugere que um maior consumo na fase do uso geraria resultados tanto na fase produtiva, demandando maior produção, como na fase do transporte, demandando também maior transporte. Cada fase possui sua dinâmica, produzindo valores econômicos e impactos ambientais.

Os impactos ambientais principais gerados pelo transporte rodoviário de cargas estão relacionados aos seguintes aspectos: consumo de pneus; emissão de particulados, poluentes e gases de efeito estufa; geração de óleo lubrificante usado/contaminado e resíduos por ele contaminados (FOGLIATTI *et al*, 2004; MARQUES, 2005; DONATO, 2008; PILGER *et al*, 2011; FAÇANHA & HORVATH, 2006), além de manutenção de infraestrutura, sendo estes objeto de medição e atenção principal do presente estudo. Outros impactos ainda, não menos importantes, não abordados diretamente neste estudo estão relacionados aos aspectos: danos à morfologia urbana e rural; impactos sonoros por emissão de ruídos; acidentes de trânsito e transporte; atropelamento de animais; e os impactos relacionados à construção da infraestrutura. Os impactos ambientais no transporte rodoviário de cargas (TRC) variam principalmente de acordo com: o tipo de caminhão; condição da estrada; cultura de direção; distância da viagem; combustível utilizado; e manutenção do veículo.

No sistema logístico a fase de transporte corresponde de um a dois terços do total dos gastos financeiros, mas o mais crítico é o seu custo ambiental. O setor de transporte responde sozinho por 55% das emissões totais de CO₂ mundial, sendo que no Brasil corresponde a 57% do total de derivados de petróleo, e destes o TRC apresenta o consumo de 89% do total de energia destinada para o setor, sendo prioritariamente óleo diesel (SCHROEDER e CASTRO, 1996).

A valoração dos impactos ambientais em custos ambientais, ou seja, custos evitados da poluição trazem uma nova percepção monetária para o setor das externalidades negativas por ele geradas. Apenas no quesito do uso de combustíveis alternativos em

substituição aos combustíveis fósseis, a utilização do biodiesel puro (B100) em substituição ao diesel comum traria uma redução de custo à saúde pública brasileira em torno de R\$ 873 milhões anuais (DONATO, 2006).

Para compreender e mensurar o custo ambiental do ciclo de vida de um produto a metodologia de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) é primordial. A ACV busca compreender os impactos ambientais negativos das atividades produtivas, com o objetivo de conduzir ao melhoramento na cadeia e desenvolvimento de novos produtos, como também favorecer estratégias comerciais que busquem a solução destes impactos (CONMETRO, 2010). No Brasil esta metodologia é regulamentada pela norma ABNT NBR ISO 14040:2001, como parte de uma organização maior que é a *International Life-Cycle Partnerships for a Sustainable World* (UNEP/SETAC - *United Nation Environment Programme/Society of Environmental Toxicology and Chemistry*).

Estas análises serão tecidas sobre a produção e transporte de ciclomotores. As motocicletas são produtos que geram o benefício da mobilidade, são mais acessíveis à população pelos seus baixos preços, além de oferecer vantagens como a agilidade em áreas urbanas de trânsito congestionado, favorecendo o transporte rápido de pessoas, produtos e documentos. Entretanto, apresenta características como o alto risco quanto a gravidade de danos no caso de acidentes de trânsito, e a menor proteção contra as intempéries climáticas. Apesar destes fatores influírem diretamente na demanda e na fase de uso, as características que nos interessam deste produto consistem na dinâmica de sua produção, que influencia grandemente a forma como o transporte é feito, além de estabelecer por onde este transporte deve ser feito, a partir de onde é produzido e onde é consumido este produto.

No Brasil a linha de produção de motocicletas, como também algumas de suas fábricas subsidiárias, está concentrada no Pólo Industrial de Manaus (PIM). Em 2012 foram produzidas cerca de 2,2 milhões de unidades, sendo apenas 75 mil unidades destinadas ao mercado externo, destacando-se assim o fluxo desta mercadoria voltado 95% para os consumidores internos (ABRACICLO, 2012). O transporte deste produto até os centros consumidores, principalmente a região sul-sudeste, é feito em duas etapas: por navegação de cabotagem no trecho Manaus-AM até Belém-PA; e por transporte rodoviário de Belém-PA até os centros consumidores. Neste trabalho consideraremos a distância até a cidade de Goiânia-GO pela sua importância como centro distribuidor, concentrando não apenas o atendimento do sudeste como também do centro-oeste, que apesar de possuir uma frota circulante muito menor possui taxa de crescimento anual muito superior à do sul e sudeste, sendo então muito representativo no cenário nacional do consumo de ciclomotores.

OBJETIVO

O objetivo geral do presente estudo é estimar e avaliar o impacto ambiental oriundo do transporte rodoviário de motocicletas produzidas no Pólo industrial de Manaus-AM, Brasil, e levados até os centros consumidores através do eixo rodoviário Belém-Goiânia, principalmente os impactos relacionados ao potencial de toxicidade humana.

Tendo isto em vista, como objetivos específicos temos:

- Caracterizar e sistematizar a cadeia de distribuição física de motocicletas no Brasil;
- Caracterizar e sistematizar os impactos ambientais gerados pelo transporte rodoviário de cargas, a luz dos conceitos de avaliação do ciclo de vida (ACV);
- Comparar os impactos ambientais nas categorias de potencial de aquecimento global, potencial de toxicidade humana e potencial de formação de ozônio fotoquímico, a luz dos conceitos de avaliação do ciclo de vida (ACV);

Estes objetivos possuem a finalidade de direcionar o estudo a ponto que ele consiga caracterizar o impacto ambiental do transporte rodoviário de produtos tecnológicos fabricados no Brasil voltados para o consumo nacional, a exemplo do comportamento dos ciclomotores. Por suas características, o setor permite definir bem qual o impacto exclusivamente do transporte rodoviário e, por conseguinte, avaliar quais são os fatores que mais interferem na geração de impactos ambientais provenientes da atividade de transporte, ou ainda qual das fases do transporte é responsável pelo impacto mais significativo.

JUSTIFICATIVA

Os ciclomotores são produtos tecnológicos de alto valor agregado que são produzidos e consumidos em grande parte no país, gerando alto valor a sua cadeia, fornecendo empregos e crescimento econômico internamente, sendo então importantes para o desenvolvimento na micro e macro esfera da economia. Assim é importante a contribuição que o estudo fará com a base de dados com o mapeamento do custo ambiental, aliado à análise sobre as consequências no desenvolvimento de regiões, dando subsídios para a construção de estratégias e fortalecimento do setor.

A produção de motocicletas é um importante ramo industrial nacional. No ano de 2010 o valor da produção de motocicletas no Brasil foi de R\$ 13,4 bilhões, considerando 108 unidades produtivas, enquanto a produção industrial anual brasileira para o mesmo ano foi de R\$ 1,9 trilhões. Ou seja, a produção industrial de motocicletas representou 0,68% da produção industrial nacional, levando em consideração os valores monetários apenas enquanto montadora, desconsiderando a produção das indústrias subsidiárias. (IBGE, 2010)

Neste sentido também, a fase de transporte de um sistema produtivo é um importante elemento na composição dos custos da produção de mercadorias. Assim, a importância econômica dos transportes afeta todas as cadeias produtivas, de forma que tanto econômicos quanto ambientais pesam não apenas no ambiente mas também no poder aquisitivo da população (BARAT, 1978).

Com o processo de internalização das externalidades negativas geradas pela atividade, os produtos ficariam menos competitivos com os produtos estrangeiros, sendo importante então estratégias para reduzir este custo ambiental, estas alimentadas por estudos como este proposto.

Não obstante, o estudo é importante também como ferramenta de mensuração de impactos ambientais, visando subsidiar estratégias para sua mitigação ou compensação.

A escolha da área de estudo e do objeto em questão se deve por vários motivos, alguns dele já explicitados nos parágrafos anteriores. Uma das justificativas é a formação de um corredor único de transporte, que concentra pelo menos metade de todo o fluxo de motocicletas vendidas no país, sem alternativas de vias ou de outros modais. Não apenas os fluxos mássicos e econômicos são concentrados, como também os impactos ambientais.

O pesquisador Barat (1978) destacou que em meados de 1975 existiu um descompasso do crescimento do transporte em relação ao crescimento da indústria, criando lacunas produtivas perigosas para o desenvolvimento da economia brasileira. Estas lacunas estavam (e estão ainda hoje) ligadas à ausência de integração entre diferentes modalidades, deficiências de infraestrutura e deficiências na coordenação das políticas públicas. Ressaltou ainda que:

Tratando-se estes últimos 20 anos de período de implantação e consolidação da estrutura industrial no País, através de um processo de substituição de importações e consolidação do mercado interno, em futuro próximo, para consecução de estágios posteriores do desenvolvimento industrial, será necessária a redinamização do transporte de carga ferroviário e marítimo, para os fluxos densos de carga resultantes de processos de especialização produtiva. (BARAT, 1978).

Compreendendo isso, o braço logístico composto principalmente pela rodovia Belém-Goiânia ou Belém-Brasília, apresenta importância estratégica não comparável a outras rodovias paralelas. Devido a dependência deste canal de escoamento os operadores ficam fragilizados. Alguns acontecimentos, como bloqueio da rodovia devido a protestos dos motoristas, ou protestos de grupos indígenas, param maior parte do tráfego de mercadorias entre a região norte e a região sudeste, sul e centro-oeste, gerando riscos de desabastecimentos de alguns produtos industrializados específicos.

A justificativa acadêmica do presente estudo está baseada principalmente em: pouca pesquisa de transportes de cargas tecnológicas, ainda mais relacionadas a ambiente ou a metodologia de ACV; transporte e meio ambiente precisam ser cada vez mais abordados de forma interdisciplinar; pesquisas de transporte de carga são geralmente ligadas a custos econômicos, deixando de lado as análises de custo ambiental; pesquisas com métodos mistos, quantitativo e qualitativo, apresentam relevante ganho para o conhecimento da interrelação entre técnica-homem-ambiente.

O objeto a ser estudado, o transporte de cargas tecnológicas por rodovia, possui pouca atenção da ciência. Isso se dá também porque no Brasil essa temática possui pouco destaque político, sendo então focado em pesquisas de transporte de commodities e demais produtos agrícolas (BRASILEIRO, 2006; CAPDEVILLE, 2010).

A dinâmica socioeconômica que influencia diretamente o transporte rodoviário é muito particular no país, sendo então temerário o uso de fontes bibliográficas estrangeiras que estudem o objeto. Mesmo assim, alguns estudos de pesquisadores estrangeiros realizados no país e com parcerias nacionais se destacam na compreensão dos impactos ambientais dos transportes e sua infraestrutura, a exemplo das pesquisas realizadas por Fearnside (2009).

Existe considerável volume de pesquisas nacionais na área de transporte, mas poucas destas são direcionadas aos estudos de interface com o meio ambiente e seus impactos socioambientais. Não obstante, dentre as pesquisas existentes, boa parte está focada no impacto do transporte urbano e suas relações (CRUZ, 2011). Desta gama de pesquisas existem boas pesquisas que relacionam ACV e transportes (UGAYA, 2005; D'AGOSTO & RIBEIRO, 2008), mas que são direcionadas principalmente a transportes urbanos, seja analisando renovação da frota ou alimentação energética da mesma. A metodologia de ACV fornece um olhar abrangente, importante para a compreensão das escolhas em transportes, sendo capaz de diagnosticar setorialmente os efeitos das intensidades dos processos envolvidos.

Neste sentido a presente pesquisa busca contribuir com o campo científico composto pelas ciências multidisciplinares, que buscam métodos mistos para o estudo de objetos complexos. O campo de estudos de ACV, como também o campo de estudos de Impactos Ambientais em Transportes seriam os beneficiários dos produtos desta pesquisa, que complementaria os estudos existentes e fornecendo subsídios teóricos, metodológicos e dados secundários para futuros projetos. Não obstante, dependendo da consistência dos dados e representatividade do estudo, o processo de construção junto ao software GABI pode sofrer auditoria de qualidade para que possa compor oficialmente o banco de dados de

programas de modelagem, auxiliando assim diretamente outros estudos que envolvam tanto transporte rodoviário de cargas tecnológicas quanto processos produtivos de ciclomotores.

ACV é uma metodologia relativamente recente, possuindo considerável aplicação em países como Alemanha e Inglaterra, mas ainda pouco utilizada em países como o Brasil. A academia vem dando cada vez mais importância a esta abordagem, com interessante interface junto a setores não diretamente ligados ao sistema industrial produtivo (SUPPEN *et al*, 2005). A ferramenta é bem trabalhada epistemologicamente e metodologicamente (PALMA-ROJAS, 2012), sendo então necessários estudos de caso e usos práticos desta, que contribuam para a formação de bancos de dados e alimentem outras análises relacionadas.

Outra contribuição acadêmica importante dentre as pesquisas que envolvem a temática de transporte é a influência de sua atividade e da infraestrutura relacionada no desenvolvimento regional (FERREIRA, 2006; OLIVEIRA, 2012). O progresso nesta linha de análise é considerável, e possui respaldo acadêmico e administrativo, podendo estas abordagens ser utilizadas de forma complementar ao estudo aqui proposto de custo ambiental do transporte rodoviário de cargas tecnológicas.

Os indicadores de impacto ambiental, aplicados ao tempo de vida humana perdido com a agressão ambiental, por morte e vividos em desabilidade (disability-adjusted life-years - DALY), são outra parte relevante do estudo. Eles possuem respaldo e relevância acadêmica significativa, permitindo que o estudo de impactos e custos ambientais possa se comunicar com outras áreas do conhecimento, como gestão em saúde pública. A metodologia é bem embasada e discutida internacionalmente (FOX-RUSHBY & HANSON, 2001; MURRAY & ACHARYA, 1997), e possui aplicações nacionais na área de saúde (SCHRAMM *et al*, 2004), preenchendo os requisitos para ser utilizado como indicador para parametrizar os efeitos do transporte na geração de toxicidade humana. Este indicador é utilizado como medida de toxicidade humana em análises de impacto ambiental, mas não foi encontrado um estudo que o aplique a atividade de transporte ou manutenção de rodovias, sendo então o presente estudo um avanço da área.

Pesquisas na área de transportes realizadas por instituições ambientais por excelência possuem muito a contribuir, como o caso do Centro de Desenvolvimento Sustentável – CDS/UnB. A temática possui relevante apelo ambiental, como impactos no efeito estufa, danos a saúde humana e consumo energético. Existem boas pesquisas neste centro (SOUZA, 2003; SILVA, 2008; SANTOS, 2006; COMETTI, 2009) que apresentam contribuições interessantes quanto a como abordar de forma interdisciplinar o tema, quanto à influência da tecnologia no consumo energético, indicadores ambientais para transporte marítimo, dentre outros. Neste sentido uma pesquisa que se refira ao transporte rodoviário

de produtos tecnológicos, aliando à metodologia de ACV, pode apresentar contribuições relevantes.

Não apenas o tema de transportes como também o tema de ambiente e desenvolvimento sustentável precisam ser compreendidos da forma mais holística possível, pois existe uma gama de atores envolvidos no processo que devem ser levados em consideração, fornecendo assim peso ético, relevância teórica e relevância prática ao estudo. Baseando-se nisso o presente estudo propõe uma análise quantitativa com uma avaliação qualitativa, de forma multidisciplinar.

Sendo assim, o presente estudo está localizado entre as linhas de pesquisa: de transportes; de pesquisa interdisciplinar de meio ambiente; da metodologia ACV e potencial de toxicidade humana; e do transporte e desenvolvimento regional.

1 - SUSTENTABILIDADE EM TRANSPORTES

1.1 - O TRANSPORTE NO BRASIL E NO MUNDO E A SUSTENTABILIDADE

O debate sobre a sustentabilidade perpassa todas as atividades humanas, e o setor de transporte não está fora deste debate. Pelo contrário, está no cerne de muitas discussões, pois sua operação envolve alto consumo de energia, alto potencial de impacto ambiental, além de representar elevada importância direta ou indiretamente em todas as atividades humanas.

Por isso tanto os conceitos de transporte quanto os conceitos de sustentabilidade se fazem necessários para melhor embasar o debate sobre o impacto das atividades de transporte sobre a saúde humana e outros sistemas ambientais.

O autor Ignacy Sachs é um dos principais pensadores do “caminho do meio” que embasa o conceito de desenvolvimento sustentável (VEIGA, 2010). Segundo ele a abordagem do conceito de desenvolvimento sustentável que melhor harmoniza os objetivos sociais, ambientais e econômicos, não se alterou muito nos 20 anos que passaram entre as conferências de Estocolmo e do Rio92. Os objetivos específicos do conceito estão subdivididos em oito dimensões: social, cultural, ecológica, ambiental, territorial, econômica, política nacional e política internacional. Por sua vez, as dimensões ecológica e ambiental são baseadas em um tripé formado por:

- 1) Preservação do potencial da natureza para a produção de recursos renováveis;
- 2) Limitação do uso de recursos naturais não renováveis;
- 3) Respeito e realce para a capacidade de autodepuração dos ecossistemas naturais. (VEIGA, 2010).

Estas dimensões incidem, ou deveriam incidir, diretamente na construção de políticas públicas de desenvolvimento. Entre as ações que os tomadores de decisão devem desempenhar estão as escolhas quanto à política industrial de um país, que por sua vez estabelece uma relação direta com o transporte, pois define quantidades, qualidades e distâncias a serem transportadas e, por conseguinte, os impactos proporcionais da atividade.

A política industrial é uma questão muito mais política do que técnica. Isso porque ela deve ser concebida em função de decisões políticas que a sociedade deve tomar em relação a que configuração industrial se deseja para o país, bem como qual a relação de apropriação da natureza admitida por essa sociedade. (MARTINS, 2001).

Todo produto passa em algum momento do seu ciclo de vida pelo modal rodoviário de transporte. Este transporte pode ocorrer seja no transporte de matérias primas e insumos, como no transporte para clientes pulverizados em um território amplo, ou ainda com demandas de serviços logísticos específicos. Como visto na FIGURA 12, o ciclo de vida do produto objeto do presente estudo apresenta diversas etapas de transporte rodoviário.

Em âmbito nacional, 62,6% de toda a carga era transportada via rodovia, para transportes intermunicipais em 1998 (RIBEIRO *et al* 2003 *apud* GEIPOT 1998). Avaliando uma série histórica, o setor de transporte rodoviário apresentou um incremento anual médio de 7,4%, na série histórica de 1970 a 1996. Em contra partida, todos os outros demais modais apresentaram crescimentos percentuais mais representativos, sendo 17%a.a. para o transporte dutoviário, 7,9%a.a. para o aquaviário e 9,5%a.a. para o aquaviário. Como em 1976 o transporte rodoviário no país já possuía uma expressão majoritária, o crescimento absoluto dos demais modais não foi suficiente para diminuir significativamente a participação majoritária do transporte rodoviário.

Além de ser muito representativo economicamente, o transporte rodoviário causa diversos impactos negativos na saúde das pessoas, como acidentes de trânsito/transporte, poluições diversas e rompimento das relações sociais (VASCONCELLOS, 2006). Sua proporção e importância na dinâmica territorial tornam o debate sobre seus impactos ainda mais delicado e necessário.

Dentre os impactos, o rompimento das relações sociais ocorre tanto pelo isolamento entre as pessoas pela utilização de veículos de transporte individuais, quanto pela perda do espaço público, quanto pela criação de barreiras geográficas antrópicas que impede a relação entre espaços próximos, vide as grandes vias de circulação nas grandes cidades. Não obstante, o transporte gera redução na qualidade de vida durante o deslocamento, os conhecidos congestionamentos, que retiram tempo de lazer com a família e diminuem a produtividade no trabalho.

Os impactos do transporte rodoviário de cargas também envolvem a fauna silvestre. As estradas de grande fluxo de caminhões são reais barreiras geográficas que impedem trocas genéticas, migrações e outros processos geoecológicos da vida de animais de pequeno, médio e grande porte. Os atropelamentos são uma contribuição muito significativa para a extinção de importantes espécies de mamíferos de grande porte, como o lobo-guará e o tamanduá-bandeira, animais típicos do cerrado brasileiro.

Entretanto, tanto nos impactos ao meio natural quando na vida humana, o que deve ser atentado é o aspecto da equidade na distribuição destes impactos (VASCONCELLOS, 2006). Reproduzindo as relações sociais, o que ocorre é a concentração dos impactos naqueles que possuem maior vulnerabilidade econômica e social, através da externalização de impactos gerados por aqueles que possuem o poder econômico. Um exemplo desta situação é o ruído gerado pelo deslocamento de veículos, quando aquele que emite o ruído está muitas vezes imune a ele no interior do seu automóvel particular, fabricado com esse objetivo, enquanto o morador que reside nas proximidades sofre integralmente com o barulho e seus impactos.

Importante no cunho político social e no cunho financeiro, o transporte devido a suas proporções é um dos setores mais intensos em consumo de energia. Em escala planetária o setor de transportes foi responsável pelo consumo de 48% de todo petróleo em 2003, e as estimativas apontavam então para que no ano de 2020 essa proporção alcançaria 77% (RIBEIRO *et al*, 2003). Esta conjuntura mundial amplia a fragilidade político-econômica de diversos países que não são autosuficientes, polarizando ainda mais as relações de dominâncias e ampliando tensões territoriais.

A dependência energética é uma situação delicada mesmo para o Brasil, que possui programas para incentivar a produção de biocombustíveis, como o biodiesel e o álcool veicular. O Programa Pró Álcool foi estabelecido em 1975, com o duplo objetivo de produzir biocombustíveis e fixar o homem no campo, conseguindo substituir parcialmente a gasolina por álcool anidro na proporção de 25%. Este programa deve ser entendido à luz da primeira crise energética mundial, que teve como sua causa imediata o embargo ao petróleo pelos países da Organização dos Países Produtores de Petróleo (OPEP) em 1973 (FRATE, 2011).

Não obstante, por mais que o país esteja próximo de se declarar autossuficiente em óleo bruto e talvez pouco próximo de se tornar autossuficiente em derivados, a sua demanda de diesel atual é significativamente maior do que sua capacidade de processamento, demandando ainda importação de óleo diesel processado e parcialmente óleo cru (PORTAL VERMELHO, 2012; CASTELLAR & FEIJÓ, 2006).

Assim, a definição da matriz de transportes, dos pólos de desenvolvimento e da matriz energética está diretamente ligada às opções que os tomadores de decisão realizam. A opção rodoviarista, o incentivo a pólos industriais de desenvolvimento, a definição da matriz energética são definições que influenciam diretamente o desenvolvimento do transporte, a definição dos fluxos de produtos, e os impactos gerados por essas atividades. Nesse sentido, é colocada uma questão de responsabilidade sobre a sustentabilidade das políticas públicas sobre o dano ao ambiente e as pessoas das atividades, de forma que o

que está em cheque é “fazer ou não opções normativas na direção do favorecimento de gerações futuras, abrindo mão da afluência imediata” (NOBRE & AMAZONAS, 2002).

Neste sentido cabe aqui abordar o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores, uma das políticas ambientais brasileiras que visam a redução dos impactos ambientais dos transportes.

1.2 - PROGRAMA DE CONTROLE DA POLUIÇÃO DO AR POR VEÍCULOS AUTOMOTORES

Considerando a importância dos programas públicos para a regulamentação de atividades no sentido de reduzir impactos ambientais, cabe neste momento uma melhor compreensão do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE). O programa é a regulamentação brasileira para veículos automotores destinados ao mercado interno, que tem por objetivo reduzir as emissões de poluentes atmosféricos, melhorando assim a qualidade do ar e de vida da população.

Assim, leva em consideração não apenas a redução da emissão de poluentes, mas também a emissões evaporativas de combustível e eficiência energética dos automóveis, leves e pesados. Este objetivo está em congruência com a compreensão dos impactos ambientais no ciclo de vida dos produtos, que ressalta que o impacto ambiental não é gerado apenas na fase de uso dos produtos, mas também nas fases de produção de equipamentos e insumos, como também na fase de final de vida dos componentes.

Legalmente o PROCONVE é estabelecido inicialmente pela resolução CONAMA nº018 de 1986. Posteriormente foi complementado e alterado pelas resoluções CONAMA nº008 de 1993, nº015 de 1995, nº315 de 2002, nº403 de 2008 e nº415 de 2009.

Os objetivos específicos do programa são:

- Reduzir gradualmente os níveis de emissões veiculares;
- Promover o desenvolvimento tecnológico;
- Criar programa de manutenção e inspeção de veículos em uso;
- Incentivar o aprimoramento das características técnicas dos combustíveis;
- Promover a conscientização da população sobre a poluição do ar por veículos automotores; e
- Estabelecer medidas de avaliação dos resultados.

Para atingir estes objetivos são previstas ações ligadas à promoção da adequação dos equipamentos e dos combustíveis consumidos, para que resultem em produtos "menos

agressivos ao meio ambiente e à saúde pública" (CONAMA, 1986). As propostas de ações são diferenciadas para cada categoria de equipamentos, como também as metas de redução, variando principalmente entre veículos leves, chamado de "PROCONVE – L", e veículos pesados, chamado de "PROCONVE – P".

A redução de emissões de poluentes prevista obedece a um cronograma de metas pré-acordado com as indústrias de combustíveis e equipamentos, baseando-se na estrutura europeia de metas de emissões. O cronograma de execução das metas para o programa voltado a veículos pesados, como também a equivalência com o programa de redução de emissões europeu pode ser visto no Quadro 01:

Fase do Programa	Regime de implantação	Equivalência com o programa Europeu
PROCONVE P-1	1987 – para ônibus urbanos 1989 – 100% da frota	
PROCONVE P-2	1994 – 80% da frota 1996 – 100% da frota	EURO 0
PROCONVE P-3	1994 – ônibus urbano 1996 – 80% da frota 2000 – 100% da frota	EURO 1
PROCONVE P- 4	1998 – ônibus urbano 2000 – 80% da frota 2002- 100% da frota	EURO 2
PROCONVE P-5	2004 – ônibus urbano 2005 – 40% da frota 2006- 100% da frota	EURO 3
PROCONVE P-6	2009- 100% da frota	EURO 4
PROCONVE P-7	2012- 100% da frota	EURO 5

QUADRO 01 – Cronograma de metas do PROCONVE e equivalência de cada uma de suas fases com o programa europeu

Fonte: Resolução CONAMA 408/2009, IBAMA, 2011 (elaboração própria)

De acordo com o cronograma do Quadro 01 é possível definir que um caminhão pesado produzido para o mercado brasileiro no ano de 2008 possuía os padrões de emissões equivalentes a etapa 5 do PROCONVE, chamado de P-5, o equivalente aos padrões europeus EURO 3. A estrutura da frota brasileira de veículos pesados pode ser vista graficamente na Figura 01:

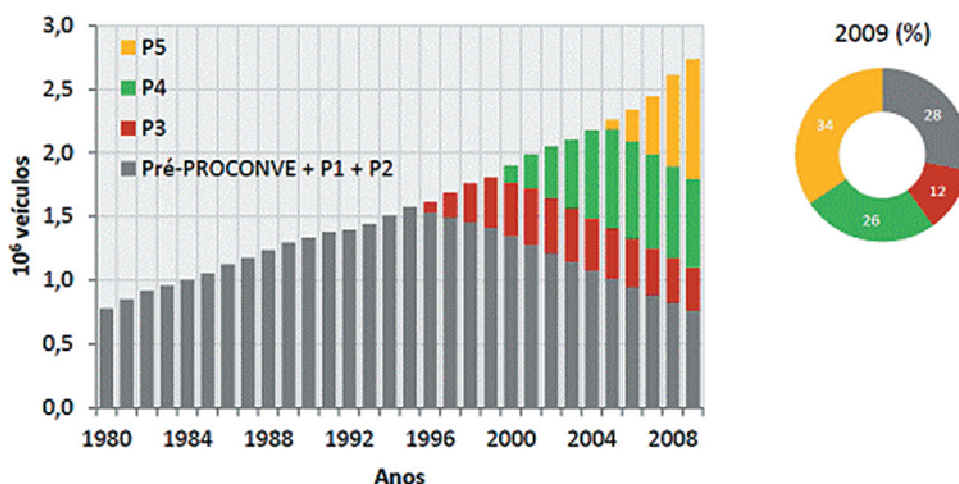


FIGURA 01 - Evolução da frota estimada de veículos do ciclo Diesel por fase do PROCONVE
 Fonte: IBAMA, 2011

De acordo com a Figura 01, em 2009 a frota com padrão de emissões PROCONVE P-5 já representava 34%, sendo então a categoria mais representativa para o ano. O foco das análises na fase da etapa P-5 se deve pois para o presente estudo foi selecionado um caminhão cujo padrão de emissões corresponde aos padrões PROCONVE P-5, correspondendo ao modelo geralmente utilizado pelos operadores logísticos que transporte ciclomotores.

A etapa 6 do PROCONVE para veículos pesados foi adiada para começar a efetivar em 2009, devido a acordos das indústrias e produtores de combustíveis com os órgãos reguladores ambientais brasileiros. Esse adiamento ampliou ainda mais a participação da frota de caminhões tipo PROCONVE P-5 em circulação.

Dentre os diferentes veículos automotores os caminhões pesados, os principais para o transporte de mercadorias por longas distâncias, possuem representativa parcela na emissão de poluentes atmosféricos. Sua participação na emissão total de poluentes dentre toda frota veículos brasileira pode ser vista nas Figuras de 02 a 05:

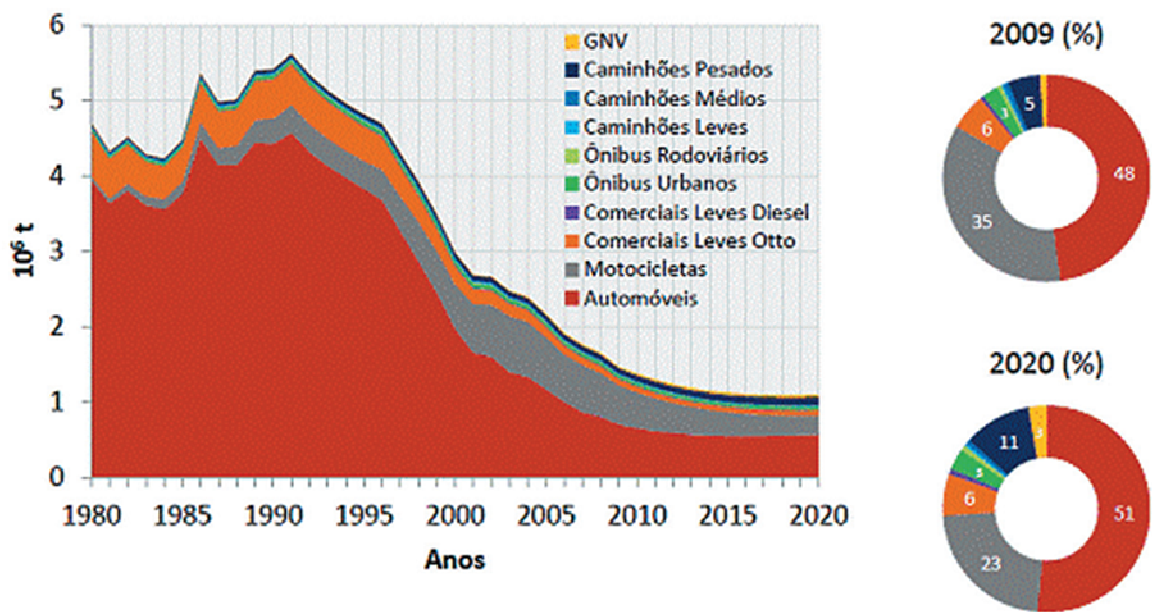


FIGURA 02- Emissões estimadas de CO por categoria de veículos
 Fonte: IBAMA, 2011

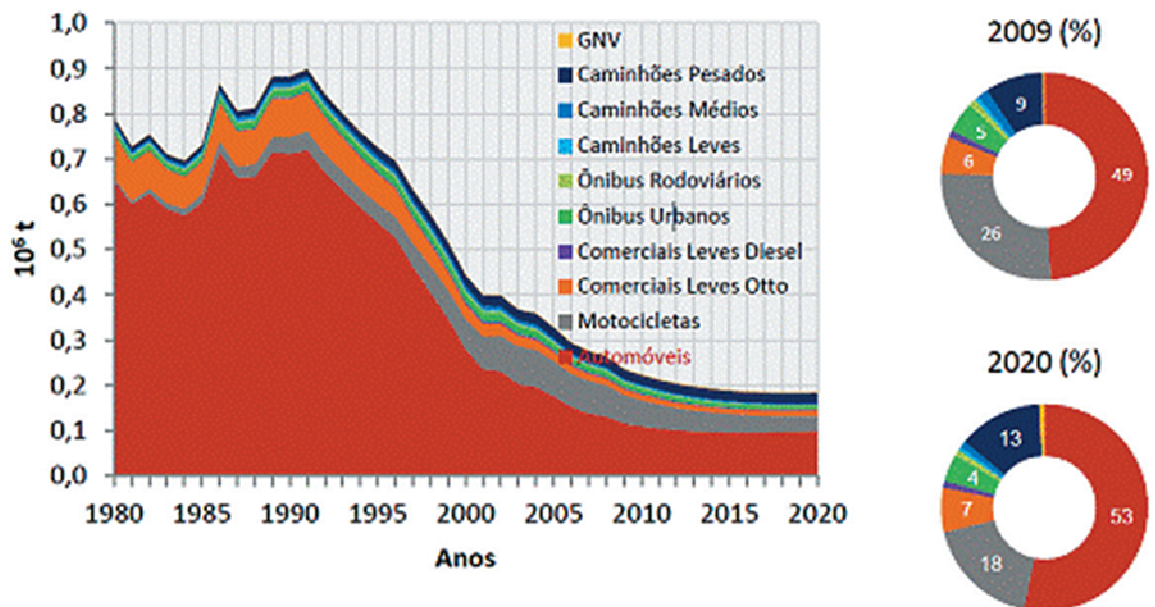


FIGURA 03 - Emissões estimadas de hidrocarbonetos não metano – NMHC – por categoria de veículos
 Fonte: IBAMA, 2011

Apesar de ter uma frota bem menor de veículos do que a categoria de automóveis, a categoria de caminhões pesados foi responsável sozinha pela emissão de 5% do CO no Brasil, com a expectativa de representar 11% das emissões em 2020. Foi responsável também pela emissão de 9% de hidrocarbonetos não metano (NMHC), com a projeção de representar 13% das emissões em 2020, como visto da Figura 03. A projeção de ampliação

da emissão de poluentes pelos caminhões pesados está ligada diretamente à progressiva redução de poluentes de automóveis privados. Assim, o aumento absoluto da emissão de poluentes estaria diretamente ligado à ampliação da frota, ao passo que a redução da emissão relativa comparada aos demais veículos estaria relativizada principalmente pela redução dos poluentes emitidos pelos automóveis.

O aumento percentual da emissão de caminhões pesados ocorre ao mesmo tempo em que existe uma redução significativa das emissões de automóveis, um crescimento das emissões das motocicletas, e no mesmo sentido uma ampliação significativa da frota de caminhões pesados. Assim, o aumento percentual na participação das emissões de CO e de NMHC não significam o aumento de emissões por unidade transportada ou por quilômetro percorrido, sendo que na verdade a tendência é a diminuição por unidade funcional.

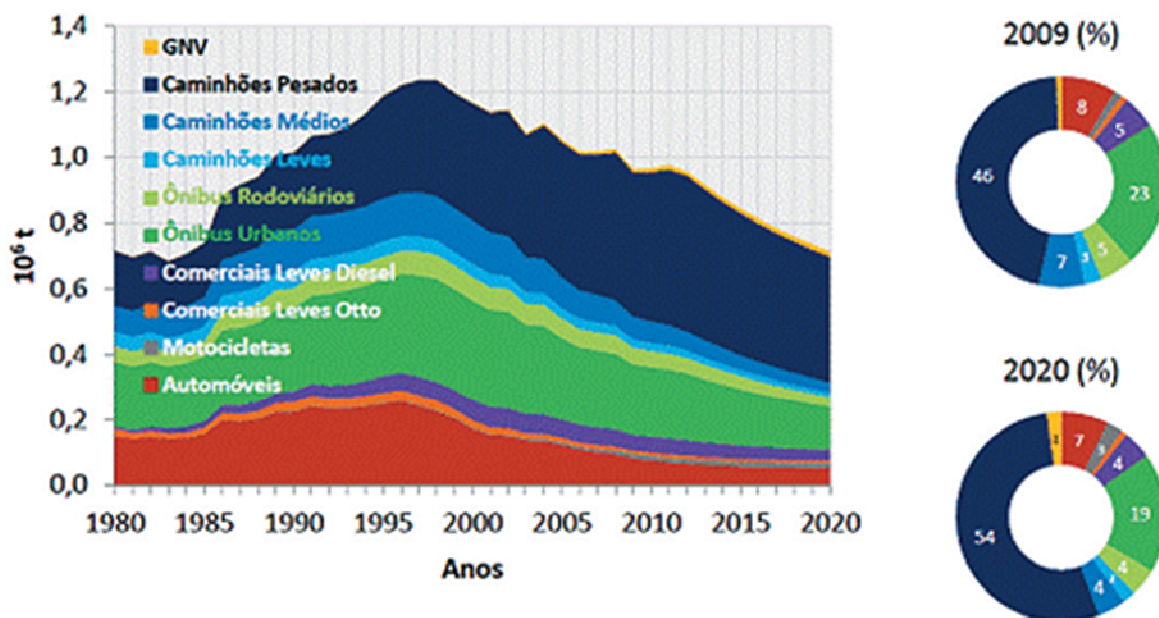


FIGURA 04 – Emissões estimadas de NOx por categoria de veículo
Fonte: IBAMA, 2011

Infelizmente o IBAMA não realizou a comparação neste estudo sobre a emissão específica de óxidos de enxofre. No entanto, a categoria de emissão de material particulado (MP) inclui parcialmente em seus resultados a emissão de elementos que contém compostos de enxofre, que por vezes apresentam características físicas compatíveis com os materiais particulados. A estimativa de emissões de MP pode ser vista na Figura 05:

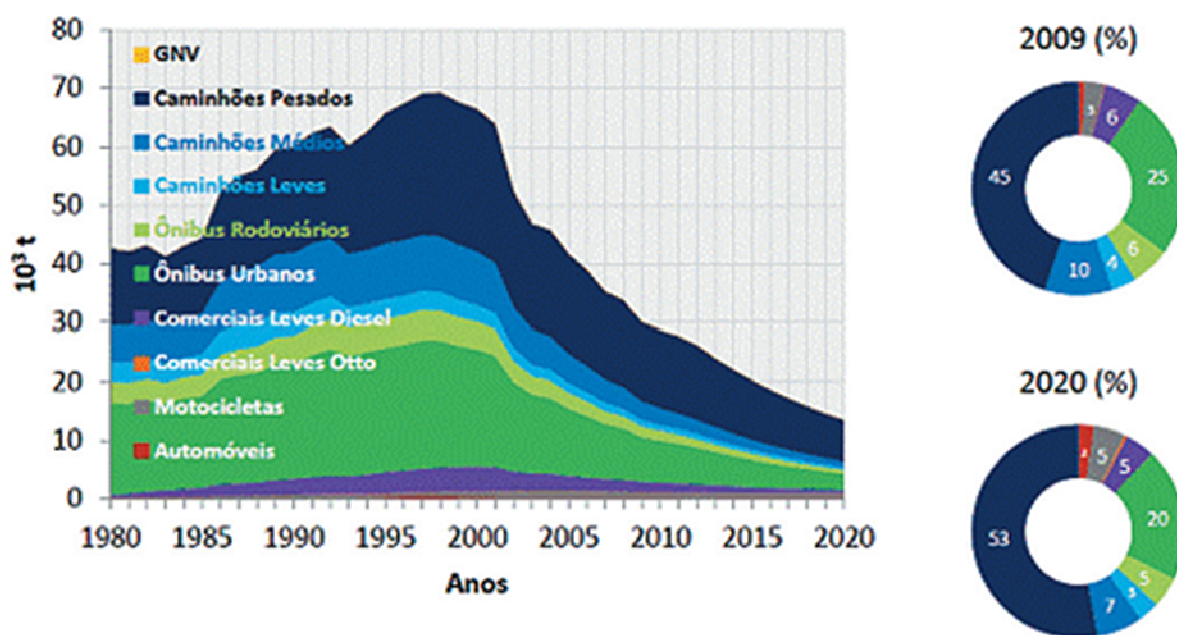


FIGURA 05 – Emissões estimadas de materiais particulados (MP) por categoria de veículo
 Fonte: IBAMA, 2011

Em termos nacionais é preocupante para a atividade do transporte de longa distância de cargas via rodovia o nível de emissões de NOx e de MP. A participação majoritária da emissão destes poluentes é principalmente proveniente de caminhões pesados, que por sua vez possuem número de frota significativamente menor que as demais categorias, ampliando assim as emissões por tempo de vida do veículo, como mostram as Figuras 04 e 05.

Neste sentido também, a perspectiva futura para o setor de caminhões pesados não prevê melhoras em relação às demais categorias de veículos. Apesar de continuar a categoria mais representativa, ampliando inclusive sua participação nas emissões totais, prevê-se a redução das emissões absolutas de poluentes, mesmo com expectativa de ampliação da frota, do que remete então a uma redução da emissão por veículo e redução de emissão por quilômetro. Para a categoria de emissão de NOx a projeção de redução de emissão de poluentes é menos otimista.

Os impactos causados pelo consumo dos insumos para o transporte são mais bem discutidos nas sessões a seguir.

1.3 - O IMPACTO DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS, DE PNEUS E DE ÓLEOS LUBRIFICANTES E SUAS RESPECTIVAS PRODUÇÕES

1.3.1 - IMPACTOS DA PRODUÇÃO DA PRODUÇÃO DE ÓLEO DIESEL

O processo de produção de óleo diesel envolve principalmente o refino do óleo bruto, que nas refinarias modernas envolvem as atividades de: destilação, craqueamento, polimerização, alquilação, dessulfurização, dessalinização, desidratação e hidrogenação. Para que os diversos produtos sejam obtidos, o óleo cru é submetido primeiramente à destilação atmosférica, que quando aquecido dá origem a compostos de diferentes densidades, separados pela torre de destilação, dentre os quais o óleo diesel é um dos mais pesados, e representa na matriz atual aproximadamente 21,8% dos produtos. Posteriormente este óleo diesel obtido é submetido à dessulfurização, para a retirada de compostos como: gás sulfídrico, mercaptanas, sulfetos e dissulfetos (SALLABERRY, 2009).

Durante todo o processo de produção são emitidos compostos potencialmente nocivos à saúde humana, em maior ou menor quantidade, variando de acordo com a tecnologia e forma de gestão da unidade de refino. As emissões podem ser tanto de forma gasosa, quanto líquida ou sólida, sendo que os principais pontos de emissão para a atmosfera são: provenientes da unidade destiladora e de demais processos-chave; emissões fugitivas de compostos voláteis, provenientes de bombas, válvulas, tanques e flanges; e originada da queima de combustíveis para o aquecimento das caldeiras (MARIANO, 2001).

Os gases resultantes da refinaria contêm quantidades variáveis de gás de refinaria, gás sulfídrico e amônia. Devido a seu conteúdo estas correntes são geralmente coletadas e enviadas para unidades de tratamento de gás e recuperação de enxofre. Por sua vez, as emissões da atividade de recuperação de enxofre contêm sulfeto de hidrogênio, óxidos de enxofre e de nitrogênio. Dependendo de sua origem de extração, o óleo cru pode ser composto de 0,21 a 2,50% de enxofre, sendo a retirada deste material uma medida de controle ambiental e o aproveitamento de um subproduto. Outras atividades dentro de uma refinaria que emitem óxidos de enxofre são: regeneração do catalisador e o processo de reforma (MARIANO, 2001).

Outra fonte de emissão é a regeneração periódica dos catalisadores de processo, que pode conter monóxido de carbono, material particulado além de hidrocarbonetos voláteis. Esta corrente para ser tratada precisa passar por uma caldeira de CO, onde são queimados o CO e os hidrocarbonetos remanescentes (*idem*).

Estas emissões possuem efeitos nocivos à saúde humana, potencialmente causadores de dano como (MARIANO, 2001):

- Irritação nos olhos – principalmente por aldeídos e oxidantes fotoquímicos;
- Efeitos no sistema cardiovascular - principalmente por composto como CO e chumbo;
- Efeitos no sistema respiratório – onde se destacam a emissão de materiais particulados, NO₂ e SO₂;
- Efeitos no sistema imunológico – ocasionados principalmente por oxidantes fotoquímicos;
- Efeitos carcinogênicos – ocasionados por emissões de radiação e diversos outros compostos, que ocasionam diferentes tipos de câncer (desde leucemia, melanomas a câncer de colo de útero e próstata), cujo risco é ampliado pela exposição crônica e de longo tempo de exposição aos poluentes (CRETZAZ *et al*, 2002).

Outros impactos do refino de petróleo são ligados à formação de chuva ácida (e acidificação de solos e mares), aquecimento global (e mudanças climáticas e ampliação de vulnerabilidade de populações); eutrofização; e diminuição da quantidade de ozônio na atmosfera, conhecido como aumento na camada de ozônio (MARIANO, 2001).

Em relação à emissão de efluentes líquidos, grande parte do efluente gerado é de característica de esgoto doméstico e água em temperatura elevada proveniente do resfriamento. O que acontece ainda é a liberação de hidrocarbonetos no solo e na água acidentalmente, o que ocorre em muitas refinarias (SALLABERRY, 2009).

Além dos danos causados constantemente pela extração, transporte e produção de derivados de petróleo, que podem ser calculados marginalmente em emissões por quilograma de produto consumido através do ACV, tem-se os danos causados pelos acidentes. Os derramamentos de óleo estão entre os danos ambientais mais nocivos entre os acidentes ambientais mundiais.

Abaixo estão alguns dos principais acidentes com derramamento de óleo no mundo, e sucintamente suas principais causas (DONATO, 2008; HÖRNKE, 2013).

- Ixtoc I, Campeche, Golfo do México (1979) – vazamento de 454 mil toneladas de óleo para o mar, na Baía de Campeche no México, ocasionado por um rompimento na plataforma;
- Acidente com Navio EXXON Valdez (1989) - vazamento de 11 milhões de galões de óleo cru para o mar na costa do Alasca, ocasionado pelo choque entre o navio e um recife.

- Guerra do Golfo, Kuwait (1991) – vazamento de 240 milhões de galões de óleo cru no Golfo Pérsico, quando as tropas iraquianas abriram as válvulas dos poços de petróleo em Kuwait, por motivações econômicas.
- Deepwater Horizon, Golfo do México (2010) – vazamento de 204 milhões de galões de óleo cru para a água do mar, ocasionado por uma explosão na plataforma, contaminando mais de 1000 km de costa.

Da mesma forma, é importante ressaltar os principais acidentes que ocorreram no Brasil, pois estão diretamente relacionados ao consumo nacional deste insumo (DONATO, 2008; NITAHARA, 2013):

- Acidente na Vila Socó/SP (1984) – vazamento de 1.200 m³ de gasolina da dutovia da Petrobrás, ocasionado pelo rompimento associado à corrosão e falhas operacionais, causando diretamente 38 mortes e 53 pessoas hospitalizadas;
- Operação Guararema III (1987) – vazamento de 200 m³ de óleo combustível para o Rio Paraíba do Sul, do oleoduto REVAP da Petrobrás, causado pelo rompimento do duto ocasionado por acidente com uma máquina de terraplanagem;
- Oleoduto do sistema OSSP (2000) – rompimento do oleoduto na Serra do Mar próximo à Via Anchieta lançou um jato de óleo que atingiu grande área da vegetação da mata atlântica, mas o volume não foi estimado;
- Vazamento na Baía de Guanabara (2000) – vazamento de 1.300 m³ de óleo no interior do manguezal do Rio de Janeiro, que se espalhou pela Baía de Guanabara por causa da maré enchente, causado pelo rompimento devido à corrosão;
- Ferrovia Centro Atlântica (2005) – vazamento de 60 m³ de óleo diesel para o Rio Caceribu no Rio de Janeiro, da composição ferroviária da Ferrovia Centro Atlântica.
- Chevron, Bacia de Campos (2011) – vazamento de petróleo causado pela sonda de perfuração no Campo de Frade, derramando 3,7 mil barris de óleo cru. Outros vazamentos ocorreram até março de 2012, em quantidades médias de 25 a 30 barris.

Mesmo com as medidas de controle e mitigação dos impactos, os efeitos dos derramamentos de óleo possuem uma gravidade elevada, devido à abrangência do impacto e a irreversibilidade de muitos deles. Nos derramamentos de óleo as populações humanas são afetadas indiretamente em sua saúde, a se destacar pela contaminação de águas e pela bioacumulação de compostos tóxicos em animais de fins alimentícios

1.2.2 - PRINCIPAIS IMPACTOS NA SAÚDE HUMANA DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS

Além dos impactos a nível global, os impactos relacionados à poluição local são muito representativos, sendo os componentes que mais afetam a qualidade do ar: monóxido

de carbono (CO), óxido de enxofre (SOx), e óxidos de nitrogênio (NOx). A emissão destes componentes causa danos financeiros, como a corrosão de estruturas causadas pela chuva ácida, danos à flora, à fertilidade do solo e à pesca, além dos danos causados à saúde humana, gerando problemas respiratórios principalmente nos membros mais frágeis da comunidade, como as crianças e os idosos.

Alguns dos principais efeitos nocivos à saúde humana dos poluentes atmosféricos esta ilustradas na Figura 06:

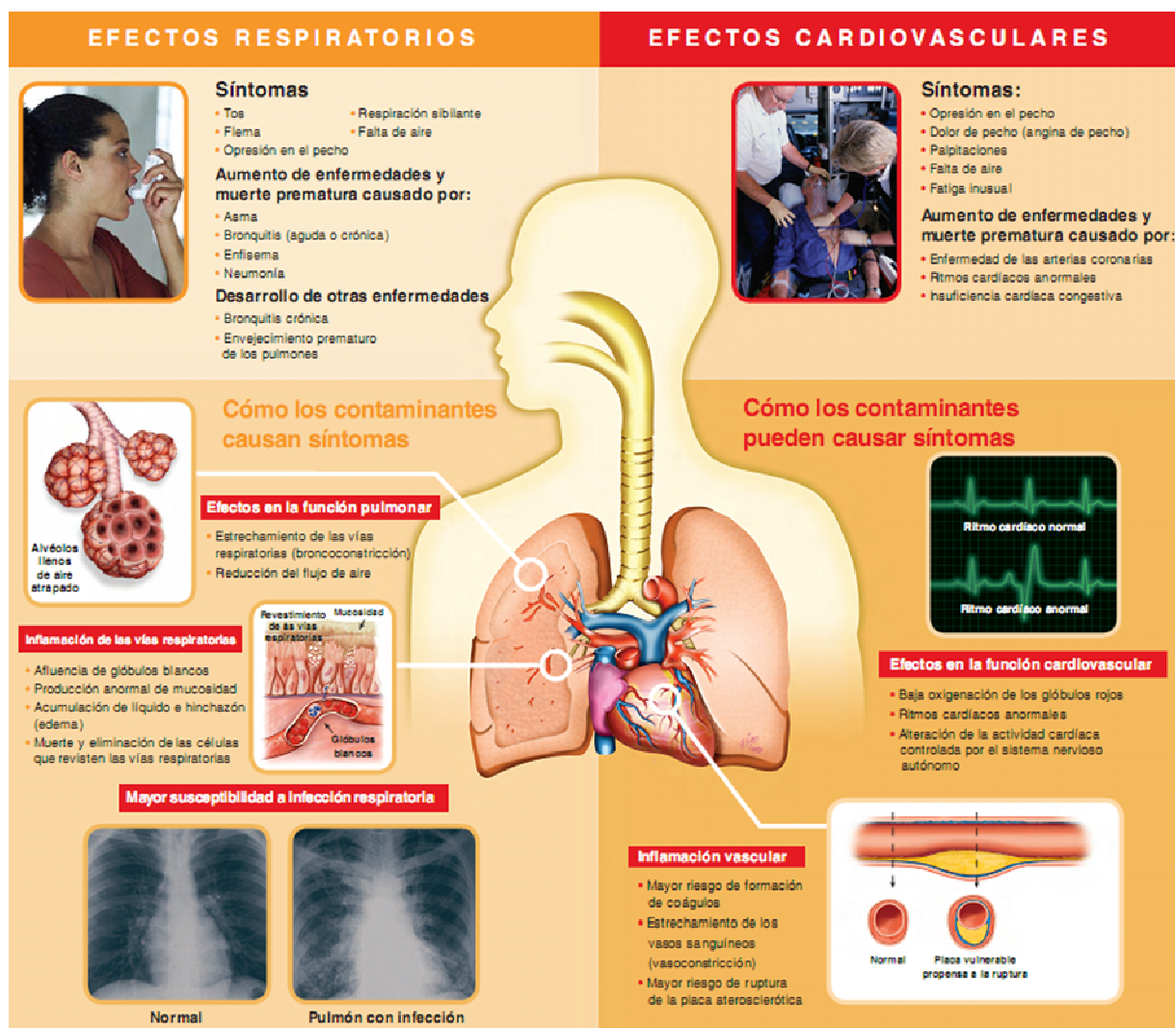


FIGURA 06 – Efeitos dos contaminantes comumente presentes no ar
Fonte: EPA, 2009a

Na Figura 06 são esquematizados os principais danos causados pela interação dos contaminantes atmosféricos com o sistema cardiopulmonar. Alguns dos poluentes chegam a superar as barreiras de defesa do trato respiratório, posteriormente as barreiras alveolar pulmonar, e entram na corrente sanguínea, causando efeitos nocivos a outros órgãos (MARCOLINO, 2009).

Os poluentes emitidos pelos equipamentos de transporte causam diferentes impactos à saúde humana, dependendo da sua composição. Por isso no cálculo do potencial de toxicidade humana cada um apresenta um respectivo fator de caracterização. Sucintamente as principais características físicas e principais danos à saúde são descritas por RIBEIRO (2005):

- Partículas Inaláveis [$MP_{10\mu m}$] e Partículas Totais em Suspensão [PTS]: causam aumento no atendimento em hospitais, devido a problemas pulmonares, em alguns casos, ocasionando morte prematura. Quanto menor o seu tamanho, maior o efeito à saúde. Essas partículas causam efeitos nocivos significativos em pessoas com doença pulmonar, asma e bronquite.
- Óxidos de enxofre [SO_2] – gás incolor, com forte odor, semelhante ao gás produzido na queima de palitos de fósforo – tem como efeito o desconforto na respiração, agravamento ou surgimento de doenças respiratórias, cardiovasculares e asmáticas, além de acentuar doenças crônicas do coração e pulmão que são mais sensíveis ao elemento. Efeitos mais drásticos ainda provêm da interação do SO_2 , gotículas de água e radiação solar, que formam o ácido sulfídrico (H_2SO_4), com alto potencial nocivo quando inalado.
- Óxidos de nitrogênio [NO_2] – gás marrom avermelhado, com odor forte e muito irritante – diminui a resistência às infecções respiratórias nos indivíduos e aumenta a sensibilidade à asma e bronquite.
- Monóxido de carbono [CO] – gás incolor, inodoro e insípido – altos níveis desse gás ocasionam no ser humano prejuízo dos reflexos, da capacidade de estimar intervalos de tempo, no aprendizado, de trabalho e visual.
- Ozônio [O_3] – gás incolor e inodoro – causa irritação nos olhos e vias respiratórias e diminui a capacidade pulmonar. Altas concentrações desse gás podem resultar em sensações de aperto no peito e tosse.
- Hidrocarbonetos volatizados não metano [NMHC] – compostos orgânicos – provoca irritação nos olhos, nariz, pele e aparelho respiratório, além de ser cancerígeno e mutagênico.

Em nível celular o CO tem alta capacidade de interação com hemoglobinas, não se despreendendo das mesmas no momento de troca gasosa para o transporte de O_2 , diminuindo a capacidade cardiopulmonar, causando asfixia e por vezes levando ao óbito. Sua emissão ainda interfere na oxidação dos tecidos (BRASIL, 2009).

Outro efeito nocivo gerado pela emissão de poluentes atmosféricos pelo consumo de combustíveis é a formação de chuva ácida.

Lluvia ácida es un término muy amplio que se refiere a una mezcla de sedimentación húmeda y seca (materiales depositados) de la atmósfera que contienen cantidades más altas de las normales de ácidos nítrico y sulfúrico. Los precursores químicos de la formación de la lluvia ácida provienen de fuentes naturales, como los volcanes y la vegetación en descomposición, y de fuentes artificiales, principalmente las emisiones de dióxido de azufre (SO₂) y óxido de nitrógeno (NO_x) que provienen de la combustión de combustible fósil. (EPA, 2009b).

Este fenômeno quando se refere à sedimentação úmida pode se materializar como chuva, neblina ou neve ácida, afetando diretamente a acidez de solo e águas, e indiretamente a biota destes espaços. Já quando se refere à sedimentação seca estes compostos precipitam no solo, construções, automóveis e árvores, quando então podem ser lavados pela água da chuva, formando um composto ainda mais ácido (EPA, 2009b).

A acidificação das águas, principalmente mares, é um dos limites planetários que apresentam estado mais crítico, principalmente ligado ao ciclo biogeoquímico do nitrogênio, e possuem o potencial de afetar negativamente diversas outras áreas (ROCKSTROM *et al*, 2009).

A emissão média dos veículos pesados do ciclo diesel de alguns destes compostos a nível nacional podem ser observados na Tabela 01:

TABELA 01 - Fatores de emissão de CO, NMHC, NO_x e MP para motores Diesel por fase PROCONVE, em g_{poluente}/kg_{diesel}

Fase do PROCONVE	CO	NMHC	NO _x	MP*
Pré-PROCONVE, P1 e P2	8,27	3,02	47,56	2,933
P3	7,43	2,48	30,05	1,459
P4	4,05	1,38	29,33	0,571
P5	3,77	0,73	21,23	0,355
P7	3,95	0,76	8,57	0,086

Fonte: BRASIL, 2011

A Tabela 01 apresenta resultados de estudos realizados pela ANFAVEA, PETROBAS e DETRAN, bases para o adiamento da fase P6 do PROCONVE. Para a categoria de emissões do equipamento de transporte em questão, da fase P5, as emissões médias no Brasil de CO são de 3,77 g/kg de diesel, de NMCH 0,73 g/kg de diesel, de NO_x 21,23 g/kg de diesel e de MP são de 0,355 g/kg de diesel consumido.

No presente estudo, para título de comparação, a emissão do caminhão pesado da fase P5, utilizado no modelo, para o elemento CO está na ordem de 6,2 g/kg de diesel consumido em TL. O valor maior de emissão de CO se justifica pelo fato da Tabela 01

expressar valores médios dos veículos do ciclo diesel, dentre veículos leves, médios e pesados.

Assim, os danos causados pelas emissões de poluentes afetam diretamente apenas não beneficiados diretamente pelo transporte, e por vezes tampouco indiretamente. A poluição do ar é um exemplo emblemático de externalidade, em que os custos são pagos principalmente pelos não usuários de transporte (CASTRO, 2013)

1.3.3 - PRESENÇA DE ENXOFRE NO COMBUSTÍVEL.

Um dos principais componentes potencialmente poluidores presentes no diesel é o enxofre. Os principais impactos ambientais causados pelo enxofre são: chuva ácida; acidificação de solos e água; além de graves danos à saúde humana como fibrose pulmonar e doenças cardiovasculares (VASCONCELLOS, 2006; CNT, 2012)

Isso se dá principalmente porque o enxofre presente no diesel passa por uma oxidação tornando-se dióxido de enxofre (SO_2), composto sulfuroso primário emitido pelo motor, que pode ainda sofrer mais oxidação, vindo a formar sulfatos (SO_4). A formação deste material, nucleados com carbono e água, formam materiais particulados (MP) finos ($\leq 2,5\mu\text{m}$) a grossos ($>10\mu\text{m}$) (IBAMA, 2011b).

A emissão de particulados finos e óxidos de enxofre estão diretamente associados à causa de câncer pulmonar e à morbidade causada por doenças cardiopulmonares. Proporcionalmente, a emissão de $10\text{-}\mu\text{m} / \text{m}^3$ a mais de particulados finos para o ar está associada ao aumento de 6% e 8% da incidência de doenças cardiopulmonares, e mortalidade por câncer pulmonar, respectivamente (POPE *et al*, 2002).

De acordo com os dados apresentados pela CNT na Figura 07, o diesel comercializado no território nacional no ano de 2012 para a finalidade de transporte rodoviário, considerado “diesel interior” possuía 500 mg/kg ou ppm de enxofre (chamado também de diesel S500), dentre os tipos de diesel comercializados: S10, S50, S500 e S1800.

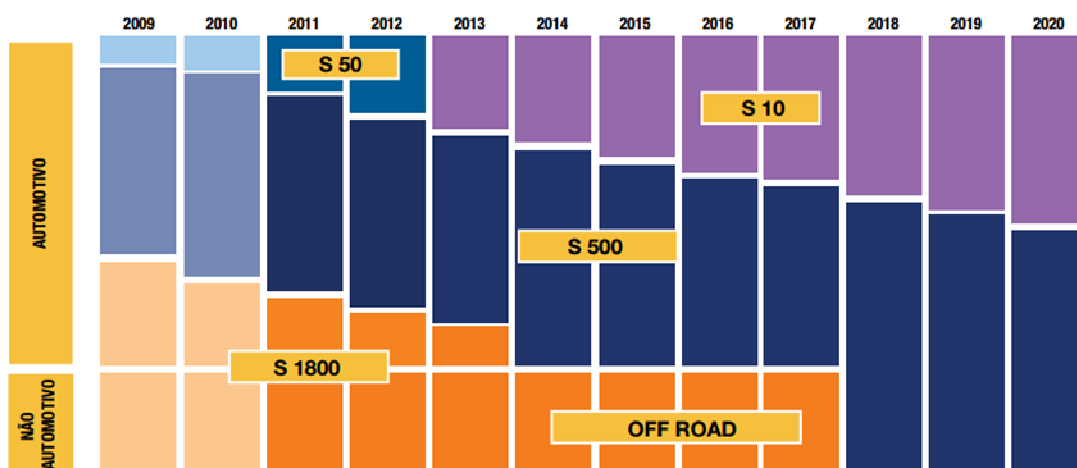


FIGURA 07 - Cenário 2009-2020 de produção de diesel pela Petrobrás

Fonte: CNT, 2012

A paulatina redução do teor de enxofre no diesel responde à demanda do PROCONVE, dando condições dos veículos P-7 (correspondente ao padrão Euro 5) e L-6 alcançarem os limites de emissões estabelecidos. A oferta do combustível com menor presença deste composto está principalmente nas grandes cidades, as empresas de produção e distribuição buscam cumprir o Plano de Abastecimento de Óleo Diesel de Baixo Enxofre.

A título de comparação, no Japão, União Européia, EUA e México o teor máximo de enxofre no diesel são de 10mg/kg, 50 mg/kg, 15 mg/kg e 15 mg/kg, respectivamente. Ao mesmo tempo em que o Brasil busca substituir o diesel S1800 pelo diesel S500 completamente até o ano de 2013. A comparação se mantém discrepante mesmo em relação à gasolina, que possui uma menor presença de enxofre, mas apresentou dentre as vendas no Brasil no ano de 2012 presença média de 300 mg/kg (ANP 2013; CNT 2012).

Tendo isto em vista, é possível identificar a média do teor de enxofre do diesel comercial no Brasil, conforme Figura 08:

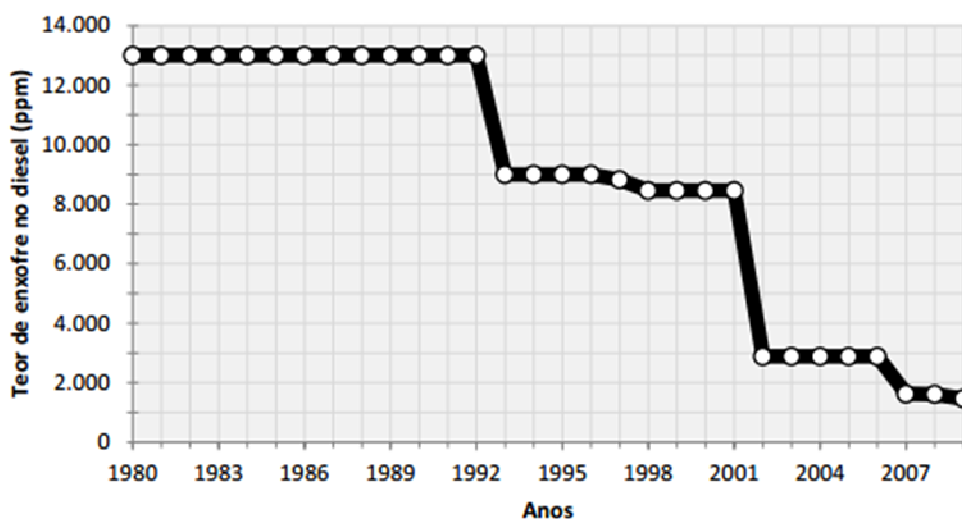


FIGURA 08 – Gráfico da evolução do teor de enxofre médio do diesel comercial no Brasil

Fonte: BRASIL, 2011

Considerando principalmente os dados do BRASIL (2011) - conforme FIGURA 08 - da CNT (2012) e da ANP (2013) é possível estabelecer uma composição média de enxofre no combustível. Para o modelo ACV foi utilizada a proporção de 500 ppm de enxofre no diesel, considerando os anos de referência 2012 e 2013, tendo como base o trajeto interiorano percorrido pelos caminhões, mesmo com os principais abastecimentos dos equipamentos ocorrendo nas regiões metropolitanas.

A redução de 500ppm para 50ppm prevista na resolução ANP nº15/2006 é uma questão de saúde pública. Na tentativa de reduzir a poluição atmosférica nos locais de maior adensamento populacional, a ANP instituiu a referida redução principalmente nas áreas metropolitanas, onde os impactos negativos na saúde humana se acumulam com os causados pelas demais atividades antrópicas.

O elemento enxofre está presente no diesel porque confere ao combustível a lubricidade necessária para proteger os elementos da bomba injetora. A adição de 1% de biodiesel ao diesel permite a dessulfuração completa, mantendo a lubricidade do combustível. Entretanto, o processo de retirada de enxofre do combustível envolve uma unidade fabril com intensa atividade, e com alto potencial poluidor. (VIANNA *et al*, 2009)

A distribuição, e por sua vez a disponibilidade, de diesel composto com biodiesel ainda é limitada a nível nacional. No modelo foi considerada 5% de participação de biodiesel no combustível, pois os maiores abastecimentos ocorrem nas regiões metropolitanas de Belém e Goiânia, onde estão disponíveis combustíveis com essa configuração.

Mesmo assim, não existem limitações para a composição máxima de biodiesel no combustível, sendo que os motores podem operar com uma mistura de até 30%, sem

grandes modificações. A elevação da incorporação gradual do biodiesel ao diesel apresenta grande oportunidade social, econômica e ambiental. Entretanto, o biodiesel é dependente 75% da produção de soja, porcentagem que não apresenta nenhuma vantagem ambiental ou social, sendo que quando proveniente da soja o biodiesel apresenta melhoria no desempenho ambiental apenas de 25% a respeito de emissões de CO₂-eq, em relação ao de origem mineral (VIANNA *et al*, 2009).

1.3.4 - POTENCIAL DE FORMAÇÃO DE OZÔNIO FOTOQUÍMICO

O ozônio (O₃) é um importante gás da atmosfera, que filtra parte da radiação solar recebida pela terra. Em nível global a formação de ozônio se concentra na parte superior da estratosfera a aproximadamente 30km de altitude, na região tropical, e posteriormente é transportado para altas latitudes, onde se concentra principalmente na altitude de 20km, a baixa estratosfera, região então chamada de “camada de ozônio”. As moléculas de ozônio absorvem radiação UV e se dissociam em uma molécula de oxigênio e um átomo de oxigênio, este que por sua vez reage com outro ozônio, formado então duas moléculas de oxigênio. Essa destruição do ozônio também ocorre com outras reações químicas, relacionadas a compostos de hidrogênio, óxidos nítricos, de cloro e bromo, como catalisadores (LINDSKOG, 1997).

Diferente do ozônio formado na estratosfera, que é benéfico como dito acima, o ozônio troposférico possui efeitos tóxicos que podem atingir diretamente os seres vivos, especificamente, para o presente estudo, a saúde humana. A categoria de análise de impactos pode aparecer com diversos nomes dependendo da literatura consultada, sendo todos referentes ao mesmo objeto: formação de ozônio troposférico, formação de ozônio fotoquímico, formação de foto-oxidantes, foto-smog, ou ainda smog de verão.

A qualidade do ar, geralmente o ar troposférico, onde estão concentradas as formas de vida, é definida pela interação entre a emissão de poluentes e as condições atuais da atmosfera, de forma que “A interação entre as fontes de poluição e a atmosfera vai definir o nível de qualidade do ar, que determina, por sua vez, o surgimento de efeitos adversos da poluição sobre os receptores” (CETESB, 2004)

Não obstante, é importante conceituar que os diferentes tipos de poluentes podem ser classificados em relação a seu estado físico como: material particulado; e gases e vapores. Podem ainda ser classificados de acordo com sua origem: poluentes primários, aqueles emitidos como substância poluente; e poluentes secundários, aqueles que são formados na atmosfera por reações químicas e fotoquímicas (LIMA, 2007).

Compreendendo isso, o gás ozônio enquanto poluente troposférico e demais oxidantes desta natureza não são emitidos diretamente pelas fontes, mas são formados através da interação entre compostos orgânicos voláteis (COVs ou VOCs) e os óxidos de nitrogênio (NO_x) com a incidência de luz solar. Em sua maior parte os óxidos de nitrogênio (NO e NO_2) são emitidos por processos de combustão veicular ou industrial. Por outro lado, os COVs são emitidos por processos de evaporação, de queima incompleta de combustíveis automotivos e processos industriais. (CETESB, 2004)

Em uma situação normal a formação de O_3 na troposfera começa seu ciclo pela fotólise do NO_2 , tendo como produto o NO , que por sua vez reage rapidamente com O_2 para a formação de O_3 , que ainda mais rapidamente reage com outro átomo de NO para regressar ao estado de NO_2 . Este ciclo de reações é exemplificado na Figura 09:

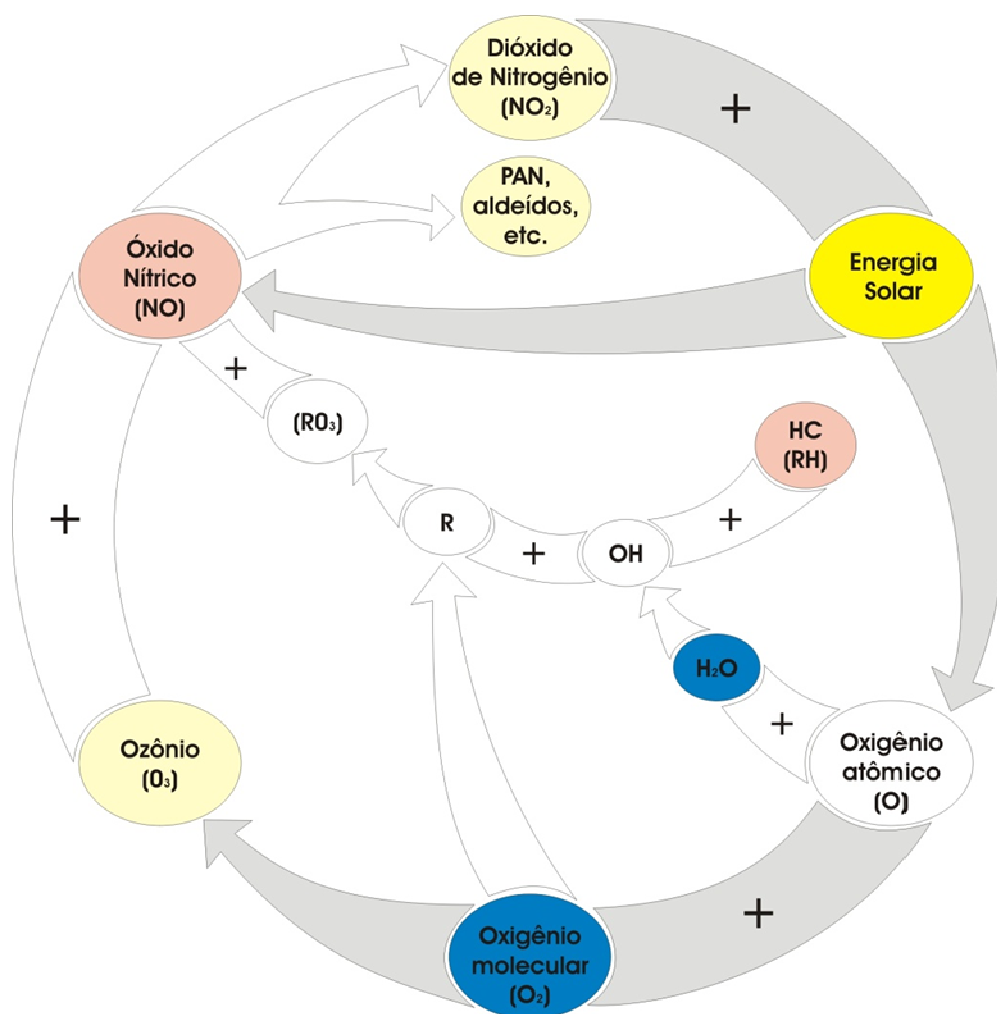


FIGURA 09 – Ciclo de reações para a formação de ozônio troposférico

Fonte: EPA, 1986.

Desta forma a quantidade de O_3 presente na troposfera depende diretamente da velocidade da fotólise calculada em uma razão de NO_2 sobre NO , definindo assim seu estado estacionário, culminando em condições normais em uma quantidade reduzida de ozônio disponível. Mas quando há a emissão de compostos orgânicos voláteis (COVs), as concentrações de ozônio aumentam, pois o retorno de NO ao estado NO_2 se dá através da formação dos radicais livres (CETESB, 2004).

Outros oxidantes fotoquímicos são os PAN (peroxiacetilnitrato), HCHO e o ácido fórmico, também formados pela incidência de raios solares e pela reação entre óxidos de nitrogênio e vapores de combustíveis. Outra importante forma da formação destes oxidantes é por meio da reação postas CH_3O , OH^- , HO_2 e O^{2-} (MOSER, 1986).

A presença destes oxidantes é diretamente proporcional à emissão dos compostos primários (NO_x e C_xH_x), concentração atual de poluentes, duração da insolação, força da radiação solar e temperatura do ambiente. Não obstante, a taxa máxima de formação destes poluentes secundários ocorre a certa distância da fonte poluidora, a favor da direção dos ventos, dependendo assim das condições meteorológicas de velocidade do vento, umidade relativa, etc, podendo ocorrer então em média a 6km do ponto de concentração dos poluentes (MOSER, 1986).

Avaliando o ciclo de vida, no quesito potencial de formação de ozônio fotoquímico o transporte rodoviário de produtos é duplamente impactante, tanto na fase de produção de equipamento e insumos (fase industrial) quanto na fase de transporte (queima de combustíveis). Alguns autores, como MOSER (1986) indicam ainda que, dentre as atividades potencialmente geradoras de poluentes primários para a formação de oxidantes fotoquímicos, a emissão veicular é a principal fonte.

Os impactos ambientais da formação de ozônio e outros oxidantes fotoquímicos estão ligados principalmente aos danos à saúde humana, ao crescimento da vegetação e danos à fauna.

O ozônio é um forte oxidante, com alta reatividade com uma grande gama de componentes, possuindo também capacidade de oxidar íons de iodeto. É considerado um citotóxico, ou seja, tóxico a nível celular, capaz de atingir as porções mais profundas do trato respiratório. Os seus danos mais estudados na saúde humana estão relacionados aos problemas gerados no funcionamento do sistema respiratório, como também da morfologia do trato respiratório. Devido à sua capacidade oxidante, essa categoria de poluentes também tem capacidade de potencializar outras enfermidades humanas de características carcinogênicas (EPA, 1986).

Ainda, de acordo com Hasegawa (2001) esta categoria de oxidantes causa sérias irritações nas mucosas do sistema respiratório, causando assim tosse e prejuízo à função pulmonar. Por isso também reduz a resistência a gripes e outras doenças como pneumonia, além de poder agravar doenças do coração, asma, bronquites e enfisemas.

1.3.5 - POTENCIAL DE AQUECIMENTO GLOBAL E OUTROS IMPACTOS GLOBAIS

A produção e o consumo de combustíveis fósseis estão entre os principais causadores de impactos ambientais a nível global, como aquecimento global, acidificação dos solos e mares. Em 2005 os derivados de petróleo foram responsáveis por 70,9% das emissões de CO₂ pelo consumo energético no Brasil. Em outra avaliação, por setores consumidores de energia, o setor de transportes foi responsável por 42,8% das emissões totais de CO₂ (BRASIL, 2007).

Sobre o tema de mudanças climáticas, é o IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) que reúne as principais informações sobre a emissão de gases de efeito estufa e suas consequências no mundo, de acordo com uma das vertentes de análise sobre o tema. De acordo com o IPCC, as emissões totais de gases de efeito estufa (GEE) de origem antropogênica se apresentam conforme ilustrado na Figura 10:

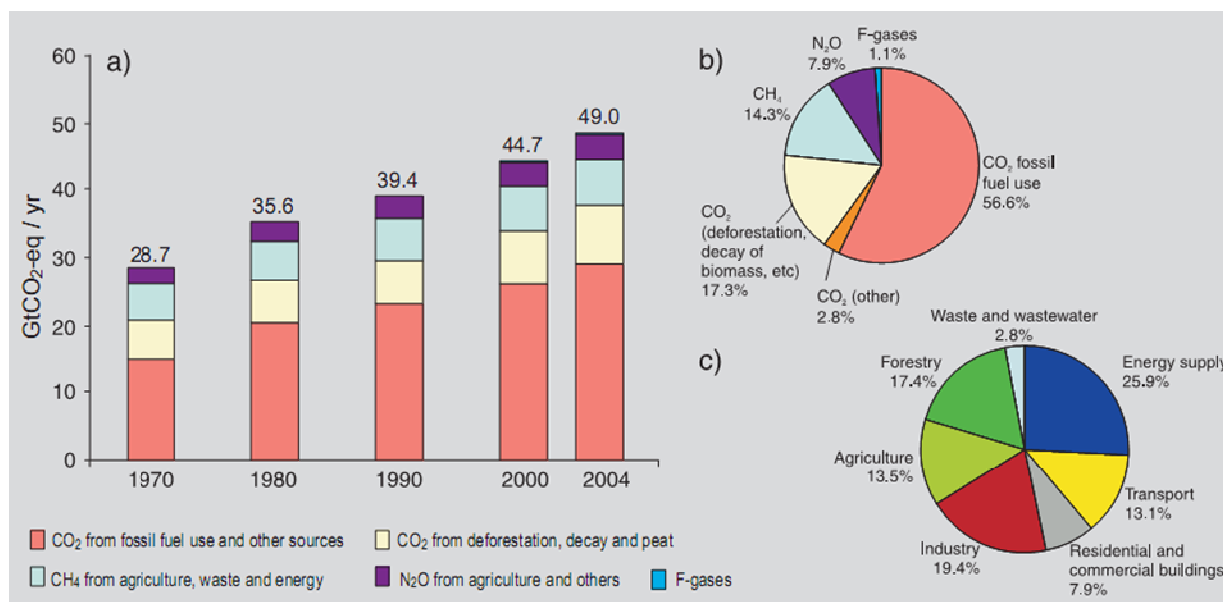


FIGURA 10 – Gráfico de emissões globais de gases de efeito estufa de origem antropogênica
 Obs: (a) Global annual emissions of anthropogenic GHGs from 1970 to 2004. (b) Share of different anthropogenic GHGs in total emissions in 2004 in terms of CO₂-eq. (c) Share of different sectors in total anthropogenic GHG emissions in 2004 in terms of CO₂-eq. (Forestry includes deforestation.)

Fonte: IPCC, 2007

O crescimento das emissões anuais de GEE originários de combustíveis fósseis foi o que representou de 1970 a 2004 o maior crescimento absoluto, passando aproximadamente de 15 para 30 Gt CO₂-eq/ano. Este incremento de emissões está na ordem de 100%, enquanto no mesmo período a população ampliou apenas 69%, denotando então uma maior intensidade de exploração de recursos naturais per capita a nível mundial (IPCC, 2007).

No mundo o setor de transporte foi responsável por 13,1% das emissões de GEE no ano de 2004. Não obstante, diretamente relacionadas ao setor de transporte também estão a emissão de GEE por atividades de geração de energia e a atividade industrial, responsáveis por 25,9% e 19,4%, respectivamente, do total no mesmo ano. Estas três categorias de atividades são as três maiores emissões de GEE, e estão diretamente ligadas com o ciclo de vida de uma motocicleta, especialmente sua fase de transporte pré-consumo.

Existem ainda pesquisas que apontam impactos ambientais gerados pelo aquecimento global que causam danos indiretos à saúde humana, relacionados a doenças como malária, diarreia, desnutrição e outras doenças cardiovasculares. A relação de causalidade construída relaciona a emissão de gases de efeito estufa com a elevação da concentração destes gases na atmosfera, conseqüente elevação da força da radiação, e a média global de elevação da temperatura, culminando no aumento aos danos à saúde humana (SCHRYVER *et al*, 2008).

De acordo com a pesquisa supracitada, o fator de caracterização estaria na ordem de $1,1 \cdot 10^{-8}$ a $1,8 \cdot 10^{-5}$ DALY/kg de CO₂-eq emitido, que se compara aos mais significativos da categoria de potencial de toxicidade humana local, causados pelas emissões, por exemplo, de dióxido de enxofre (SO₂) e monóxido de nitrogênio (NO) (HUIJBREGTS *et al*, 2005; van ZELM *et al*, 2008).

1.3.6 - IMPACTOS DO CONSUMO DE PNEUS NO CICLO DE VIDA

A utilização de pneumáticos acoplados em automóveis surgiu no intuito de reduzir o consumo de combustíveis, ampliar a durabilidade dos veículos e a conversação das vias. Entretanto, a produção, o uso e a destinação final de pneus causam impactos ambientais significativos.

Os principais impactos causados pós-consumo de pneus na fase de uso são: emissão de poluentes atmosféricos, principalmente particulados respiráveis (finos e intermediários); e emissão de ruídos. Já os impactos causados pós-consumo na fase de destinação (fim de vida) estão relacionados principalmente ao manejo e destinação de resíduos sólidos.

Por poluente atmosférico compreende-se qualquer forma de energia ou matéria (sólida, líquida ou gasosa) com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou característica em desacordo com os níveis pré-estabelecidos, ou que possam tornar o ar: impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde; inconveniente ao bem-estar público; danoso aos materiais, à fauna e a flora; e prejudiciais à segurança, ao uso da propriedade e às atividades normais da comunidade (CONAMA, 1990).

Em relação às partículas em suspensão, ou material particulado, o tamanho é um dos parâmetros mais importantes, podendo variar de 0,02 a 1000 μm . Para o presente objetivo é importante destacar que as partículas menores que 10 μm são mais prejudiciais à saúde humana por serem inaláveis, tendo as partículas de 2,5 μm um potencial ainda mais nocivo (*idem*). Quanto menor o tamanho da partícula, maior a sua capacidade de penetrar nas porções mais inferiores do trato respiratório, chegando a atingir os alvéolos pulmonares e causando doenças respiratórias agudas e crônicas.

De acordo com Barbieri *et al* (2007), um das principais fontes antropogênicas de material particulado suspenso são o desgaste de pneus e freios, ao lado de queimadas na agricultura, mineração e combustão veicular tendendo a emitir em sua maioria MP fino (menor que 10 μm).

Alguns estudos apontam que o desgaste de travões e pneus contribuem em média 14% com a emissão total de MP fino (de PM_{2,5} ou 2,5 μm) em uma área urbanizada (ALMEIDA *et al*, 2004). De acordo com o referido estudo, a participação percentual na composição do material particulado fino varia ao longo do ano, devido à temperatura e à taxa de insolação. O escape dos veículos é responsável em média por 22% do total de emissões de MP, variando de 30% no outono/inverno a 14% nos meses e primavera/verão.

Com isso, é possível a partir dos dados apresentados fazer uma extrapolação para o modelo de transporte rodoviário de cargas. Apesar da área em estudo não ser completamente urbanizada no trajeto, é possível estabelecer uma relação entre a emissão de particulados pelo motor e a emissão de particulados pelos pneus e trações. A relação seria que a cada 10g de MP fino 2,5 μm emitidos pelo escape de um automóvel, aproximadamente outras 6,4g são emitidas pelo desgaste de pneus e travões, obedecendo as proporções.

Assim, a exposição por longo tempo, como também por curto espaço de tempo, ao material particulado fino apresenta grande risco à saúde humana. Os danos gerados à saúde humana estão relacionados principalmente a doenças como câncer de pulmão e demais mortalidades ligadas ao sistema cardiopulmonar (POPE *et al*, 2002)

Outra consequência nociva à saúde humana é a emissão de ruídos pela atividade de transporte. Grande parte do ruído gerado tem origem na fase de consumo do pneu, sendo proveniente principalmente do contato entre o pneu e o asfalto, como exemplificado na Figura 11:

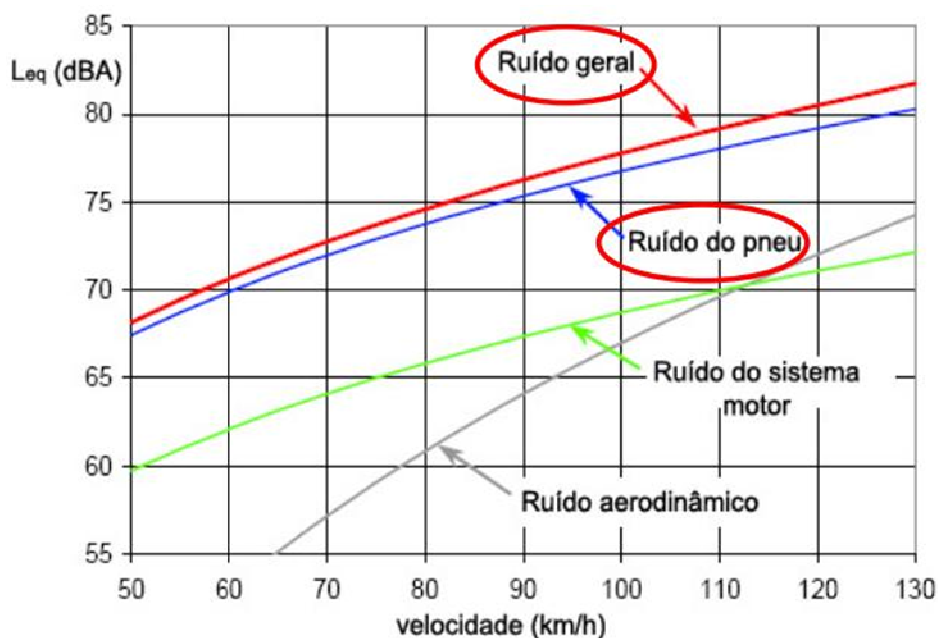


FIGURA 11 – Gráfico de fontes de ruído gerados pelo tráfego de veículos
 Fonte: DONAVAN, 2004 *apud* IPT, 2007

O principal ruído gerado pelo tráfego de veículos é gerado pela interação entre pneu e o asfalto, mesmo se comparado com as demais fontes do ruído, como o sistema motor e o ruído aerodinâmico, como pode ser visto na FIGURA 11. Pode-se dizer então que a principal fonte de poluição sonora dos grandes centros urbanos é proveniente da interação pneu-asfalto. Assim, a qualidade do pneu e do asfalto afetam muito a quantidade de ruído emitido. Pneus com manutenção em dia e devidamente calibrados geram menos ruído, ao mesmo tempo em que asfaltamento com boa constituição e integridade (IPT, 2007).

Outra abordagem importante ainda para a ACV são as emissões provenientes da fase de fim de vida dos pneumáticos. Quando os pneus que não possuem mais utilidade para rodagem e não podem ser submetidos a nenhum processo de reforma são considerados pneumáticos inservíveis. Este resíduo é classificado geralmente como um resíduo não perigoso e inerte, pertencente à classe IIB, de acordo com a norma ABNT NBR 10004, estando na mesma classe que a maioria dos resíduos de construção civil e demolição, a de menor potencial poluidor dentre todas. Entretanto, algumas pesquisas, como a de Bertollo *et al* (2002), apontam que aparas de borracha e borracha picadas proveniente de pneus “apresentaram teores de metais (zinco e manganês) no extrato

solubilizado superiores aos padrões estabelecidos pela NBR 10004, classificando esse resíduo como sendo Classe II (não inerte)”, quando submetidos aos testes previstos na norma ABNT NBR 10006. A classe IIA, resíduos perigosos e não-inertes, é a correspondente à de resíduos de origem doméstica, com potencial poluidor de moderado a alto, sendo necessário tomar precauções sobre a destinação final adequada dos resíduos de pneus.

Na fase de final de vida dos pneumáticos um dos impactos à saúde humana que se destaca é o proveniente de seu armazenamento e destinação inadequada: a proliferação de vetores. Por possuir uma estrutura resistente, impermeável, de superfície aderente e escura, o pneu torna-se um criadouro propício para micro e macro vetores, como ratos, baratas e mosquitos, quando dispostos inadequadamente em locais onde existe pouca limpeza urbana e/ou controle de pragas. O vetor que causa maior preocupação à saúde pública é o mosquito transmissor de diversas doenças infecciosas tropicais, como a dengue, o *Aedes aegypti*, que encontra no pneu seu criadouro perfeito (FERREIRA & FERREIRA, 2011).

O risco apresentado à saúde humana pelo comércio de pneus usados, ganha novas proporções e impressionante abrangência territorial. Esta atividade pratica um grande desserviço à comunidade, pois como o pesquisador Natal (2002) ressalta, “Acredita-se que foi pelo comércio de pneus usados, que se deu a grande dispersão desse vetor pelo mundo tropical, provocando a seguir a emergência da dengue em grande extensão”. Isso se deve pois a espécie de mosquito em questão apresenta um comportamento sinantrópico muito forte, dependendo dos recipientes manufaturados pelo homem para a sua procriação, e se fazendo deles para disseminar sua prole e ganhar territórios, com o transporte passivo. Este comportamento dificulta o combate e controle da doença, pois mesmo em regiões onde a doença foi eliminada ainda existirá a possibilidade de re-infestação.

No entanto, o presente estudo de ACV não aborda os danos causados pelo impacto sonoro da atividade de transporte, como também não aborda os impactos do fim de vida dos pneus. As formas de destinação de pneus inservíveis de caminhões ainda possui destino difuso, cuja base de dados não é consistente o bastante para a inserção no modelo.

1.3.7 - IMPACTOS DO CONSUMO DE ÓLEO LUBRIFICANTE NO CICLO DE VIDA

Os impactos ambientais causados pela utilização de óleos lubrificantes podem ser compreendidos em três fases do ciclo de vida: Pré-consumo (extração de matérias primas e produção); consumo (utilização); e destinação final (fim de vida). Dentre as fases, destacam-se os impactos ambientais pré-consumo e os pós-consumo (destinação final).

A seguir serão considerados impactos gerados em cada fase, sendo as fases menos impactantes consideradas primeiro, e as mais impactantes consideradas pelo final.

De início, a fase do ciclo de vida do óleo lubrificante veicular em que os impactos ambientais são menos nocivos é a fase de consumo. É durante a fase de consumo que é gerada a demanda pelo produto e que o óleo lubrificante é processado até se tornar óleo residual, que por sua vez possui maior potencial poluidor que o anterior. Entretanto, apesar da importância desta fase, não são emitidos neste momento poluentes significativos para o ambiente, pois o processo de consumo funciona dentro de um sistema fechado de equipamentos, que buscam por sua vez a maior eficiência e menor consumo/desperdício.

As emissões que ocorrem na fase de consumo/uso são decorrentes de inadequada manutenção dos equipamentos, ou de eventuais acidentes com os equipamentos. Estas emissões, apesar de nocivas ao ambiente, causam impactos bem menores proporcionalmente se comparados com a fase de destinação final do óleo lubrificante usado ou contaminado e com a fase de produção.

Na fase de destinação final, o fim de vida, existe grande potencial de impacto ambiental quando os resíduos resultantes recebem destinação inadequada. Os principais resíduos oriundos da terceira fase são os óleos contaminados/usados, as peças e estopas sujas de óleo, e em menor ordem os tonéis de transporte de óleo. Todos os resíduos são considerados de caráter perigoso, e de alto potencial poluidor, conforme a norma ABNT NBR 10004.

Os óleos lubrificantes usados ou contaminados (OLUC) provenientes de motores veiculares são compostos de um número importante de elementos poluentes, tais como: metais pesados; resinas; ácidos orgânicos provenientes da oxidação parcial do óleo; cloro proveniente de aditivos de lubrificação; hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA); fenóis, naftalatos e outras substâncias (BRASIL, 2007).

Para compreender o impacto nesta fase é importante entender em que momento estes resíduos são gerados. Os lubrificantes são retirados dos veículos de transporte em dois momentos principais: no momento da limpeza, desengraxe, troca e lavagem de peças; e na manutenção veicular, onde são trocados os conteúdos dos reservatórios. O primeiro é um dos mais relevantes impactos, pois o óleo lubrificante usado/contaminado fica então misturado à água, ou impregnado em peças e estopas de limpeza, tornando mais difícil a destinação e menos atraente financeiramente o reaproveitamento (DONATO, 2008).

A gestão dos OLCU é regulamentada pela resolução CONAMA nº362/2005. Esta resolução reconhece que os óleos lubrificantes usados e contaminados podem causar graves danos ao ambiente quando dispostos no solo ou na água, além de que seu uso

prolongado favorece a formação de compostos como “ácidos orgânicos, compostos aromáticos polinucleares potencialmente carcinogênicos, resinas e lacas”. Por isso, a resolução estabelece responsabilidades dos atores-chave envolvidos sobre o recolhimento e destinação final ambientalmente adequada.

Os OLCU, como também as suas embalagens são resíduos de logística reversa obrigatória segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº12305/2010), considerados então resíduos especiais.

Assim, quando bem manejado, o óleo lubrificante usado possui bom valor agregado. Existe no mercado brasileiro um alto interesse no óleo lubrificante usado, pois ele pode passar por um processo de rerrefino e ser utilizado novamente para compor o óleo lubrificante novo, parcialmente de segunda geração (BRASIL, 2006). Devido a esta demanda, os grandes geradores, como os operadores logísticos das frotas que transportam motocicletas, coletam e armazenam adequadamente este material para venda. Assim, o único impacto ambiental causado pelo setor na fase de destinação final dos óleos é por ocasionais destinos inadequados das estopas e peças sujas de óleo, ocasionado por manutenções ocasionais durante o percurso. Por esse motivo, e por ser difícil mensurar este impacto pontual e esporádico, os danos causados pelo fim de vida deste produto ficam restritos à geração de óleos usados/contaminados, a serem recuperados e reintroduzidos no processo produtivo.

Não obstante, para a ACV, os impactos ambientais de maior relevância gerados pelo consumo de óleos lubrificantes são os causados pela sua fase de produção, como visto anteriormente na descrição dos danos da produção de derivados de petróleo. De todo o petróleo submetido ao processamento os óleos lubrificantes correspondem a 2% de todos os produtos. Os setores que mais consomem óleos lubrificantes são os setores de transporte, e posteriormente o setor industrial (GOMES *et al*, 2008).

2 - TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE MOTOCICLETAS NO BRASIL

2.1 - CARACTERIZAÇÃO DA CADEIA DE DISTRIBUIÇÃO FÍSICA

O produto, bem ou serviço possui uma função, compreendida também como característica de desempenho, que define a dinâmica e o fluxo dos processos a ele relacionados. No caso do serviço de transporte essa função é denominada nível de serviço logístico (BALLOU, 2006), que define fatores como: a agilidade com que determinado produto deve ser transportado; a quantidade de transbordo suportada; características especiais de perecibilidade, toxicidade e segurança; embalagens, possibilidade de estocagem e fragilidade; dentre outros.

Nesta perspectiva, o transporte nacional de ciclomotores possui certas exigências quanto ao nível de serviço logístico, o que delimita o modal a ser utilizado e seu comportamento, que por sua vez delimita os métodos de análise, devido às características intrínsecas do produto. O serviço logístico de transporte deve ser o ponto ótimo entre tempo de entrega, custo do transporte e condições especiais de transporte. Não obstante, o nível tecnológico atual e a atual dinâmica brasileira delimitam o modal de transporte de cargas a ser utilizado: o transporte por caminhões em rodovias.

A dinâmica da utilização destes serviços é definida pela cultura de direção do motorista, definições da seguradora, condições dos veículos, gestão logística, conservação da estrada, dentre outros (FERREIRA, 2008; BALLOU, 2006). Por se tratar do estudo de um produto específico, que possui relativo padrão na gestão da sua cadeia de suprimentos, é possível identificar e validar essas diversas características que definirão o perfil de demanda de serviços, a serem medidas em R\$/km, R\$/produto e ainda R\$/viagem.

A estratégia logística expressa neste estudo representa a prática das empresas de logística de maior peso, que prestam serviço para as produtoras de motocicletas. Independente das empresas são os fluxos territoriais, que obedecem a políticas territoriais que especializaram espaços, alocando a produção distante dos principais centros consumidores.

Uma das grandes empresas de transporte que atuam na região, direta e indiretamente ligada a tantas outras empresas de transporte é a Di Gregório. Atualmente opera com tantos outros nomes fantasia, mas o nome dos empresários ainda é reconhecido:

(...) Di Gregorio desbravou a Amazônia ao chegar à capital há 35 anos com o sonho de implantar um projeto voltado ao transporte fluvial e terrestre por meio de carretas. (...). O presidente frisou que os trabalhos colaboram com o desenvolvimento econômico da cidade e conseqüentemente da capital amazonense. 'Sua empresa gera dois mil empregos diretos, número significativo para nossa região'. (...) Em pronunciamento emotivo, Gregorio lembrou que chegou a cidade em 1975, época, em que segundo ele, existiam poucos prédios e comércios e a população era estimada em 400 mil pessoas. 'Tudo vinha da região Sul. Hoje, a cidade é uma metrópole que abriga dois milhões de pessoas', destaca. (Câmara Municipal de Manaus, 2013).

A família Di Gregório é dona da empresa Super Terminais, um dos maiores portos privados de Manaus, além de empresas como Super Trans, voltada para transporte de contêineres, e da FC Centauro Investimentos, braço financeiro da instituição (CONSULTOR JURÍDICO, 2003). O poderio político e econômico dos grandes operadores logísticos é salutar, e deve ser levado em consideração nos estudos de impacto ambiental, independente se o objetivo é fornecer subsídios para pagamentos por serviços ambientais, certificação ambiental, compensações, etc.

As atividades logísticas são muito representativas no desenvolvimento regional, na estruturação espacial e no impacto ambiental. Por isso, a identificação e localização destes operadores logísticos são importantes para compreender a proporção dos impactos econômicos e ambientais gerados pela atividade.

A seguir, na Figura 12, está representado o modelo da cadeia de distribuição física de motocicletas no Brasil. O esquema representa a realidade predominante no setor, para o trajeto principal considerado Manaus/AM (montadora), Belém/PA (transportadora fase 01), Goiânia/GO (transportadora fase 02), Jundiaí/SP (centro de distribuição) e São Paulo/SP (cliente), respectivamente.

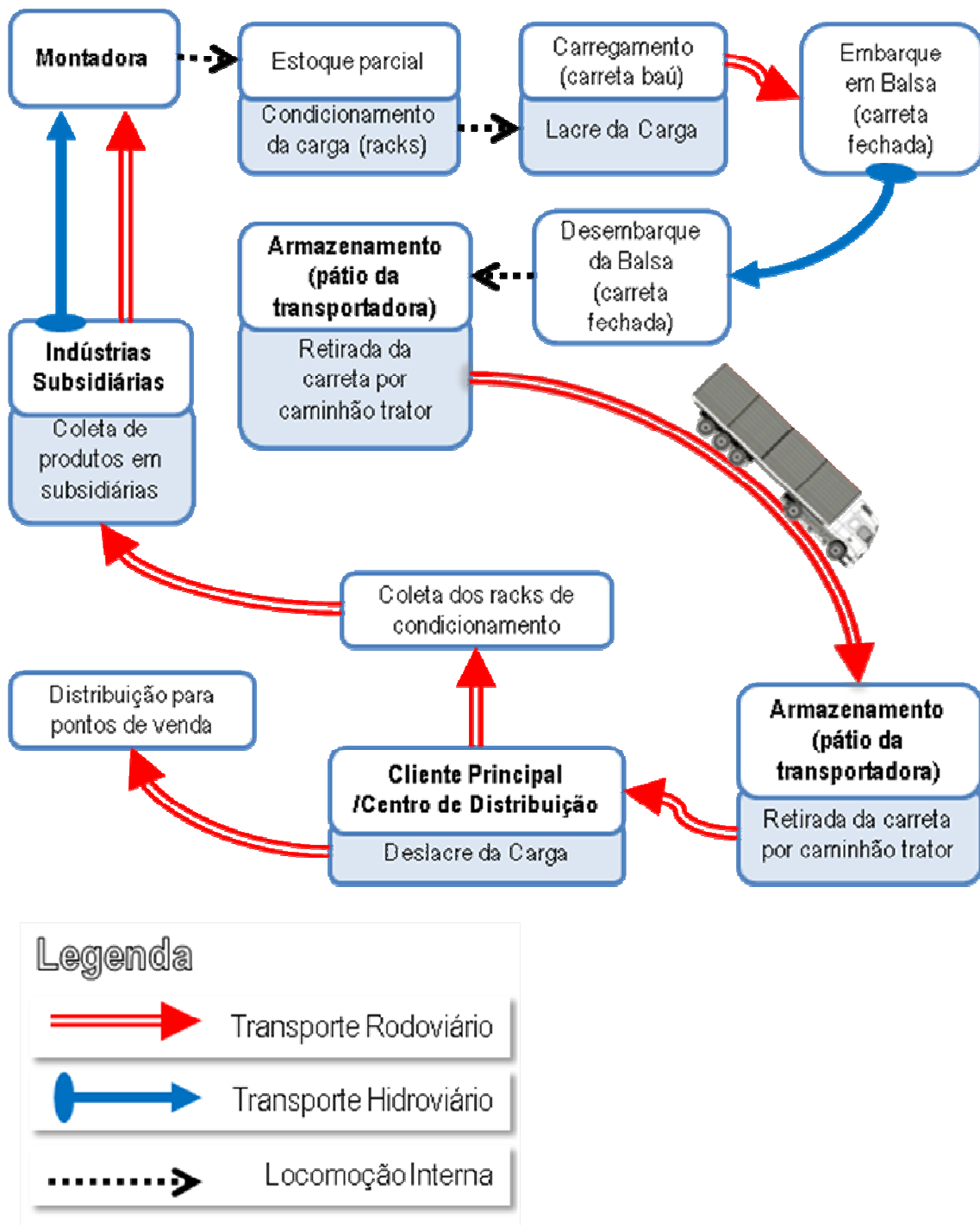


FIGURA 12 - Cadeia de distribuição física de motocicletas no Brasil

Fonte: Ferreira, 2008; ABRACICLO, 2012; Oliveira, 2009; HUERTAS, 2013. (elaboração própria)

O sistema logístico da distribuição física de motocicletas é composto pelos elementos demonstrados na FIGURA 12. Neste sistema as indústrias subsidiárias fornecem peças e componentes (faróis, bancos, pneus, etc) às montadoras, que são alimentadas por outros insumos para então formar o produto final. Este produto então é acondicionado para transporte em embalagem própria e depois é destinado para um armazém temporário, onde

aguardará outras unidades até o suficiente para formar uma carga para o transporte. As motocicletas já condicionadas então são carregadas em uma carreta tipo furgão semi-reboque para carga seca fracionada com três eixos em tandem, de limite 25,5 toneladas entre-eixos (BRASIL, 2006), que é lacrada com material próprio, que garantirá a integridade da carga, cumprindo assim as determinações comerciais e da seguradora. A partir deste momento a carga começa a ser monitorada com sistema de posicionamento global, também respeitando determinações da seguradora, além de gestão logística.

As carretas são então transportadas por um caminhão trator até as barcas de transporte fluvial. No porto destino outro caminhão de mesma categoria recolhe a carreta e a leva para o pátio da transportadora, onde ficará armazenada até que rota e itinerário sejam confirmados e adequadamente alocados. Neste momento outro caminhão de mesma categoria, mas agora adaptado para transporte de longas distâncias (maior força, resistência e capacidade de armazenamento de combustível), recolhe a carga e a transporta até entroncamento gerencial mais próximo do cliente final.

No centro gerencial são realizadas operações de gestão de pessoal, manutenção e limpeza de caminhão e carreta, gestão documental, dentre outras. Com o mesmo tipo de equipamento rodante a carreta é então transportada para o cliente principal ou para um centro distribuidor. Neste local é então feito o deslacre da carga e conferência de sua integridade e correspondência com o pedido. Deste ponto os produtos são destinados aos pontos finais de venda, já não condicionados em seus invólucros mais resistentes.

Por fim essa estrutura de proteção é então recolhida pelos caminhões junto às carretas em sentido reverso. Estes caminhões por vezes são então alimentados com as peças que então subsidiarão as montadoras, percorrendo o caminho contrário, reduzindo assim a chamada “quilometragem morta”.

As embalagens tem função de modificar características do produto, modificando consistência, resistência a impactos, forma de manipulação, capacidade de armazenamento, dentre outras (HANDABAKA, 1994). No caso das motocicletas as empresas líderes de mercado optam por enviar o produto, composto por uma diversidade grande de peças, de forma íntegra, o mais próxima possível de como ele será comercializado no final da cadeia. Utilizam-se então caixas metálicas (racks) resistentes que protegerão o produto de danos e permitirá seu empilhamento, garantido sua integridade mesmo em ocasionais acidentes. Esta estratégia só é possível porque o valor agregado do produto é elevado, e seu custo de transporte em relação ao custo total do produto é baixo. Entretanto a utilização destes equipamentos possui maiores implicações, como a necessidade de logística reversa destas caixas metálicas de volta para as montadoras, o que encarece o produto. Por essa razão outras indústrias que buscam mercados mais

populares optam por caixas de transporte descartáveis, feitas de madeira de baixa densidade. Apesar de baratear o produto o expõe a maiores acidentes e a necessidade de desmonte parcial para transporte, precisando de equipe bem preparada nos pontos de comercialização para montagem final, o que torna a gestão de qualidade mais arriscada.

O veículo utilizado no transporte das motocicletas é um caminhão pesado, que possui importância de destaque no Brasil, pois são eles que levam maior parte das cargas em longa distância, tanto de produtos para o consumo quanto sobre matérias primas. Assim, faz-se importante a compreensão da participação deste tipo de veículos na frota total circulante no país, conforme ilustrado na FIGURA 13:

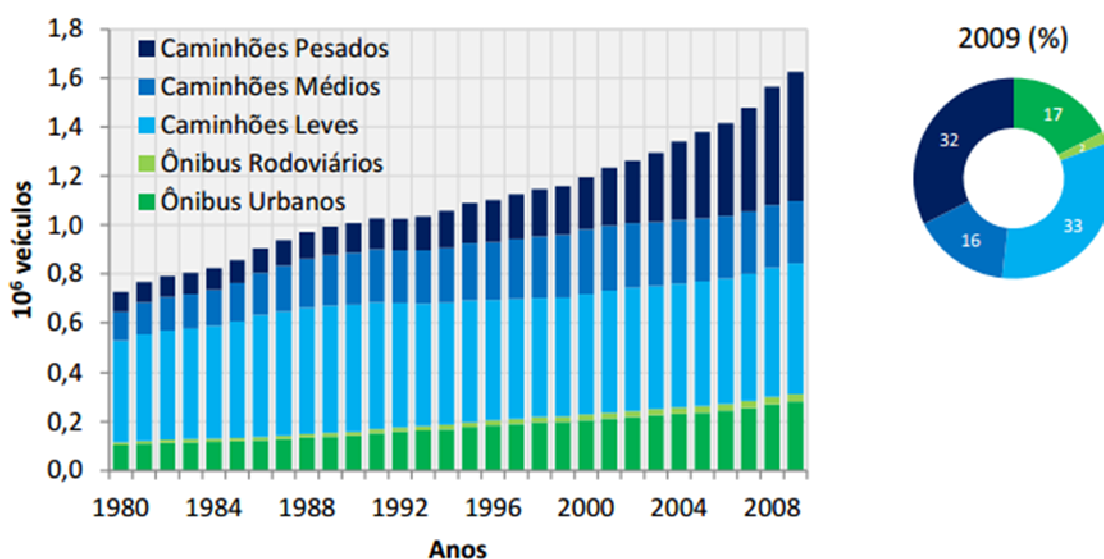


FIGURA 13 – Gráfico da evolução da frota estimada de veículos pesados por categoria, Brasil

Fonte: IBAMA, 2011b

Como demonstrado na FIGURA 13, o crescimento numérico da frota de caminhões pesados equivale ao crescimento de todas as demais categorias de veículos pesados somados, no período de 1980 a 2009 no Brasil. Atualmente os caminhões pesados representam 32% de toda a frota de veículos pesados, mas em relação ao total da frota circulante todas as categorias de caminhões juntas representam apenas 3% da frota brasileira de veículos. Este dado se torna salutar quando considerado o total de quilômetros percorridos por estes veículos, volume transportado e poluentes emitidos.

Para a identificação dos corredores de transporte de motocicletas para o mercado nacional foram necessárias diversas fontes, além do conhecimento empírico dos profissionais da área. Um dos indicativos é o posicionamento das balanças de pesagem e fiscalização, ilustradas no território brasileiro na Figura 14:



FIGURA 14 – Mapa dos pontos de pesagem

Fonte: ANTT, 2013 e Google 2013

Na Figura 14 é possível identificar o corredor formado por inúmeras balanças de pesagem de carga posicionadas desde o leste do estado do Pará, cortando latitudinalmente o estado do Tocantins e seguindo até a capital goiana. Estas balanças presentes neste corredor coincidem com o posicionamento do Braço Logístico 01, objeto e espaço de análise do presente estudo.

Não obstante, é importante destacar também na Figura 14 a ausência de pontos de pesagem a oeste do Braço Logístico 01, o que denota a inexistência de troncos de transporte rodoviário ligando diretamente a produção industrial de Manaus e Belém com o mercado consumidor da região Centro Oeste. Este mercado é então atendido pelo corredor formado entre a cidade de Goiânia e Cuiabá, sendo que grande parte do fluxo de produtos passa por esta.

2.2 - CARACTERIZAÇÃO DA CARGA: MOTOCICLETAS TRANSPORTADAS

As montadoras de motocicletas estão entre as principais indústrias do PIM no quesito faturamento, seguidas pela indústria de telefones celular, televisores a cores e *compact discs* (SILVA *et al*, 2011). Não obstante, seus produtos são dotados de características que fazem com que o grau de incerteza esteja dentre os menores, seguido apenas pela indústria de TV a cores, pois são produtos que possuem demanda que não dependente de safras produtivas, ou ainda variações da moda (OLIVEIRA, 2009).

O mercado de produção e comercialização é desbalanceado, dominado principalmente por cinco grandes multinacionais. Mesmo dentre elas a discrepância é alta entre as porcentagens de participação no mercado, sendo elas e suas respectivas participações no mercado no ano de 2012: Honda (70,56%); Yamaha (12,66%); Suzuki (5,83%); Dafra (4,75%); Sundown (2,98%); Traxx (0,91%); Outras (Kasinski, Shineray, H.Davidson, Dayun) (FENABRAVE, 2012).

Não obstante, estas grandes produtoras estão concentradas no PIM, devido a uma série de incentivos históricos para a ocupação deste território, que favoreceu a ampliação de infraestrutura e a redução do custo de oportunidade. Tais condições favoráveis fizeram com que uma série de indústrias subsidiárias também se concentrasse neste parque industrial, e assim, em um processo de retroalimentação positiva, favoreceu ainda mais a concentração produtiva.

A demanda para estas indústrias é composta de forma preponderante pelo mercado nacional. No ano de 2012 foram produzidas por volta de 2,2 milhões de unidades e, dentre estas, apenas 75 mil unidades foram voltadas para o mercado externo, conformando um fluxo de 95% de consumidores nacionais (ABRACICLO, 2012).

Contrariando o processo histórico de investimento no modal rodoviário e prevalência de investimentos neste em detrimento dos demais, quase a totalidade da produção de motocicletas passa em algum momento de sua cadeia produtiva pela hidrovía fluvial Manaus/AM – Belém/PA. Para a cadeia logística aqui estudada, a totalidade dos produtos finais oriundos das montadoras é transportada por barcas nesta hidrovía, até que acessem rodovias de considerável melhor conservação e sejam então distribuídos no território nacional.

O consumo de automóveis - que incluem motos, carros e demais veículos automotores - no Brasil ocorre de maneira territorialmente diferente do que o consumo

apenas de motocicletas. O consumo de automóveis em 2012 por grande região está representado na Figura 15:

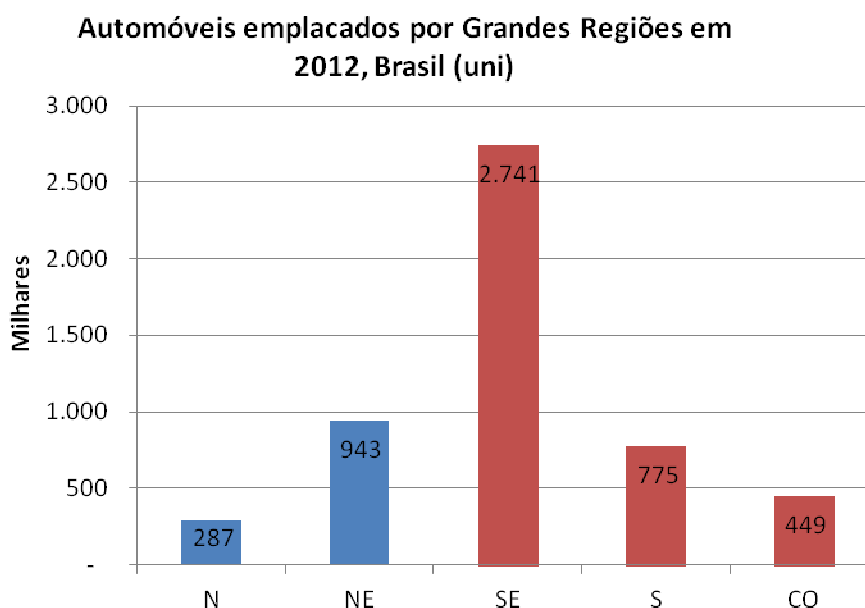


FIGURA 15– Gráfico do número de veículos emplacados por Grandes Regiões
Fonte: DENATRAN, 2012 (elaboração do autor)

O fluxo de distribuição física de automóveis no Brasil não coincide com as rotas de distribuição de motocicletas, na maioria das regiões. Isso se dá porque as montadoras de automóveis estão em territórios diferentes das fábricas de motocicletas. Não obstante, os mercados consumidores também possuem comportamentos territoriais e econômicos diferentes, sendo traçadas assim diferentes rotas de distribuição física. Assim, na Figura 15, estão marcadas na cor azul as regiões norte e nordeste, e em vermelho as regiões sul, sudeste e centro-oeste somente a título de comparação, pois não formam um braço de distribuição, sendo então diferentes da estruturação dos braços logísticos da distribuição física de motocicletas.

Comparando os emplacamentos de automóveis e o emplacamento apenas de motocicletas no ano de 2012, percebe-se que na região norte e na região nordeste o volume de emplacamentos de motocicletas corresponde a aproximadamente dois terços dos emplacamentos totais. Enquanto na região sudeste essa proporção representa apenas um quinto.

O volume de emplacamento por grande região, como também como os braços logísticos principais da distribuição física de motocicletas se dividem, são demonstrados na Figura 16:

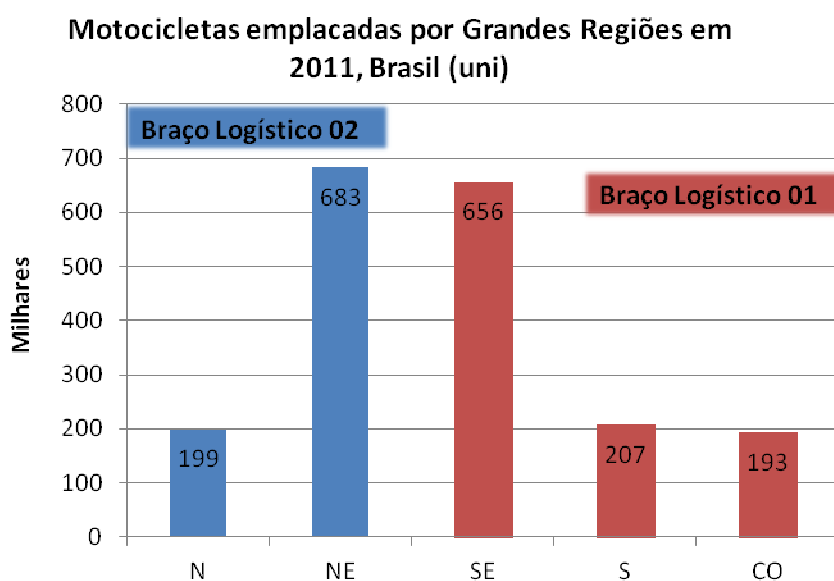


FIGURA 16 – Gráfico do número de motocicletas emplacadas por Grande Regiões, classificadas em braços logísticos, em 2011, Brasil (uni)
Fonte: DENATRAN, 2012 (elaboração do autor)

A avaliação da série história de emplacamentos por região, principalmente os anos de 2011 e 2012, subsidia a compreensão de que os entroncamentos da cadeia logística começam a variar apenas no trecho de transporte rodoviário, sendo então relativo à que região a demanda é originada. A estratificação da demanda nacional de acordo com grandes regiões administrativas obedece, em 2012, as seguintes proporções: região Norte (11,8%); região Nordeste (36,4%); região Sudeste (31,92%); região Centro-oeste (10,37%); e região Sul (9,51%) (DENATRAN, 2012). Nesta dinâmica o estado do Amazonas e o estado de Roraima são atendidos principalmente por outras hidrovias, em transporte direto de Manaus, compondo então a quantidade de 5% do total da demanda.

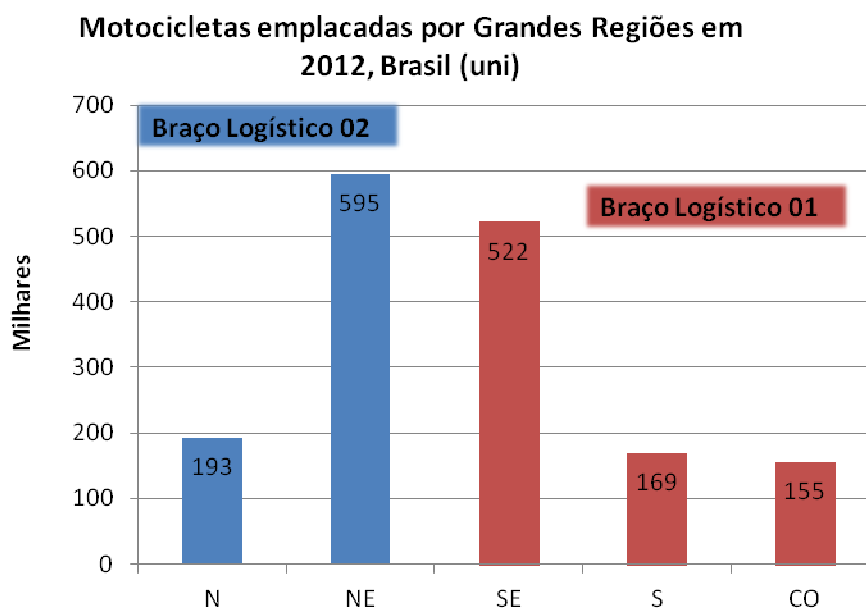


FIGURA 17 – Gráfico do número de motocicletas emplacadas por Grande Regiões, classificadas em braços logísticos, em 2012, Brasil (uni)
Fonte: DENATRAN, 2012 (elaboração do autor)

O braço logístico 01, que é o foco da análise do presente estudo, corresponde a 51,8% do total da demanda de motocicletas do país. A sua fase rodoviária principal, que leva desde o porto fluvial de Belém/PA até o primeiro entroncamento, Goiânia/GO, percorre principalmente a rodovia Belém-Brasília (BR010 e BR 153). A delimitação desta rota se dá tanto pela qualidade de conservação da via, consideravelmente melhor que suas paralelas, quanto pela infraestrutura de apoio (postos que aceitem abastecimento com pagamento eletrônico, serviços de manutenção veicular, médico-hospitalares), quanto pelas determinações da empresa seguradora, por julgar a via mais segura para uma carga de tamanho valor agregado.

A partir do entroncamento de Goiânia a carga pode então ser destinada para o consumo do Centro-oeste, principalmente Mato Grosso, Goiás e alguns estados da região Norte, como Rondônia. Outros entroncamentos, como Uberlândia/MG são utilizados como entrepostos para estados como Mato Grosso do Sul, São Paulo, Rio de Janeiro e demais estados da região SUL. Após estes entroncamentos podem existir tanto “clientes principais”, que são distribuidores de outras empresas que distribuirão os produtos para as filiais, quanto “centros de distribuição”, de domínio do próprio operador logístico, facilitando a logística reversa de racks e outros materiais, mas existem apenas em regiões de alto consumo, como a região metropolitana de São Paulo/SP, como é o caso de Jundiaí/SP.

Os entroncamentos, ou “nós”, são centros operativos de empresas logísticas para arrumação de equipamentos, limpeza de equipamentos, conferência da carga, descanso de motoristas, abastecimento, e demais operações gerenciais (pagamentos, relatórios, equipamentos de rastreamento, seguros, etc).

A logística de alimentação pelas subsidiárias, como também a logística reversa dos racks, fazem com que o custo do transporte do produto finalizado não seja tão dispendioso. Outra característica vital para este sistema são operadores logísticos altamente integrados com o mercado, que atendam uma gama de clientes diversa, minimizando os custos de transporte por se aproximarem o máximo possível do TL (*truck-load*), pois as tarifas LTL (*less than truck-load*) fariam com que a empresa perdesse competitividade.

Apesar da demanda de motos não ser influenciada diretamente pela safra agrícola, ou por variações mercadológicas como a moda, continua dependente de uma demanda social que possui variações no tempo. A dinâmica de emplacamento de motocicletas nos anos de 1997 a 2012 estão expostas na Figura 18:

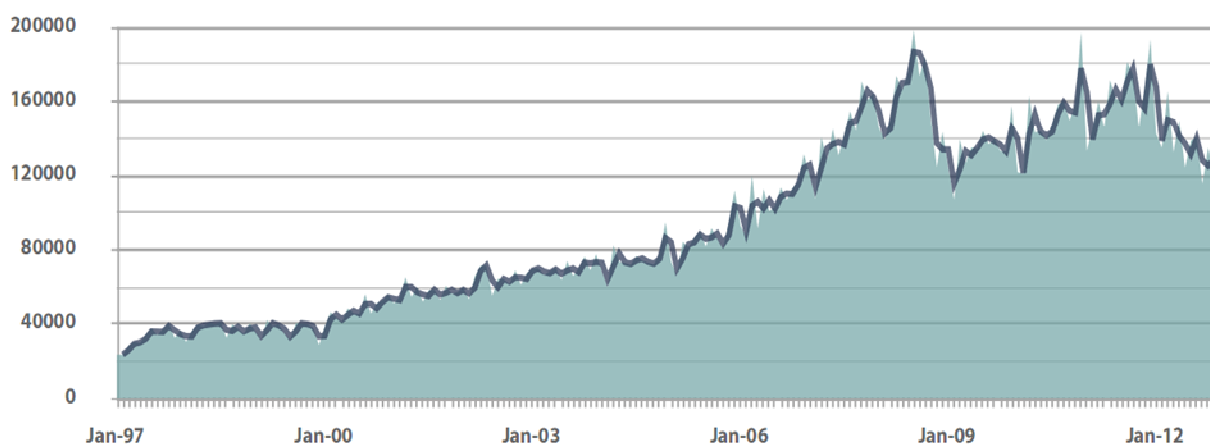


FIGURA 18 – Série histórica de emplacamento de motocicletas mês a mês, 1997-2012, Brasil

Fonte: DENATRAN *apud* FENABRAV 2012

De forma geral nos últimos 15 anos é possível identificar um incremento médio no número de motos emplacadas anualmente, conforme mostrado na Figura 18. Um dos motivos da curva ascendente por volta do ano de 2004 é que neste ano foi lançada a primeira parte da proposta governista de incentivo à compra de veículos particulares, através da redução do imposto sobre produto industrializado (IPI), levando boa parte da população às compras.

Em junho de 2012 as motocicletas e motonetas representavam 26,17% da frota circulante dentre todos os veículos, totalizando 19,2 milhões de motocicletas. Assim, é importante ressaltar que as avaliações estão sendo realizadas sobre o número de

emplacamentos, ou seja, o número de venda de motocicletas e, por conseguinte, o número de motocicletas que são inseridos anualmente no mercado. Para estudos de mobilidade urbana ou sobre o impacto da utilização das motocicletas se faria necessária uma análise da frota total, como também a taxa de destruição de motos usadas.

Não obstante, cruzando os dados de emplacamento anual e a divisão regional dos emplacamentos é possível ver que a partir de 2007 o crescimento percentual da compra de motos pelas regiões norte e nordeste foi elevado. Mesmo assim, devido à maior renda per capita e maior concentração de população, as regiões sudeste e sul continuam consideravelmente representativas. Exemplos de serviços que demandam grande quantidade de produtos nos grandes centros são os serviços de moto-táxi e tele-entrega.

É possível identificar também um comportamento sazonal ao longo do ano, que pode ser observado em todas as regiões analisadas. Um primeiro período, compostos pelos meses de janeiro a abril, de menor demanda, e um segundo período de maio a dezembro, de maior demanda, por mais que possua discrepâncias diferentes dentre as regiões.

Para melhor comparar a diferença do emplacamento entre as macrorregiões brasileiras trazemos a Figura 19:

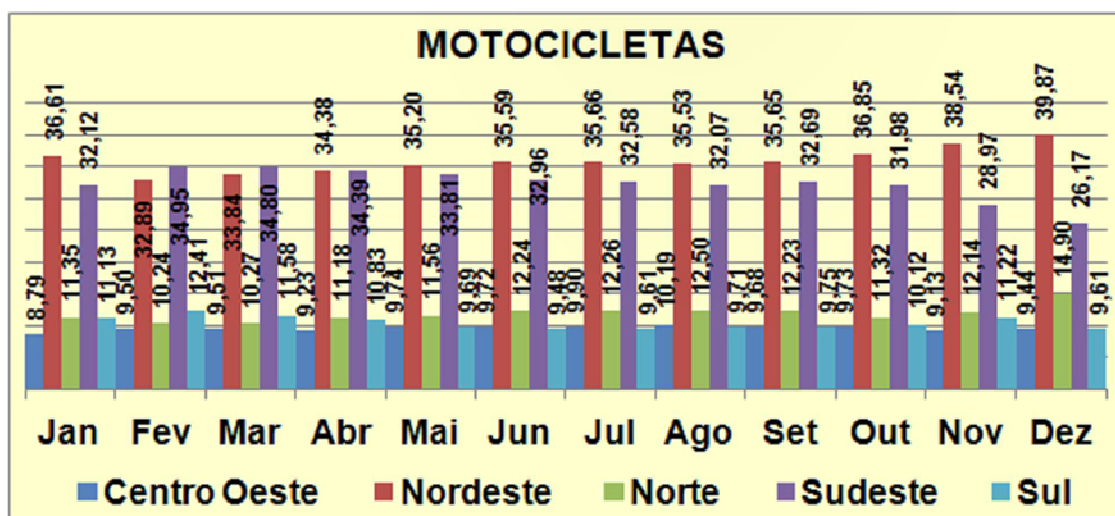


FIGURA 19 – Percentual regional de emplacamentos mensais, 2012, Brasil,

Fonte: DENATRAN *apud* FENABRAV 2012

Para o ano de 2012 observa-se que em todos os meses os emplacamentos da região nordeste foram superiores ou equiparados aos emplacamentos da região sudeste. Outras três regiões apresentam emplacamentos comparativamente mais moderados, sendo que a região norte apresenta emplacamento geralmente levemente superior.

Mesmo com o comportamento sazonal, a análise de tendência linear aponta para o crescimento da demanda, mesmo incluindo os últimos anos em que a curva ascendente reduziu sua inclinação. Por mais que os estados da região centro-oeste encontrem-se atualmente em maior taxa de urbanização e motorização do que os estados do sul e sudeste, a melhoria da qualidade de vida e o crescimento da demanda por serviços ligados a motocicletas fazem com que a demanda cresça relativamente mais nas áreas econômicas já consolidadas.

3 - AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA

A modelagem consiste de uma agregação sintética de um conjunto de dados, simulando uma realidade que, não importando a quantidade de dados, não será representada em sua integra-complexidade. Assim, o importante não é em si a quantidade de informações a ser integrada no modelo, mas sim a qualidade e pertinência dos dados escolhidos, até quando sejam suficientes para a operacionalidade do sistema e a satisfação dos objetivos (MORGADO & ROCHA, 2008).

Compreendendo isso, a alimentação de dados do modelo construído neste estudo seguiu os caminhos demonstrados no esquema da FIGURA 20:

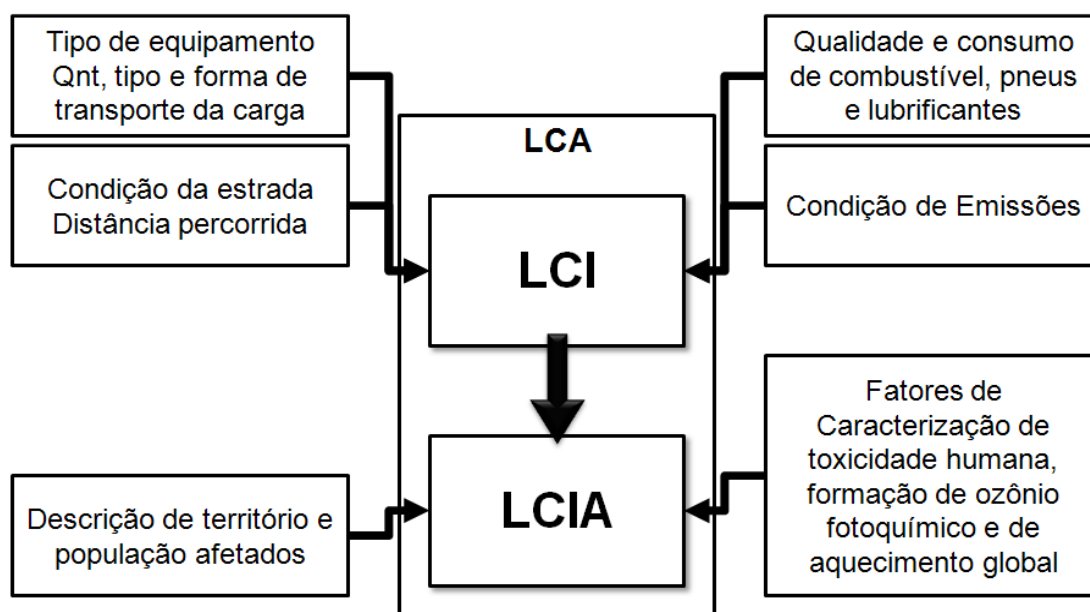


FIGURA 20 – Estrutura de alimentação de dados utilizada para a construção do LCI e LCIA

Para cada fase da avaliação do ciclo de vida (ACV ou LCA) é necessário um conjunto de dados diferentes para as fases de inventário do ciclo de vida (ICV ou LCI) e avaliação do impacto do ciclo de vida (AICV ou LCIA), que devem ser consistentes para a adequada operação do modelo. Não obstante, a fase de LCIA é alimentada principalmente pelo resultado do LCI, além dos demais dados, sendo todos a base para a avaliação.

O método quantitativo utilizado para mensurar o impacto ambiental gerado foi a Avaliação de Ciclo de Vida do produto (ACV – LCA: *life cycle assessment*). Como ferramenta para aplicar essa metodologia foi utilizado o software GABI (PE International), que relaciona os fluxos de entrada e de saída das diferentes fases de compõem o ciclo de vida do produto para posteriormente avaliar os efeitos das diferentes emissões, aglutinando os dados em categorias de impactos ambientais gerados pelos aspectos então elegidos: consumo de combustível; consumo de pneus; consumo de óleo lubrificante; e emissão de gases e particulados. Esta metodologia possui ampla utilização e confiável base de dados compartilhada, sendo capaz de fornecer a compreensão da cadeia de produção de determinado produto, além de permitir simulações quanto a estratégias a serem tomadas, a exemplo de redução das distâncias, melhoria na eficiência do transporte, ou troca do modal de transporte.

Esta metodologia possui uma série de características que a tornam uma ferramenta para gestão ambiental e mensuração quantitativa de impactos ambientais. Algumas de suas características-chave interessantes para o presente estudo são: avaliar de forma sistêmica o impacto ambiental do produto ou atividade; possuir capacidade de relativizar o impacto por produto produzido, devido ao seu conceito de unidade funcional; e é um método flexível, podendo ser adaptado à realidade estudada, ampliando assim a eficiência do modelo (ISO 14040-1997).

Entretanto os resultados da ACV discriminam o potencial de impacto ambiental, e não o número absoluto e numericamente definido de impacto a ser gerado no futuro. O potencial são números relativos, aplicados a uma realidade específica, e tem o objetivo de serem comparados com outros potenciais de impacto ambiental de outras atividades, ou alternativas para redução de impactos da mesma atividade. Por vezes, dependendo da robustez do modelo utilizado, o potencial de impacto pode sim traduzir uma expectativa futura de emissões e danos (*idem*).

Neste sentido, o foco da análise de impactos do ciclo de vida será no potencial de toxicidade humana da atividade, a ser mensurado em DALY (*disability-adjusted life year*) que permite aglutinar diversas causas nocivas à saúde humana em apenas um indicador, facilitando a utilização dos dados pelos tomadores de decisões.

3.1 - O MÉTODO ACV

A avaliação do ciclo de vida é um método de gestão ambiental que compreende os impactos ambientais de um produto, desde a extração de matérias primas até a disposição

final de seus rejeitos, levando em consideração os fluxos mássicos e energéticos. Possui lastro internacional na Organização Internacional de Estandarização (ISO) na série de certificações ISO 14040, componente do grupo de normas de gestão ambiental, representado pelo comitê TC 207, subcomitê SC5 (SUPPEN *et al*, 2005).

A avaliação do ciclo de vida pode ser compreendida em quatro principais etapas: 1- definição de objetivos e escopo; 2 – avaliação do inventário (*LCI – life-cycle inventory*); 3 – avaliação dos impactos do ciclo de vida (*LCIA – life-cycle impact assessment*); e 4 – interpretação dos resultados. As etapas estão permanentemente em relação entre si, como demonstrado na FIGURA 21. Dentre elas, a segunda etapa, de construção do inventário, é a que geralmente toma mais tempo no estudo devido ao tempo despendido na coleta, quantificação e qualificação dos dados (PALMA-ROJAS, 2012).

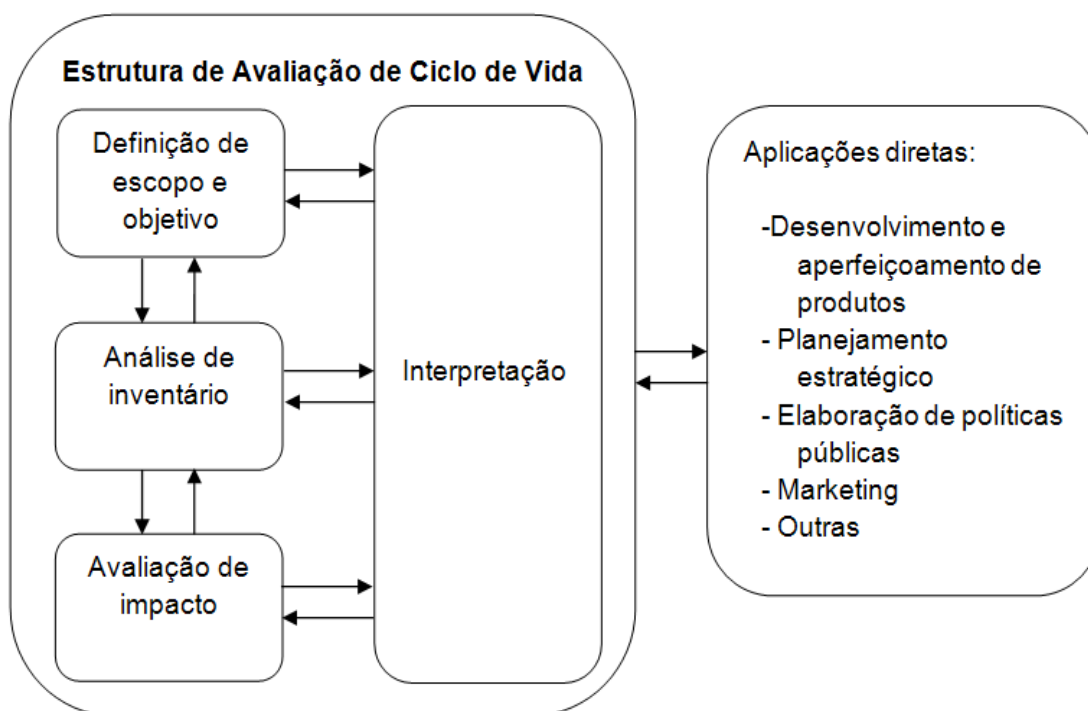


FIGURA 21 – Estrutura das etapas e aplicações de uma ACV
Fonte: ANBT NBR ISO 14040-1997

Este método representa grande diferencial por conseguir compreender de forma integrada e abrangente (*cradle to grave – do berço ao túmulo*) grande parte dos fluxos que contribuem para o ciclo de vida de determinado produto, bem ou serviço. A abordagem ACV é composta por uma série de técnicas de avaliação de aspectos e impactos ambientais, que incorporam princípios como o de responsabilidade compartilhada, contabilizando entradas e saídas mássicas e energéticas dos processos e etapas envolvidos na cadeia produtiva. A abrangência da cadeia a ser estudada, como também a especificidade de dados, delimita o escopo, que por sua vez responde diretamente ao objetivo. Assim, para que seja realizada

uma boa ACV o escopo deve contemplar pelo menos 95% dos fluxos mássico e energético que compõem o processo a ser estudado (REBITZER *et al*, 2004).

Objetivos comuns da aplicação desta metodologia são a construção de indicadores de desempenho ambiental, buscando declarações ambientais ou eco-etiquetas de produtos. Estes indicadores de desempenho ambiental são utilizados também no nível administrativo para identificar a carga socioambiental das cadeias produtivas, ou sistemas produtivos. Os inventários mássicos e energéticos são então transformados em categorias de impacto ambiental, que serão interpretadas de acordo com os objetivos do estudo. Os passos para a avaliação do impacto ambiental são: seleção e definição de categorias de impacto; aplicação dos resultados do inventário; e modelagem de indicadores para cada categoria (SUPPEN *et al*, 2005).

O Quadro 02 consiste na relação do passo a passo adotado na utilização da ACV do transporte rodoviário de motocicletas no Brasil. Este encadeamento de atividades foi construído considerando as etapas gerais para a aplicação da ACV e as especificidades do objeto em estudo, com o objetivo de aprimorar a replicabilidade da ACV para o setor de transportes.

Definição de escopo e objetivo	<ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa sobre transporte rodoviário de cargas; • Pesquisa sobre a produção e consumo de motocicletas no Brasil; • Pesquisa sobre transporte rodoviário de motocicletas no Brasil; • Pesquisa sobre a rota de transporte rodoviário e as cidades que a compõem; • Definição dos principais insumos (fluxos relevantes); • Pesquisa sobre impactos ambientais do transporte de carga;
Construção e Análise do Inventário	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração do modelo tecnológico macro do ciclo de vida de uma motocicleta; • Elaboração do modelo de transporte rodoviário de motocicletas; <ul style="list-style-type: none"> ○ Definição de trechos rodoviários; ○ Definição da qualidade, condições e demais características dos trechos; ○ Definição de equipamento; ○ Definição do consumo de combustível; ○ Definição do consumo de pneus e óleo lubrificante; • Aglutinar dados de emissões;
Avaliação de Impactos	<ul style="list-style-type: none"> • Exportar dados de emissões; • Definir metodologias e categorias de impacto; • Relacionar emissões com fatores de caracterização de potencial de toxicidade

	<p>humana;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Avaliar impactos a partir dos índices de potencial de toxicidade humana.
--	---

QUADRO 02 – Passo a passo do procedimento metodológico utilizado na ACV do transporte rodoviário de motocicletas

3.2 - ESCOPO E OBJETIVO

Para que a definição do escopo e do objetivo sejam robustas é necessário que haja uma pesquisa estrutural para compreender o sistema produtivo e definir quais serão os fatores relevantes que mais demandarão esforços no momento de formulação do inventário. Este procedimento é especialmente importante para o transporte rodoviário de cargas tecnológicas, como é o caso brasileiro de ciclomotores, devido à ramificação espacial de sua cadeia e complexidade do sistema logístico. Nesta etapa outros elementos antes não computados podem aparecer, como processos de transporte de logística reversa aliados ao transporte de insumos materiais para as fábricas, localizações diferentes de consumidores e indústrias, assim por diante. Não obstante, o peso do impacto ambiental do transporte no ciclo de vida do produto motocicleta pode ser ainda duplicado, se houver o processo de logística reversa dos equipamentos de acondicionamento (*racks*).

Outra questão relevante que deve ser levada em consideração na definição do escopo é que o produto, bem ou serviço possui uma função, compreendida também como característica de desempenho, que define a dinâmica e o fluxo dos processos a ele relacionados. No caso do serviço de transporte essa função é denominada nível de serviço logístico (BALLOU, 2006), que define fatores como: a agilidade com que determinado produto deve ser transportado; a quantidade de transbordo suportada; características especiais de perecibilidade, toxicidade e segurança; embalagens, possibilidade de estocagem e fragilidade; dentre outros.

Nesta perspectiva, o transporte nacional de ciclomotores possui certas exigências quanto ao nível de serviço logístico, o que delimita o modal a ser utilizado e seu comportamento, que por sua vez delimita os métodos de análise, devido às características intrínsecas do produto. O serviço logístico de transporte deve ser o ponto ótimo entre tempo de entrega, custo do transporte e condições especiais de transporte, que para o nível tecnológico atual e atual dinâmica brasileira delimita o modal a ser utilizado: o transporte por caminhões em rodovias. Estas concepções direcionam os dados a serem buscados para alimentar o inventário do ciclo de vida, moldando também as demais metodologias que avaliaram impacto a saúde humana e ao desenvolvimento regional.

O escopo do estudo está delimitado pela atividade de transporte rodoviário do produto em questão, o uso dos equipamentos de transporte, e a atividade industrial dos principais insumos para o transporte: combustível (óleo diesel), pneumáticos (borracha) e óleo lubrificante. Esta delimitação é ilustrada pela FIGURA 22. As atividades relacionadas à construção da infraestrutura de transporte, como rodovias, pontes e viadutos e sua manutenção não serão contempladas na análise. Bons estudos na área já foram concluídos, vide os de Mroueh *et al* (2000). Também não serão inclusos na análise o custo ambiental da construção dos equipamentos de transporte (caminhões) e seu destino no fim de vida, que por sua vez também possuem bons estudos concluídos na área, vide os de Facanha & Horvath (2006).

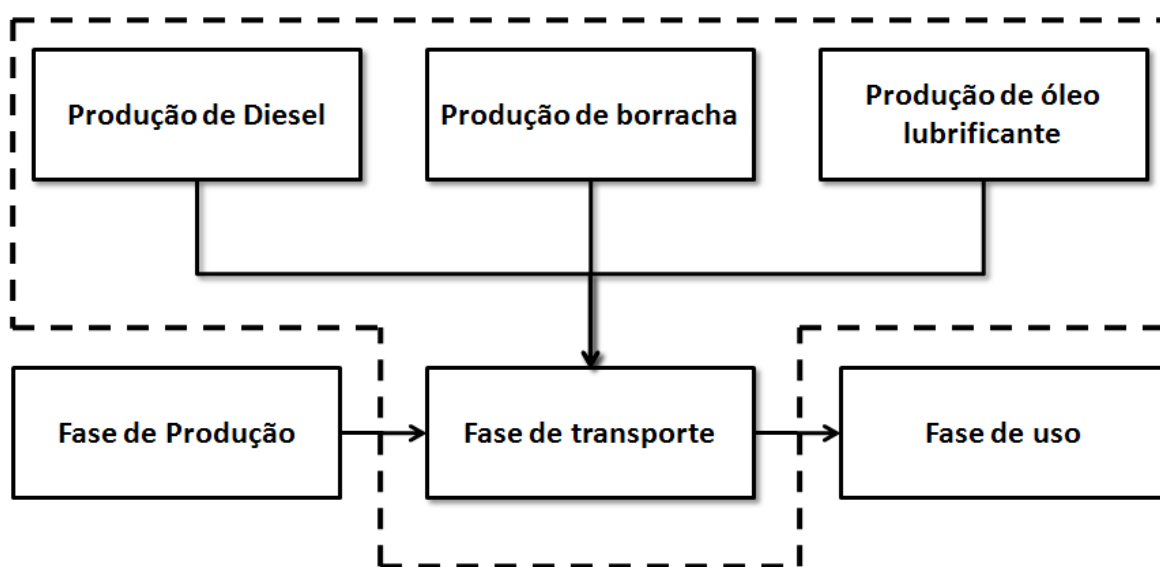


FIGURA 22 – Limites do sistema avaliado (escopo)

Não obstante, a definição do objetivo e do escopo está diretamente relacionada com a finalidade da aplicação da ACV e com o público-alvo a quem pretende comunicar os resultados.

Desta forma é possível delimitar inicialmente o escopo do projeto, sendo:

- a) Produto a ser estudado – ciclomotores produzidos no PIM;
- b) Fase a ser estudada – transporte;
- c) Abrangência – compreendido o transporte entre a fase de produção e a fase de uso;
- d) Escalas – comércio nacional para as regiões centro-oeste, sudeste e sul, através do braço logístico principal (chamado de 01), para a dinâmica logística apresentada para o ano de 2012;

- e) Nível de profundidade – atividade de transporte rodoviário e a atividade das indústrias produtoras dos principais insumos para o transporte: combustível (óleo diesel), pneumáticos (borracha) e óleo lubrificante;
- f) Definições de análise – impacto ambiental local na saúde humana.

O transporte pré-produção e pós-venda de ciclomotores não estão inclusos na análise, pois sua caracterização não seria consistente com os dados disponíveis atualmente. O transporte pré-produção (insumos) e pós-venda (racks) ocorre de forma compartilhada com produtos de outras cadeias, dificultando a delimitação dos fluxos mássicos e energéticos voltados para a cadeia de produção e consumo de ciclomotores.

3.2 - CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DO INVENTÁRIO

A fase de construção e análise do inventário é a que mais demanda tempo e esforço em todo processo de aplicação da ACV. A primeira parte da etapa de inventário é a elaboração e definição do modelo tecnológico – também chamado de sistema de produto (ISO 14040-1997) - que nada mais é do que o mapeamento dos processos que envolvem o ciclo de vida do produto e suas interrelações, balizados pela profundidade do estudo e pelo seu objetivo. Parte da primeira parte pode ser visualizada na FIGURA 22, que representa os limites do sistema avaliado na visão macro do modelo tecnológico do presente estudo. Não obstante, a segunda parte consiste na alimentação do modelo tecnológico com dados dos principais fluxos mássicos e energéticos, também chamados de fluxos relevantes.

Um processo elementar pode ter um ou mais fluxos de entrada, como também um ou mais fluxos de saída, que se relacionam com outros processos elementares ou com o ambiente. A saída de um processo pode ser tanto um produto, um sub-produto ou ainda uma emissão residual para o ambiente ou sistema de tratamento.

Considerando que o foco do presente estudo é o transporte rodoviário de cargas e seu impacto na saúde da população, a fase de transporte dentro do modelo tecnológico recebeu maior atenção, ganhando especificidades para compreender as diferentes regiões onde o impacto se materializa. Foram criados diferentes processos de transporte, cada um representando um trecho a ser analisado. Cada processo possui então os mesmos fluxos a serem avaliados, variando então os parâmetros conforme a realidade de cada trecho, modificado principalmente de acordo com a qualidade da estrada e condições de tráfego. Assim cada trecho apresenta emissões proporcionais a sua condição e, por serem elaborados com os mesmos fluxos, permitem comparação clara e direta de causalidades e consequências.

Para compreender estas especificidades é preciso ter em mente que os principais limitantes da aplicação da ACV são a acessibilidade e disponibilidade dos dados pertinentes em características como data, agregação, confiabilidade e espacialização. Por ser um método abrangente, o volume de dados requeridos é elevado, como também a necessidade de adequada sistematização para que os fluxos principais sejam identificados e contemplados. Por estas razões, várias definições quanto aos métodos, as ferramentas e ao escopo foram realizadas. Os dados do setor de produção e transporte de ciclomoteres possuem boa qualidade e quantidade, disponíveis para uma gama adequada de recortes temporais e espaciais. Não obstante a ferramenta computacional GABI auxilia na solução das dificuldades quanto à agregação e confiabilidade dos dados, articulando e auditando os diferentes fluxos e afluxos, suscitando em um balanço de impactos bem concatenado.

Neste sentido, a ferramenta de modelagem e agregação de dados que será utilizada para a confecção do inventário e posterior balanço para a avaliação do impacto do ciclo de vida (segunda e terceira etapa da ACV) será o software GABI (PE International). Além de fornecer ferramentas já comprovadas e amplamente utilizadas, traz no seu banco de dados inúmeros processos base, alimentados anteriormente por outras pesquisas finalizadas e auditadas, como fornecimento de energia, destilação petrolífera, fluxos e afluxos de plantas produtivas, dentre outros, com seus respectivos pesos socioambientais estabelecidos, definições estas que podem ser alteradas conforme as necessidades ou dinâmicas sociotécnicas diferentes.

Realiza-se então uma busca no banco de dados de processos já registrados e auditados da PE International, para verificar se os processos necessários para compor o modelo tecnológico estão presentes. Posteriormente, caso estejam presentes, é necessário verificar se sua estrutura e fluxos mássicos e energéticos componentes correspondem às necessidades e objetivos do estudo. Caso os processos não correspondam total ou parcialmente às necessidades é necessário criar novos processos ou modificar os já existentes, inserindo fluxos e parâmetros para que o modelo consiga reproduzir satisfatoriamente a realidade que se pretende representar.

Assim, considerando que o foco do estudo no ciclo de vida do produto motocicleta é a fase de transporte, os processos relacionados a esta fase foram aprimorados para compreender os fluxos de matérias de outros insumos que não apenas o combustível. A inserção dos insumos borracha (pneus) e óleos lubrificantes permitiu que o modelo compreendesse os principais fluxos mássicos e energéticos para o transporte, ampliando assim sua robustez em melhor avaliar o impacto gerado pelo transporte rodoviário deste produto.

Na construção do modelo tecnológico, o fluxo principal que oferece os parâmetros e proporções para os demais processos de fases do ciclo de vida é o fluxo do consumo, representado na fase de uso. Esta é uma consideração carregada de significado, pois pressupõe uma relação estreita entre os espaços de consumo e os espaços de produção e, sobretudo, os espaços por onde o transporte é realizado, relacionando diretamente o consumo de uma unidade no espaço X, com o incremento marginal de produção no espaço Y, e o incremento marginal no transporte no espaço Z, e seu respectivo aumento de impacto em todos os espaços.

Isso se materializa na ferramenta GABI como o fluxo “fixo”, que sobre os quais os demais fluxos estabelecerão proporcionalidades. Assim, o consumo define quantas motocicletas serão produzidas e, por sua vez, quantas motocicletas deverão ser transportadas, que ainda por sua vez define a emissão total do transporte, tanto para o universo quanto por unidade.

Este dado de consumo é precisamente estabelecido no modelo para o período de tempo em análise, sendo o consumo de motocicletas no Brasil definido pelo número de emplacements nas regiões geográficas alimentadas pelo chamado Braço Logístico 01.

Para melhor espacializar onde o impacto ambiental local se materializa, foram criadas 07 (sete) regiões de avaliação diferentes, por onde a rota percorrida na fase de transporte se materializa. Estas regiões são chamadas de trechos, numerados de 01 a 07 (um a sete), sendo o início do Trecho 01 o ponto de partida do transporte rodoviário no sentido fábrica-consumo, e o fim do Trecho 07 o centro de distribuição regional, como pode ser visto na FIGURA 23.

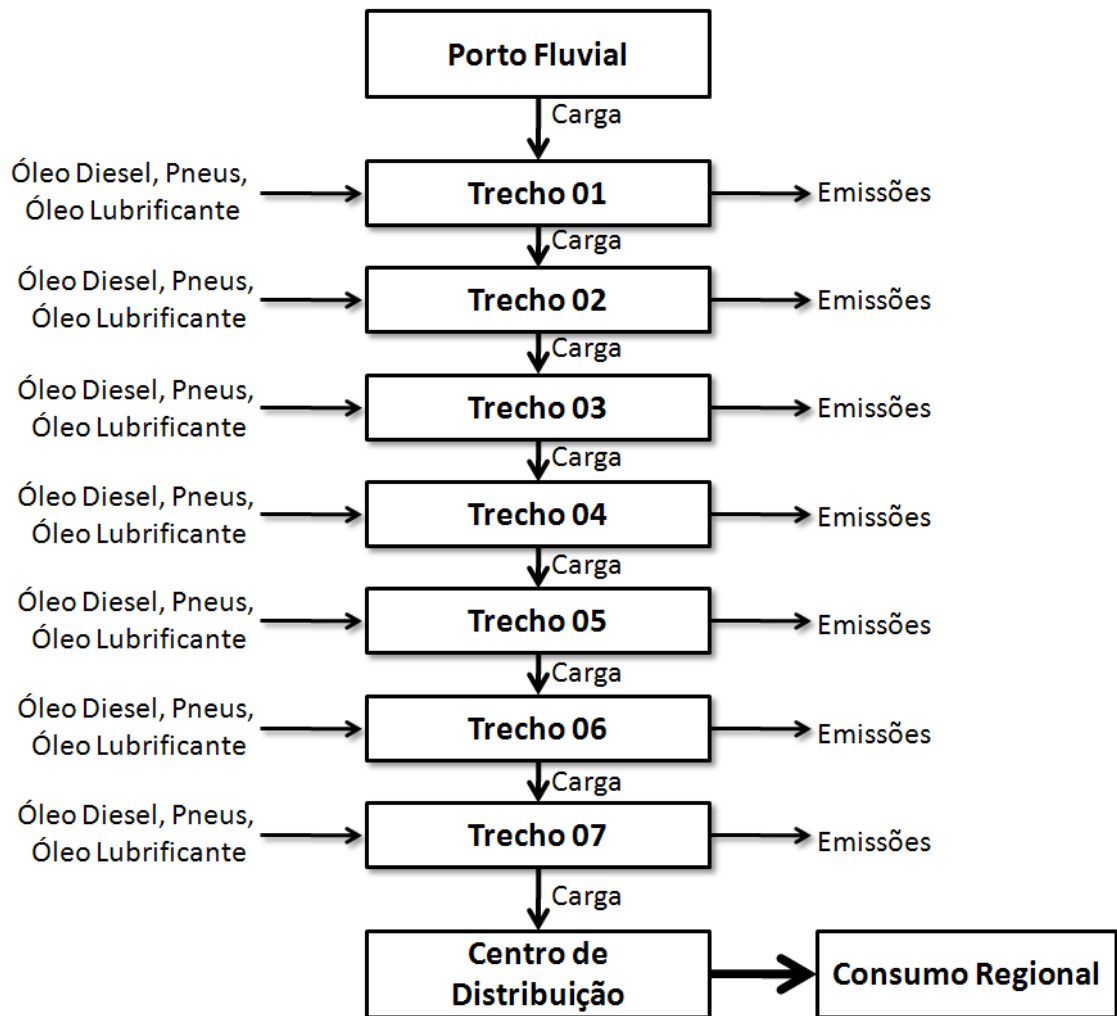


FIGURA 23 – Modelo tecnológico da fase de transporte rodoviário do ciclo de vida de motocicletas

A replicação dos processos que possui a mesma estrutura de fluxos de entrada e saída pode parecer repetitiva, mas é intencional e tem razão de ser. A divisão da rota em sete trechos, como demonstrado na FIGURA 23, obedeceu aos seguintes critérios:

- Características urbanísticas da região: define a densidade demográfica, velocidade média da pista e cultura de direção;
- Divisão rodoviária e qualidade da via: diferentes rodovias possuem diferentes qualidades viárias, alterando a forma com que se dirige o equipamento e como ele se comporta, interferindo por sua vez no consumo de combustível, pneus e óleo lubrificante
- Divisão por estado: as diferentes unidades da federação (UF) possuem diferentes políticas de manutenção de estradas, algumas investindo mais e outras menos. Outro fator ainda é que por mais que a divisão estadual seja uma divisão territorial

mais política que ambiental, a forma com que a ocupação populacional se materializa em cada estado é significativamente diferente.

O objetivo principal da divisão em trechos é diferenciar as características do ambiente em que o processo de transporte está inserido. De acordo com o trecho o processo de transporte recebe parâmetros diferentes, que vão influenciar diretamente nos fluxos de entrada e saída, gerando assim impactos de maior ou menor escala dependendo da região.

Não obstante, a construção dos processos de transporte depende da adequada alimentação com dados confiáveis sobre o comportamento dos operadores logísticos, dos motoristas dos caminhões, e dos caminhões em si nas condições ambientais dadas. Estes dados foram obtidos de pesquisas de comportamento CNT (2013), guias de logística empresarial (BALLOU, 2006), relatórios empresariais dos operadores logísticos (FERREIRA, 2008) e experiências empíricas na área vivenciadas pelo autor.

Os processos de transporte avaliados no presente estudo compreendem a fase de uso dos caminhões para o transporte de motocicletas, em que são consumidos os insumos: combustível, pneus e óleo lubrificante, e são emitidos químicos provenientes destes usos. Entretanto, existem outros processo de transporte associados que possuem fluxos relevantes no impacto ambiental às populações, mas não são abordados no presente estudo devido à complexidade de espacialização dos mesmos. São relevantes os transportes dos insumos necessários para a fase de transporte, como a atividade dos caminhões que levam os combustíveis aos postos, o óleo lubrificante e os pneumáticos às oficinas de manutenção e garagens. Tão relevante quanto, também são seus impactos, dado o volume de consumo destes insumos para o transporte rodoviário de motocicletas, e o meio de transporte utilizado para deslocar estes insumos. Mesmo assim, por mais que o impacto ambiental seja de mesma categoria do avaliado, não foi possível identificar os critérios e parâmetros básicos para o transporte dos insumos como foi possível para o transporte de motocicletas, impedindo a avaliação das duas fases nos mesmos termos.

Por fim, a fase de inventário finaliza por avaliar a veracidade e consistência dos dados resultantes dos processos, para posterior aglutinação e preparação para o AICV (avaliação do impacto do ciclo de vida).

3.4 - FASE DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS

A fase de avaliação dos impactos do ciclo de vida (AICV ou LCIA – *Life Cycle Impact Assessment*) é a fase em que os dados do inventário do ciclo de vida são transformados

para que traduzam os impactos ambientais causados. Nesta fase dois passos são obrigatórios: seleção de categorias de impacto e classificação; e caracterização. O primeiro passo consiste na definição dos impactos ambientais relevantes para o estudo, baseado nos fluxos e capacidade das substâncias em contribuir para diferentes problemas ambientais. O segundo passo consiste em selecionar a melhor metodologia de modelagem para avaliar as categorias de impacto selecionadas, e posterior aplicação de seus fatores de caracterização. Este e outros conceitos serão melhor explicados adiante.(EUROPEAN COMMISSION, 2010).

Em nível de explicação inicial, as categorias escolhidas para expressar os impactos causados pela atividade em estudo são: potencial de toxicidade humana; potencial de formação de ozônio fotoquímico; e potencial de aquecimento global.

Neste momento dois tipos de foco na LCIA podem ser selecionados, dependendo do objetivo do estudo: avaliação *at midpoint* e *at endpoint level*. Estes conceitos podem ser entendidos como:

The midpoint method is a characterisation method that provides indicators for comparison of environmental interventions at a level of cause-effect chain between emissions/resource consumption and the endpoint level. (EUROPEAN COMMISSION, 2011).

E:

The category endpoint is an attribute or aspect of natural environment, human health, or resources, identifying an environmental issue giving cause for concern (ISO 14040). Hence, endpoint method (or damage approach)/model is a characterisation method/model that provides indicators at the level of Areas of Protection (natural environment's ecosystems, human health, resource availability) or at a level close to the Areas of Protection level. (EUROPEAN COMMISSION, 2011).

Assim, a diferença entre *midpoint* e *endpoint level* podem ser interpretadas enquanto a diferença entre impacto e dano. Por sua vez, as formas de abordagem podem ser entendidas como abordagem orientada ao problema (*midpoint*), quando para avaliação de impactos, e abordagem orientada ao dano (*endpoint*), quando o objetivo é avaliar as consequências às populações e ao ambiente (SALLABERRY, 2009).

Como exemplo da relação entre os diferentes níveis de avaliação, temos que, o potencial de toxicidade humana está para o *midpoint* da análise, ao mesmo tempo em que os anos de vida perdidos por morte ou desabilidade causados por doenças estão para o *endpoint*. Esta relação pode ser vista na FIGURA 24.

Para que ocorra a avaliação do impacto no ciclo de vida (LCIA) os fluxos de massa e energia, tanto de saída quanto de entrada, são aglutinados em um balanço. Entra neste

momento o desafio dos pesquisadores de saúde humana em mensurar a dose letal ou a dose-resposta de uma gama variada de químicos registrados nas ACVs, avaliando não apenas emissão, mas também taxa de absorção por emissão. O resultado desta análise são os potenciais de toxicidade humana, aplicados a três principais categorias de enfermidades humanas: doenças cancerígenas, doenças não-cancerígenas provocadas por ingestão de componentes, e doenças não-cancerígenas provocadas pela inalação de componentes (PENNINGTON, 2002). O processo esquemático desta etapa pode ser visto na FIGURA 24.

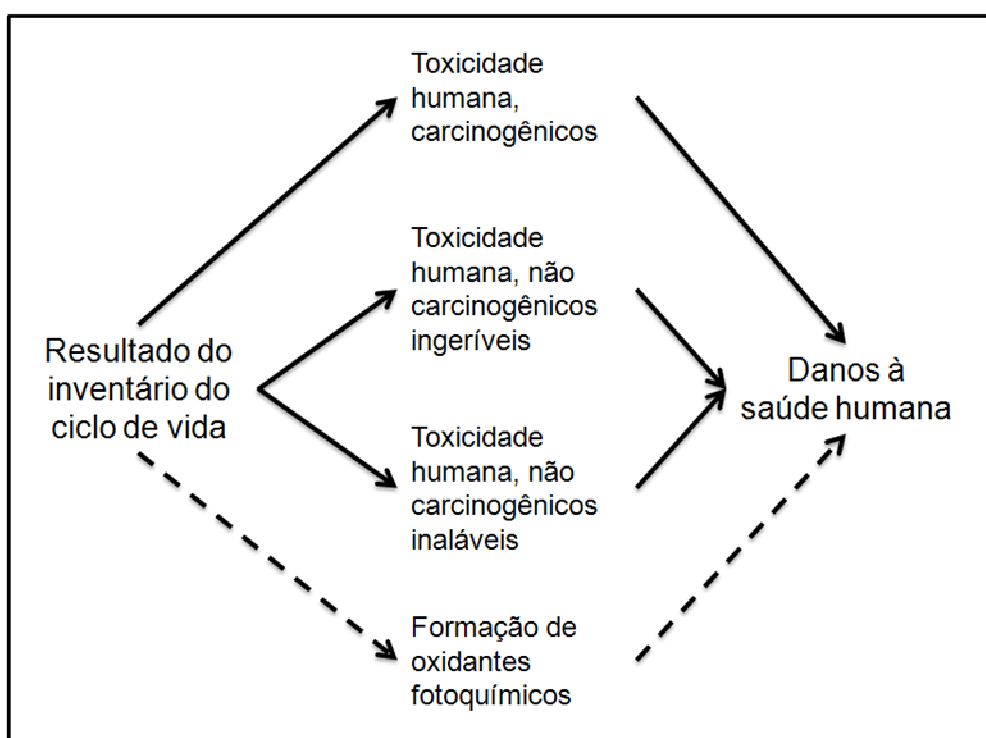


FIGURA 24 – Estrutura de avaliação do impacto do ciclo de vida na saúde humana
Fonte: Elaboração própria (baseado em European Commission, 2011; e ReCiPe, 2008)

Existem três principais categorias que causam danos à saúde humana, que são os potenciais de toxicidade humana dos compostos emitidos, como demonstrado na Figura 24. Outra categoria que causa danos à saúde humana é o potencial de formação de ozônio e outros oxidantes fotoquímicos (troposférico), cujo impacto ocorre pela formação de poluentes secundários. Existem ainda outras categorias de caracterização de emissões que causam impactos à saúde humana em outras escalas e/ou indiretamente. Dentro do grupo metodológico ReCiPe são: degradação da camada de ozônio (estratosférico); emissão de radiação ionizante; danos à saúde humana causados por mudanças climáticas (ReCiPe, 2008).

Desta forma, a produção dos autores utilizados como referência para a avaliação de potencial de toxicidade humana compõe um grupo de metodologias de caracterização dos impactos do ciclo de vida, chamado ReCiPe. Este grupo metodológico possui dois objetivos principais: prover informações genéricas sobre o método, em quais princípios está baseado e como aplicá-lo; e prover informações detalhadas sobre o uso dos modelos e permitir que todo pesquisador possa avaliá-los e melhorá-los. Outras categorias de impacto ambiental desta metodologia *at endpoint level* são: danos ao ecossistema (medidos principalmente em nº de espécies perdidas/ano); e esgotamento de recursos naturais (medido em *surplus cost*) (ReCiPe, 2008).

Os métodos de caracterização de impacto são construídos de forma participativa, envolvendo no processo de sua construção os tomadores de decisão, especialistas e equipe técnica, parceiros de outras nações, como também atores chave de caráter público. Os critérios que definem a aceitação das metodologias de caracterização estão baseados, quanto a critérios científicos, em: capacidade de abrangência do escopo; relevância ambiental; robustez e certeza científica; documentação, transparência e reprodutibilidade; e aplicabilidade, e quanto a aceitação de atores chave: concordância dos atores quanto aceitação e sustentabilidade nos negócios e na política (EUROPEAN COMMISSION, 2011).

Cada categoria responde a uma gama de material/energia demandada pelos processos abordados no escopo do estudo do ciclo de vida, respeitando pesos e equivalências pré-estabelecidas. É possível assim comparar o peso que cada processo do sistema produtivo possui em cada categoria, ou ainda comparar o peso de cada categoria e qual deve receber maior atenção nas ações das soluções.

Alguns métodos de valoração de impactos devem ser aplicados com cuidado, pois os números resultantes do modelo podem ser verídicos apenas para determinadas realidades. Neste sentido, o método e a categoria de impacto devem ser escolhidos com cautela e discernimento para o objeto de pesquisa.

Ainda, os métodos de LCIA possuem limitações de um modelo de avaliação linear. As principais limitações da metodologia de avaliação de impactos são: não considerar a poluição cumulativa no tempo e o nível crítico deste fato para a saúde humana; e não considerar os danos causados pela interação entre os diferentes compostos químicos emitidos.

Mesmo que as categorias de impacto consigam compreender uma gama abrangente de fatores de impacto ambiental, para este estudo os dados enfatizados serão na categoria de potencial de toxicidade humana, especificamente medida pelo índice DALY (*disability-adjusted life year*). As categorias de impacto são construídas para conseguir englobar todos

os impactos possíveis gerados pelas emissões provenientes dos processos analisados nos estudos de ciclo de vida, incluindo os impactos de escala global e local. Assim, a escolha se deu porque a intenção do estudo é conseguir definir o impacto ambiental às populações afetadas pelo transporte de ciclomotores, ou seja, o impacto ambiental local. Também, a escolha da categoria, como também da unidade, se dá porque esta traduz um aspecto humano expresso de forma mais claramente compreendido dos impactos ambientais negativos. DALY é ainda recomendado pela Organização Mundial de Saúde como unidade de quantificação para medir e comparar o peso e a carga das doenças na mortalidade e na morbidade (WHO, 2014).

3.4.1 - IMPACTO DE NÍVEL LOCAL NA SAÚDE HUMANA: O INDICADOR DALY

O indicador de saúde humana DALY (*disability-adjusted life year* – anos de vida perdidos ajustados por incapacidade) foi apresentado pela primeira vez em 1993 pelo Banco Mundial em associação com o Disease Control Priorities Review. O índice é formado por dois fatores principais: YLLs (*years of life lost* – anos de vida perdidos por morte) e YLD (*years lived with disability* – anos de vida vividos com incapacidade), sintetizando em um mesmo índice a morte prematura com a incapacidade gerada por doenças e enfermidades. Em sua criação, seu principal objetivo era gerar indicadores no nível microeconômico para a valoração setorial para a priorização de investimentos, alimentando análises de custo-efetividade dos tomadores de decisão (FOX-RUSHBY & HANSON, 2001). Desta forma a utilização deste índice pode ser compreendida como um método para a Avaliação de Impacto Ambiental, avaliando especificamente o efeito (impacto) em uma classe, no caso humana, em uma repartição espacial específica, no caso a local.

A proposta metodológica do índice DALY possui muito a contribuir com estudos de ACV. Por ser um índice de fácil compreensão, com efeito direto na percepção sobre as consequências dos impactos ambientais, os índices de toxicidade humana fornecem consistentes bases para intervenções em atividades tanto em nível econômico como em nível político. Não obstante, sua consistência científica e aceitação internacional oferecem ganhos na construção do conhecimento acadêmico, fortalecendo a aplicação de princípios como responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida de produtos, já amplamente utilizada na legislação brasileira.

Desde sua apresentação sofreu muitas críticas e melhorias, encontrando espaço e relevância no meio administrativo e no meio acadêmico. É amplamente utilizado para a análise da carga de doenças, referendando estudos sobre transição epidemiológica de sociedades. Seus resultados são expressos em anos de vida futuros a serem perdidos,

ajustados pelos anos vividos em enfermidade, ancorados por uma escala de saúde que varia entre zero e um, sendo “um” significando plena saúde e “zero” significando a morte (pior estado de saúde possível), e seus valores sendo ponderados por pesos éticos e etnográficos, como: expectativa de vida, peso dos anos de vida perdidos em determinada faixa etária, perda natural de anos (SCHRAMM *et al*, 2004; MURRAY & ACHARYA, 1997).

3.4.1.1 - Potencial de toxicidade humana

No transporte rodoviário de cargas os principais impactos que influenciam na toxicidade humana, e por consequência nos índices DALY, são a emissão de gases de efeito local (GELs), emissão de particulados (provenientes da queima de combustível e suspensão de partículas de pneus), ruídos, dentre outros. Com esta metodologia os impactos que causam efeitos diretos e mais nocivos à saúde humana terão um peso maior na ponderação, desta forma sendo então menos valorizados pontos como emissão de gases de efeito estufa (GEEs) (MARQUES, 2005).

Desta forma, o índice DALY apresenta-se como um método consistente e bem aceito de compreender a toxicidade humana gerada por impactos ambientais. Para que seus valores cheguem o mais próximo possível da realidade é necessário que haja um modelo concatenado, que consiga reproduzir a dinâmica natural do impacto de intervenção do estado normal (MONT, 2007). Outros índices relacionados podem ainda auxiliar em análise dessa natureza, como o QALYs (*quality-adjusted life years* – qualidade ajustada de anos de vida), que confirmam a efetividade do índice DALY e da sua efetividade em expressar a perda de saúde devido a determinada alteração (SASSI, 2006). Entretanto, o presente estudo utilizará como unidade de análise apenas o potencial de toxicidade humana medidos em DALY/kg de poluente emitido.

A transformação dos fluxos de saída do inventário do ciclo de vida em impactos à saúde humana ocorre principalmente pela aplicação de um modelo de caracterização. O conhecido como “fator de caracterização” deriva as emissões em uma mesma unidade, a ser avaliada como uma categoria de impacto (ISO 14040, 1997).

Para o presente objetivo os fluxos de saída são derivados em potencial de toxicidade humana, através de fatores de caracterização originários de diferentes pesquisas reconhecidas e recomendadas por entidades internacionais de pesquisa.

Assim, os dados primários foram obtidos através da pesquisa de Pope *et al* (2002), van Zelm *et al* (2008), Pennington *et al* (2002), Huijbregts *et al* (2005 e 2008), e suas contribuições para o sistema ReCiPe. A escolha destes autores e suas pesquisas e resultantes bancos de dados segue as recomendações da avaliação de metodologias

realizada pela European Commission (2011). Nesta publicação, o *Institute of Environmental Sustainability* (Instituto de Sustentabilidade Ambiental – JRC) avaliou diversas metodologias e fontes de dados, indicando quais as formas mais consistentes e adequadas para a aplicação nos estudos de ACV. De acordo com os autores, o indicador mais adequado para mensurar a toxicidade humana com efeitos cancerígenos, partículas suspensas respiráveis e formação de ozônio fotoquímico é DALY.

Considerando isso, a base principal dos dados de fatores de caracterização utilizada no presente estudo se baseia na pesquisa de Huijbregts *et al* (2005 e 2008), balizada posteriormente pelas pesquisas de van Zelm *et al* (2008) e ReCiPe (2008 e 2012), nesta ordem de prioridade. A base de dados de fatores de caracterização resultantes Pope *et al* (2002) não estão nos mesmos termos utilizados pelas demais pesquisas, sendo assim apenas suas considerações levadas em questão, e não os dados quantitativos. Não obstante, a principal contribuição da base de dados ReCiPe foi com fatores de caracterização referentes a danos causados pela emissão de compostos carcinogênicos, medidos não em peso (DALY/kg) mas em radiação emitida (DALY/Bq).

Considerando de forma prática, o fator de caracterização expresso em DALY/kg emitido é obtido comparando o fator de efeito de cada químico emitido, ponderado pelo tempo e espaço de emissão, definindo o potencial de causar morte e/ou desabilidades na população em questão (PENNINGTON, 2002).

Nisto, a quantidade de dano causado à saúde humana por unidade de químico emitido é definida principalmente por três elementos (HUIJBREGTS *et al* 2005; van ZELM *et al* 2008):

1. Danos por efeito (*damage / effect*), que descreve a quantidade dano causado à saúde da população humana por tipo de efeito de cada enfermidade;
2. Efeito por absorção (*effect / intake*), que descreve a quantidade de efeitos nocivos à saúde humana por unidade de químicos absorvida;
3. Absorção por emissão (*intake / emission*), que discrimina a quantidade de químicos absorvida relativo à quantidade de químicos emitida em determinado contexto por determinada atividade.

Estes três elementos são relacionados matematicamente da seguinte forma:

$$CF_x = DF_x \cdot EF_x \cdot FF_x = \frac{\partial \text{Damage}}{\partial \text{Effect}} \cdot \frac{\partial \text{Effect}}{\partial \text{Intake}} \cdot \frac{\partial \text{Intake}}{\partial \text{Emission}}$$

Onde: DF_x = damage factor; EF_x = effect factor; FF_x = fate factor; CF_x = characterization factor. CF_x é expresso em DALY/kg.

Fonte: HUIJBREGTS *et al* (2005)(p.187)

Neste sentido, por emissão pode ser compreendida como o fluxo de saída de determinados compostos de um processo em análise. Por absorção (*intake*) pode ser compreendida como a proporção da emissão que reage com o corpo humano, seja por inalação, ingestão, absorção dérmica, radioativa, assim por diante. Por efeito compreende-se a enfermidade pela qual a população é acometida, seja ela cancerígena ou não. E por dano é compreendida a consequência na vida da pessoa ou população, materializada em perda de anos de vida ou de qualidade de vida.

Um dos exemplos da aplicação desta equação está abaixo, demonstrando como é constituído o fator de caracterização do mercúrio:

Mercury (+II) [Heavy metals to agricultural soil]
Potencial de Toxicidade não cancerígena (ingerível): $DF * EF * FF = CF$ $2,7 * 1,6E-01 * 8,7E+01 = 3,8E+01 \text{ DALY/kg emitido}$
Potencial de Toxicidade não cancerígena (inalável): $DF * EF * FF = CF$ $2,7 * 1,6E-01 * 5,2E+01 = 2,3E+01 \text{ DALY/kg emitido}$

Considerando este fator de caracterização, o total de potencial de toxicidade humana para a emissão anual de mercúrio lançado em solos de cultiváveis seria:

Mercury (+II) [Heavy metals to agricultural soil] (Anual)
$(CF_1 + CF_2) * \text{Emissão/ano} = \text{DALY total/ano}$ $(3,8E+01 + 2,3E+01) * 2,1E-04 = 1,29E-02$

Assim, este procedimento foi estabelecido para todas as emissões que possuem potencial de toxicidade humana, dentro de cada processo e cada fase do ACV.

3.4.1.2 - Potencial de formação de ozônio fotoquímico

Outra categoria escolhida para ser avaliada quanto ao impacto ambiental gerado pelo transporte é o potencial de formação de ozônio fotoquímico. Também conhecido como *smog* fotoquímico, ou formação de oxidantes fotoquímicos, possuem relevante potencial de danos à saúde humana, e este impacto está diretamente relacionado com a atividade de transportes, principalmente nos grandes centros ou grandes corredores de transporte.

Com o incremento da atividade de transporte e da atividade industrial no mundo, foi observado um extraordinário aumento da concentração de ozônio na atmosfera. A primeira mensuração da quantidade de O₃ próximo à superfície aconteceu em 1930, quando as medições estavam entre 10 e 25 ppbv. Estimativas atuais indicam que, variando conforme o local, o incremento está na ordem de 0,5% a 4,0% ao ano. Este incremento gerou, segundo alguns pesquisadores, a concentração em 1991 de aproximadamente 40 ppbv (RIBEIRO *et al*, 2003).

O dano causado à saúde humana pela elevação da concentração de ozônio na atmosfera obedece o processo representado no esquema da FIGURA 25:

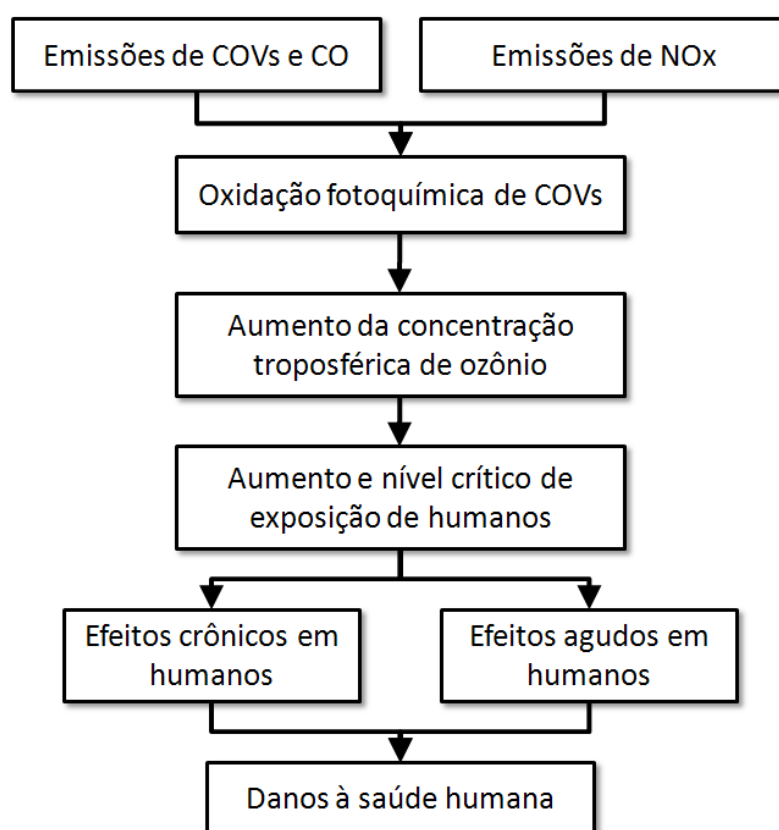


FIGURA 25 – Esquema da formação do ozônio fotoquímico até causar danos à saúde humana
Fonte: EUROPEAN COMMISSION, 2010 (adaptado)

Assim, a medição da formação de ozônio fotoquímico pode ocorrer em diversas fases do processo expresso na FIGURA 25. A medição pode ocorrer tanto na emissão dos poluentes primários que darão origem aos oxidantes, no aumento da concentração do ozônio na troposfera, ou ainda no dano gerado pelo aumento da concentração de ozônio na troposfera, e conseqüente maior exposição de humanos. Para o presente estudo serão consideradas as medições realizadas na terceira opção: no dano causado pelo poluente secundário.

Considerando então o foco da análise o dano causado à saúde humana pelos poluentes secundários ozônio e outros oxidantes, os fatores de caracterização são dados relativos para os poluentes primários emitidos, conforme sua participação na formação e ampliação da concentração de ozônio na troposfera. Desta forma, o fator de caracterização do dano à saúde causado pelo ozônio é obtido por dose-resposta da população em uma área de estudo, e posteriormente esta dose resposta é relativizada entre os poluentes primários emitidos. A estrutura de obtenção dos fatores de caracterização é muito próxima ao utilizado para estimar o potencial de toxicidade humana das emissões, demonstrado nas páginas anteriores.

Para esta categoria de impacto foi escolhida a metodologia ReCiPe. Esta metodologia é a mais recomendada na Europa para a avaliação desta categoria de impacto, devido a sua robustez, possuindo um escopo completamente aplicável, além de alta relevância ambiental (EUROPEAN COMMISSION, 2010).

Entretanto, a metodologia apresenta a limitação de ser focada nos danos causados à saúde humana, desconsiderando os danos causados à vegetação e à fauna pela emissão dos oxidantes. Não obstante, esta restrição não causa nenhum prejuízo ao presente estudo, que está focado em compreender o dano gerado especificamente à saúde humana.

Outra congruência na escolha desta metodologia é a unidade de medida utilizada para expressar o dano causado à saúde humana, o DALY. No entanto, por mais que esteja na mesma unidade de medida que a categoria de potencial de toxicidade humana, a comparação entre as duas categorias é delicada e por vezes imprópria. Isso se deve ao fato de que a categoria de toxicidade humana estar preocupada com os poluentes tidos como primários, e a categoria de potencial de formação de ozônio fotoquímico estar preocupada nos poluentes gerados de forma secundária.

A metodologia ReCiPe utilizou para definir o dano gerado pela formação de ozônio fotoquímico as bases de estatísticas europeias, a partir das análises médicas da população desde local e de seus fluxos meteorológicos. Devido à consistência dos dados apresentados e às recomendações internacionais definiu-se que seria melhor utilizar esta base mesmo para o Brasil, permitindo também a avaliação entre as diferentes categorias utilizando os mesmos critérios.

3.4.2 - IMPACTOS DE NÍVEL GLOBAL: O POTENCIAL DE AQUECIMENTO GLOBAL

A categoria de potencial de aquecimento global é uma das mais emblemáticas no estudo dos transportes. Isso se deve porque o setor de transporte é o maior responsável pelas emissões antrópicas de gases de efeito estufa, a nível global. Uma das razões que influencia diretamente esta vilania é devido aos motores de combustão interna movidos a

diesel ou a gasolina possuírem uma baixa eficiência, conseguindo retirar do combustível aproximadamente 20% de toda energia armazenada, lançando os demais 80% na forma de poluentes (RIBEIRO *et al*, 2003).

Outra questão que torna o setor de transporte tão intensivo em energia, e por conseguinte tão poluidor, é o aumento da interdependência entre os espaços, materializada no maior transporte de produtos e de deslocamento de pessoas. Processos como divisão internacional do trabalho, especialização de espaços produtivos, relações político-econômicas bilaterais entre nações fazem com que o fluxo de produtos sejam intensos, e cada vez mais realizado por maiores distâncias.

Alguns dos processos antrópicos e naturais que influenciam a capacidade estufa do planeta podem ser vistos em resumo na FIGURA 26:

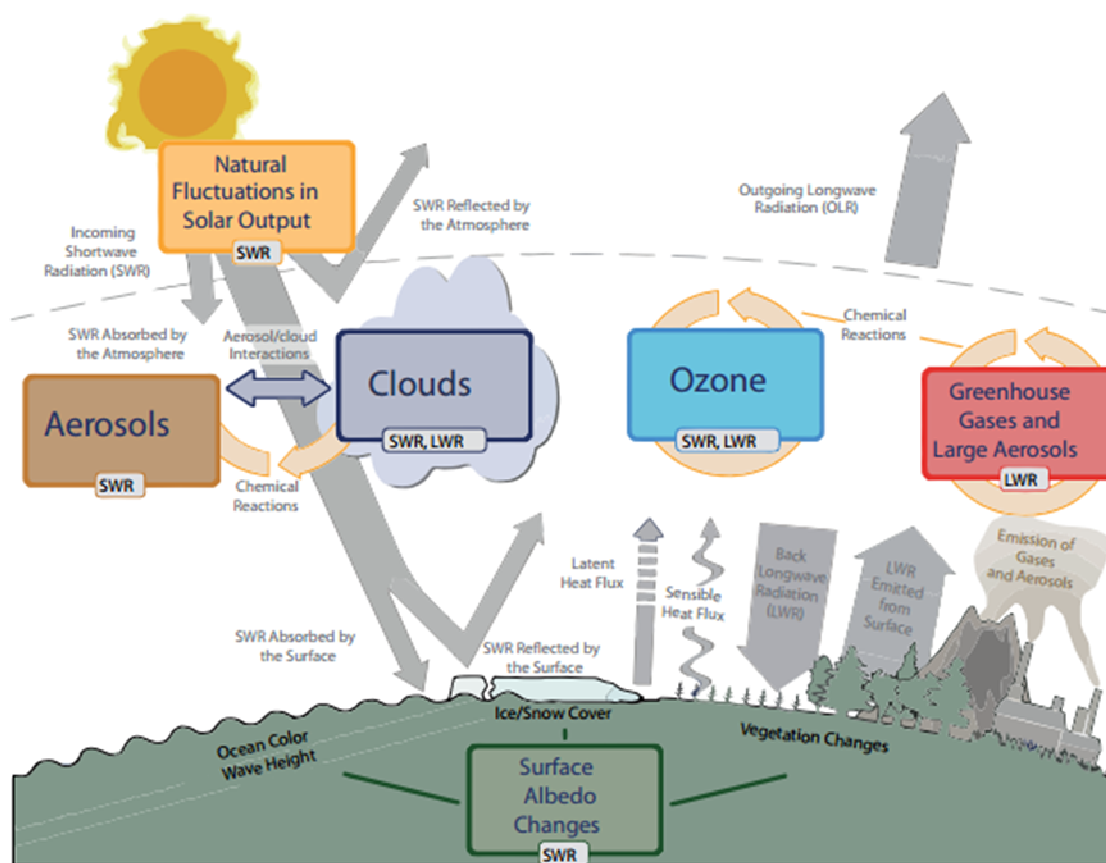


FIGURA 26 – Principais fatores que influenciam o efeito estufa

Fonte: IPCC, 2013

Como visto na figura 26, os processos antrópicos são apenas uma das partes que influenciam o efeito estufa planetário, estando ao lado de emissões vulcânicas, ampliação da radiação solar, efeito albedo, etc. A preocupação de alguns autores se baseia na

crescente influência que os sistemas antrópicos têm nesse sistema global, e nos efeitos nocivos à humanidade desta influência, como as mudanças climáticas.

Em uma análise macro ecológica, a problemática da emissão de GEE está relacionada diretamente à mudança do local e forma do estoque de carbono, passando de reservar minerais de petróleo e biomassa para reserva atmosférica. No ciclo biogeoquímico do carbono o elemento passa por diversos estágios, movendo com eles também a vida orgânica no planeta, sendo estocado em solos, mares, seres vivos, minerais e ar. Quando o balanço entre os estoques e o fluxo de matéria é alterado, as diversas cadeias influenciadas pelo seu ciclo também são afetadas.

Os gases que possuem a capacidade de reter calor, e promover o efeito estufa, possuem diferentes níveis de resiliência planetária, variando de poucos meses até tempos superiores a 500 anos. Por isso, as emissões de GEE devem ser consideradas críticas pelo seu caráter cumulativo, sendo a preocupação de muitos pesquisadores não apenas a emissão de gases, mas sim o aumento da concentração destes gases na atmosfera.

Devido a esta preocupação, a concentração de CO₂ na atmosfera tem sido acompanhada constantemente. A concentração de CO₂ na atmosfera em 1750, era pré-industrial, era de aproximadamente 280 ppm, passando para 355 ppm em 1992, quando se realizou a Eco 92 e a Cúpula da Terra, e chegando em aproximados 380 ppm em 2010. (IPCC, 2013)

Por isso se considerou importante incluir esta categoria de análise no presente estudo. Para melhor compreender o potencial de aquecimento global gerado pela atividade de transportes foi escolhido o método do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) de 2007, considerando os avanços científicos mundiais da entidade e as recomendações internacionais de uso. Os dados do potencial de aquecimento global de cada composto foi obtido por meio da base ReCiPe (2008), que se baseia no IPCC, e onde constam todos os dados necessários para as emissões analisadas.

O IPCC possui três diferentes versões de métodos, delimitados por três limites temporais diferentes. O impacto em termos da força radioativa dos gases de efeito estufa (GEE) cumulativa pode ser dividida entre cumulativa por 20, 100 ou 500 anos. Utilizaremos aqui a base cumulativa de 100 anos, pois é a base recomendada internacionalmente e a utilizada para análise no Protocolo de Kyoto (EUROPEAN COMMISSION, 2010).

Os diferentes recortes temporais geram resultados diferentes, pois os compostos emitidos possuem diferentes resiliências na atmosfera. Uma abordagem de 500 anos pode subjugar a capacidade de emissões menos resilientes, enquanto abordagem de 20 e 100 anos podem subjugar o potencial dos gases de efeito estufa de alta resiliência.

O esquema processual do impacto gerado pela emissão de gases de efeito estufa pode ser visto na figura 27:

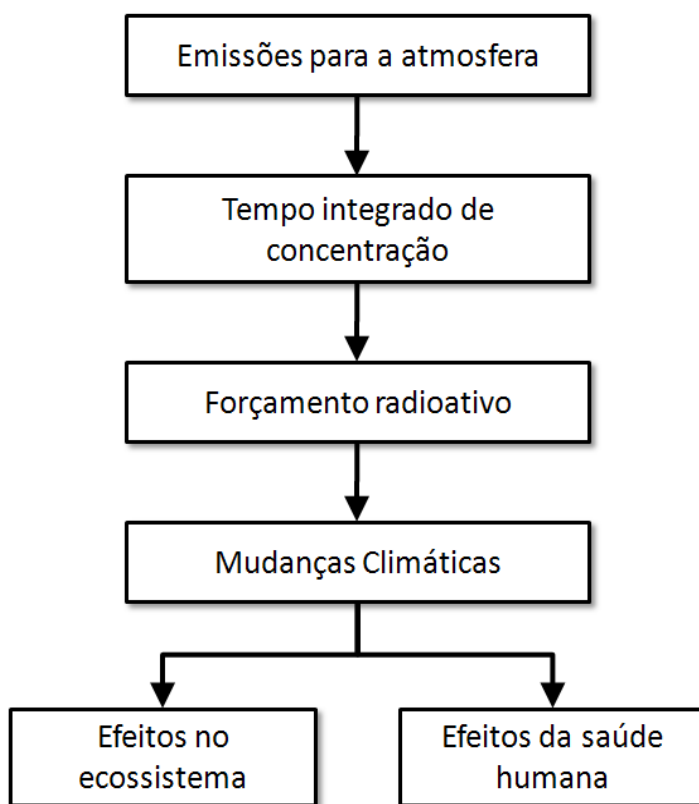


FIGURA 27 – Esquema do impacto da emissão de gases de efeito estufa

Fonte: EUROPEAN COMMISSION, 2010 (adaptado)

Ao contrário das outras duas categorias de análise, na categoria de potencial de aquecimento global serão utilizadas as medições de impacto *at midpoint*. Isso se dá porque os danos causados pelas mudanças climáticas, por sua vez causadas pelo aquecimento global, ainda não são diretamente relacionados no sentido causa-consequência proporcional. Assim, é utilizada diretamente a unidade de medida de potencial de aquecimento global do composto emitido.

Existem metodologias, como a Ecoindicator99, que utilizam a análise *at endpoint* e expressam o potencial poluidor na saúde humana das emissões de gases de efeito estufa. Entretanto, esta metodologia não é adotada aqui, pois, além de não ser recomendada internacionalmente como uma metodologia consistente e replicável, não cumpriria o objetivo da escolha da categoria de referendar o estudo e possibilitar comparação com demais estudos na área de transporte de maior renome. De acordo com EUROPEAN COMMISSION (2010), existem muitas pesquisas que relacionam a elevação da temperatura, os

alagamentos/secas com as doenças humanas, mas a definição do dano marginal por unidade funcional fica muito prejudicada, sendo então de difícil associação com a ACV.

Por fim, fontes onde foram coletados os dados primários que alimentarão o modelo e a construção dos processos consistem principalmente: no Censo Industrial IBGE; nos anuários de emissões de gases; nos relatórios do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes); relatórios FENABRAVE (Fundação Nacional de Distribuição de Veículos Automotores); relatórios ABRACICLO (Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares); publicações da CNT (Confederação Nacional de Transporte); nos manuais técnicos dos caminhões utilizados como modelo; e em eventuais entrevistas com os operadores logísticos do setor. Estes dados foram alinhados cronologicamente após a compreensão dos cenários e a da dinâmica entre eles. Não obstante, foram priorizados os dados de entidades públicas devido a sua presumida imparcialidade e metodologias coletivamente constituídas, seguido dos relatórios de impacto ambiental, e posteriormente pelos relatórios da indústria.

4 - ESTUDO DE CASO – IMPACTOS AMBIENTAIS NO TRANSPORTE DE MOTOCICLETAS NO EIXO BELÉM-GOIÂNIA

O quarto capítulo do presente estudo reuniu os conceitos, métodos e descritivos apresentados nos capítulos anteriores para realizar o estudo de caso sobre os impactos ambientais do transporte rodoviário de motocicletas no eixo compreendido entre Belém e Goiânia.

Retomando o objetivo geral do estudo, que é estimar e avaliar o impacto ambiental oriundo do transporte rodoviário de motocicletas produzidas no Pólo Industrial de Manaus, o estudo de caso é construído na estrutura demandada para a construção do modelo de ACV. Assim, a maior parte do capítulo se concentra em alimentar adequadamente o inventário, etapa também que também demandou maior esforço de pesquisa. Posteriormente, o esforço se voltou para a avaliação do impacto do ciclo de vida do produto, onde as emissões resultantes são traduzidas em danos potenciais à saúde humana, e potencial de aquecimento global.

Compreender e estimar o impacto gerado na movimentação de cargas significa relacionar diretamente 2/3 (dois terços) do total de recursos financeiros investidos na logística (BALLOU, 2006) com os danos à saúde da população gerados. A relação entre recursos financeiros e impactos ambientais é ainda mais gritante nas cadeias de produtos de menor valor agregado, como minério e materiais recicláveis.

Como visto no capítulo um, o impacto ambiental no ciclo de vida é compreendido tanto pela execução do transporte em si, chamada de fase de transporte, quanto pela fase de produção dos insumos necessários para este transporte. Neste sentido, a caracterização foi construída para definir de forma adequada o consumo de cada um destes insumos básicos: óleo diesel, pneus e óleo lubrificante, além do transporte em si.

Diversos fatores influem no impacto ambiental gerado pelo transporte. Para que estes fatores fossem adequadamente abordados na modelagem foram construídos parâmetros que correlacionam as condições das rodovias e da urbanidade com o impacto gerado, para cada trecho da rota analisado. Assim, além de mensurar o impacto ambiental total no ciclo de vida, a construção da análise foi capaz de relativizar o impacto entre as diferentes áreas, que afetam as diferentes populações, conforme a influência que a condição da rodovia e a da urbanidade exerce nas emissões.

Para analisar a o impacto, o eixo rodoviário Belém – Goiânia foi dividido em sete trechos de análise. Essa divisão obedeceu a características populacionais, as diferentes rodovias, a divisão territorial dos estados e a disponibilidade de dados espacializados para cada região.

Nesta etapa os debates são menos amplos, mas em mesma medida mais palpáveis, conforme o setor do transporte de motocicletas é caracterizado. Torna-se mais palpável também a medida que se compreende o quão significativo é o impacto ambiental do transporte de apenas um de tantos produtos de alta tecnologia e tanto valor agregado, de uma das principais rotas de distribuição física.

Assim, este capítulo é dividido em seis partes principais: caracterização de equipamentos, que descreve os equipamentos utilizados comumente para o transporte rodoviário de motocicletas; caracterização da carga, que quantifica e qualifica os produtos a serem transportados, como também as características que definem o transporte; caracterização das rodovias, que descreve a qualidade das rodovias que formam o eixo de transporte Belém-Goiânia; caracterização das cidades, que descreve a população e a área afetada pelos impactos do transporte; caracterização do consumo de insumos, que descreve os sistemas de cálculos e quantidades do consumo de óleo diesel, pneus e óleo lubrificante pelos equipamentos de transporte; impactos resultantes do transporte rodoviário de cargas, que descreve os dados resultantes da ACV como também suas implicações e relações; e por fim os resultados, que correlaciona as diferentes caracterizações realizadas.

4.1 - CARACTERIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

Para que se possa definir adequadamente o consumo dos insumos necessários para o transporte rodoviário de cargas é necessário identificar o equipamento utilizado comumente pelas transportadoras. As características deste equipamento, ou composição como é chamado, então serão utilizadas para o consumo médio, considerando seu ano de fabricação, modelo, capacidade de carga dentre outras características.

Da composição do veículo de transporte rodoviário de cargas fazem parte: 01 - o cavalo trator (o caminhão propriamente dito); e 02 - a carroceria semi-reboque baú (tipo furgão para carga seca). Assim, as características dos dois equipamentos influem no comportamento da composição. O exemplo de uma composição do tipo estudada pelo presente estudo é possível ser vista na Figura 28:



FIGURA 28 – Caminhões com carreta semi-reboque de uma das empresas que realizam transporte rodoviário de motocicletas, seguidos por escolta

Fonte: Transportes Bertolini, 2013

4.1.1 - CAMINHÕES

Existem no mercado de caminhões diversos modelos para que as transportadoras optem para desempenhar o serviço de transporte rodoviário de motocicletas. Para a modelagem proposta o veículo que melhor representa a realidade é aquele escolhido pelas principais empresas que desempenham a atividade.

A escolha do modelo de caminhão trator se dá por:

- Melhor acordo comercial: melhor preço por unidade de caminhão tipo trator oferecido pelo fabricante;
- Serviços Pós-Venda: serviço como treinamento de mecânicos e de motoristas para ampliar a eficiência do veículo;
- Atendimento às necessidades: modelo que consiga transportar com segurança o peso demandado pela carga;
- Custo da Manutenção: quanto o empresário terá que investir para manter sua frota operante.

Foi necessária então uma pesquisa sobre os principais modelos presentes no mercado hoje e dos modelos usualmente utilizados pelos transportadores. Os principais modelos disponíveis no mercado, considerando a idade média estimada e as principais marcas, estão expostos na TABELA 02:

TABELA 02 – Modelos de caminhão cavalo-trator utilizados atualmente no transporte rodoviário de cargas, 2013, Brasil

Nº	Modelo	Marca	Ano	Capacidade (CMT)	Peso (PBT)	Eixos	Padrão de Emissões
1	Constellation 19.330 Tractor	Volkswagen	2013	45	16	2	PROCONVE P-7
2	Constellation 19.370 Tractor	Volkswagen	2008	57	16	2	PROCONVE P-5
3	Constellation 19.320 Tractor	Volkswagen	2008	45	16	2	PROCONVE P-5
4	Actros 2546 LS	Mercedes-Benz	2013	60	23	3	PROCONVE P-7
5	G 370 LA	Scania	2012	66	16	2	PROCONVE P-7
6	G 400 LA 4x2 c/3ºeixo R782	Scania	2012	66	16	2	PROCONVE P-7
7	R 420 LA6x2NA	Scania	2009	66	26,1	3	PROCONVE P-5
8	G 420 CA6x4SZ STD	Scania	2009	35	23	3	PROCONVE P-5
9	G 420 LA4x2SZ RP835	Scania	2009	80	19,7	2	PROCONVE P-5
10	Cargo 2042	Ford	2013	49	16	2	PROCONVE P-7
11	Cargo 1933 Tractor	Ford	2012	45,15	16,8	2	PROCONVE P-6
12	FH 410 6X2 T	Volvo	2009	60	23	3	PROCONVE P-5
13	FH 400 4X2T	Volvo	2007	57	16	2	PROCONVE P-4

Fonte: fichas técnicas Volkswagen, Mercedes-Benz, Scania, Ford e Volvo

O modelo de 2008 Constellation 19320 Tractor de 2(dois) eixos (4X2) da empresa Volkswagen foi escolhido por representar melhor a realidade do setor de transporte de motocicletas no Brasil. A frota destinada para o transporte destes produtos, de acordo com a CNT(2012) e com o conhecimento do mercado, é considerada “nova”, com idade que variam de 6 a 3 anos de idade, comparada a idade média dos caminhões brasileiros que é de 19,3 anos para caminhões de autônomos e 8,4 anos para caminhões de empresas (CNT, 2012)

O caminhão trator em questão apresenta um padrão de emissões compatível com o PROCONVE P-5, então vigente em 2008. Em relação aos outros modelos do mercado sua

CMT (Capacidade Máxima de Tração) é mediana, mas responde às necessidades do transporte de cargas secas fracionadas por meio do furgão semi-reboque, conhecido como “carreta baú”. Uma menor potência em cavalos e em número de eixos com torque influencia também diretamente no consumo de combustível.

A baixa idade média demandada pelas grandes empresas de transporte é motivada principalmente por:

- Economia de combustível;
- Menor taxa de manutenção;
- Diferencial comercial para clientes (caminhões novos e seguros);
- Alto valor econômico de caminhões em meia-vida para revenda

A menor emissão de poluentes é também uma das vantagens dos caminhões mais novos, mas esse benefício não está no quadro de prioridades no momento da escolha para renovação da frota. No mercado de transportes rodoviário de mercadorias são apenas alguns que pautam suas decisões na redução de emissão de GEE e demais poluentes, por mais que muitas empresas de transportes apresentem certificados ISO 14000.

Não obstante, número de eixos dos modelos descritos na tabela 02 é importante, pois é baseado no número de eixos que a capacidade máxima do veículo é calculada legalmente. As resoluções CONTRAN nº210 e nº211 de 2006 determinam que o peso máximo entre eixos para este tipo de veículo, associado à essa carreta, é de 6t e 10t no caminhão trator e 25,5t na carreta de três eixos próximos, com no máximo 18,6 metros, com carga.

O valor de carga útil do caminhão é dado tanto pela resistência do calçamento, que deve suportar peso por área de contato, quanto pela capacidade de tração do caminhão-cavalo. Assim, para o modelo Constellation 19320 Tractor a CMT (capacidade máxima de carga útil) é de 45t. Desta capacidade são retiradas o peso em ordem de marcha do caminhão-cavalo, de 6,4t, e o peso da carroceria (descrita posteriormente) de aproximadamente 8,9t, totalizando 29,7t de capacidade máxima, caso o peso da carga pudesse ser igualmente distribuído entre todos os eixos (FORD, 2008).

É de praxe entre os transportadores, e adequado segundo seu julgamento, utilizarem o máximo possível da carga dos veículos, por vezes superando o máximo de carga permitido por lei. Por mais que por vezes venham a pagar multas por excesso de peso, a maior utilização máxima da capacidade de um veículo faz com que a mesma quantidade de produtos possa ser transportada por menos veículos, reduzindo assim o custo total de frete. Esse fenômeno é incentivado também pelo fato de que a capacidade máxima (TL) não

poder ser atingida em todas as viagens, por razões principalmente mercadológicas, encarecendo ao fabricante o valor do frete por unidade de moto transportada.

Contudo, os limites de peso para estes veículos existem principalmente por riscos de acidentes e por danos causados pelo peso dos caminhões no asfalto. O excesso de peso entre eixos favorece a fadiga do asfalto, promovendo o surgimento de buracos e ondulações na pista, reduzindo a segurança e trafegabilidade da mesma.

A imagem de perfil do equipamento, como também suas proporções podem ser vistas na figura 29:

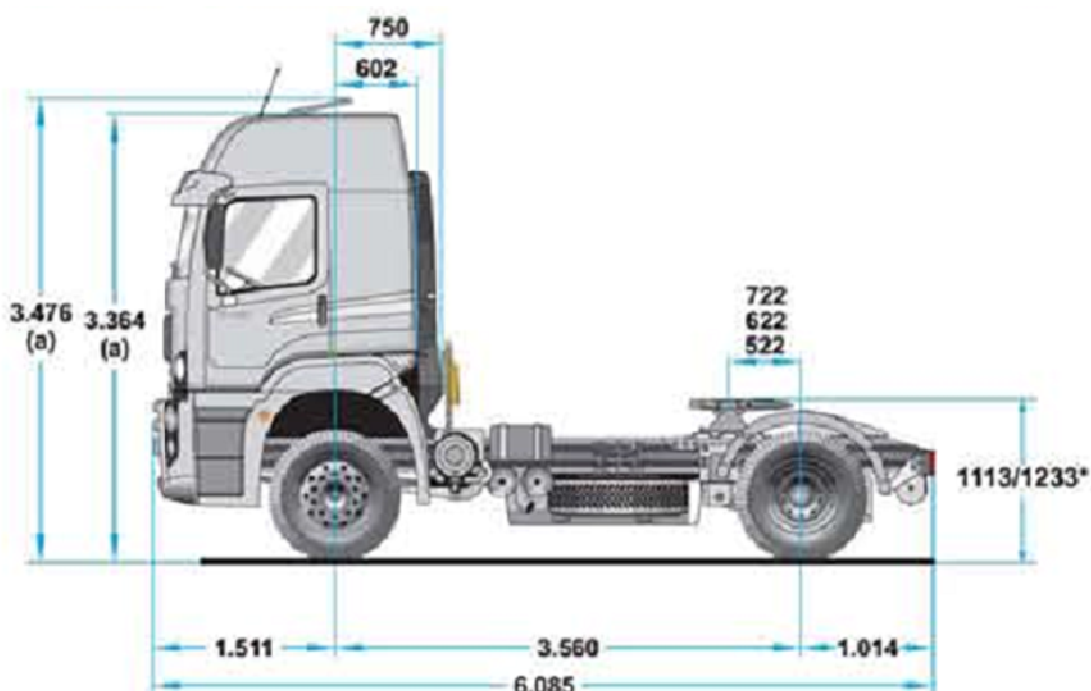


FIGURA 29 – Imagem de perfil e descrição das proporções do modelo Constellation 19320 Tractor VW

Fonte: Volkswagen 03/2008

Em relação ao armazenamento de combustível, que interfere diretamente no comportamento do abastecimento do equipamento, o tanque de combustível dos caminhões com a finalidade de transporte de motocicletas são modificados para ampliar sua capacidade. Sua estrutura é duplicada, deixando de ter 1 tanque de alumínio com 480 litros de capacidade, passando a ter 2 tanques de alumínio com 480 litros de capacidade cada, totalizando 960 litros. Os tanques ficam localizados em lados opostos do caminhão, área ao lado de onde está posicionado o pneu *step*, como mostra a figura 29. Os motivos que levam a troca ampliação da capacidade são:

- Segurança no transporte - menor necessidade de parada;

- Economia de recursos - aproveitar preços melhores e abastecimento na garagem;
- Controle da atividade - possibilidade de abastecer apenas em postos com “Green Card”;

Um dos pontos negativos desta modificação é que a maior capacidade do tanque faz com que o veículo também fique mais pesado, tanto pela estrutura quanto pelo conteúdo. Entretanto, este peso extra torna-se irrelevante no percentual do peso total do veículo considerando caminhão trator, carreta e carga.

4.1.2 - CARRETA

Outra parte da composição é a carreta. Para o transporte de motocicletas em *racks*, ou seja, carga seca fracionada, é utilizado em associação com o caminhão trator uma carreta tipo furgão semi-reboque, conhecida como baú. Uma das marcas mais conhecidas, e uma das mais utilizadas, para este fim é a Facchine. O modelo em questão é exemplificado na figura 30:



FIGURA 30 - Furgão Semi-Reboque para Carga Seca Facchini com eixos em tandem triplo
Fonte: Facchini 07/2011

A carreta então utilizada para o transporte é um “Furgão Semi-Reboque para Carga Seca”, mais conhecida como “carreta baú”, com eixos em tandem triplo (distância entre os três eixos traseiros inferior a 1,2m). Assim, será considerada no modelo a carreta baú da marca Facchini, que representa satisfatoriamente a realidade do setor (Figura 30).

Não existem diferenças significativas entre os modelos de carreta semi-reboque desta capacidade destinada ao transporte de carga seca. A escolha então do veículo mais representativo para o modelo foi feita pelo equipamento comumente utilizado.

As dimensões da carreta semi-reboque são: 15,27 m de comprimento, 2,95m de altura (desconsiderando rodas e suspensão) e 2,6m de largura, apresentando em média 8,9t de peso sem carga (BAL, 2013). Estas dimensões do equipamento de carga são importantes para definir a capacidade e organização da carga seca a ser transportada, limitando assim também a quantidade a ser transportada. Neste sentido, a adequada organização dos produtos no interior da carreta é muito importante para maximizar a utilização da carreta, devido aos limites de peso estabelecidos pela RESOLUÇÃO CONTRAN Nº 210/2006.

Este equipamento é dotado de 3 eixos traseiros e uma capacidade máxima de 11t por eixo, totalizando 33t de capacidade máxima da carreta, incluindo o próprio peso da carreta sendo que a diferença de peso entre os eixos não pode ser superior a 1,7t, tanto na carreta quanto na unidade tratora. A capacidade máxima de carga que a carreta suporte é superior ao limite legal estabelecido pela RESOLUÇÃO CONTRAN Nº 210/2006, o que incentiva muitas vezes os empresários a transportarem mais peso que o permitido, gerando altos riscos tanto de causar acidentes quanto de pagarem multas por excesso de carga. Neste sentido também, o caminhão que possui mais peso por eixo do que estabelecido por lei provoca desgaste mais rápido do asfalto, provocando antecipadamente fadigas, rachaduras e buracos na pista.

No software GABI o equipamento que melhor representa a composição descrita é sistematizado no processo "*more than 32t gross weight, 24,7t payload capacity, EURO 3 cargo, diesel driven*". No entanto o processo teve que sofrer alterações para comportar outras especificidades, como o consumo de óleo lubrificante e pneus, considerados importantes para a presente análise.

O impacto da produção dos equipamentos, como também o tratamento dos resíduos de final de vida, não são considerados no presente estudo. Pesquisas de boa qualidade neste sentido foram realizadas por UGAYA (2005) e FAÇANHA & HORVATH (2006), aplicados a outros equipamentos e a outras conjunturas.

4.2 – CARACTERIZAÇÃO DA CARGA

Para que o deslocamento da carga de um ponto de origem a um destino final aconteça é necessário que um equipamento, de capacidade equivalente com a demanda de tempo e carga do cliente, realize o trabalho. Por sua vez, este equipamento necessita de insumos para seu funcionamento, sendo os principais: combustível, pneumáticos, óleo lubrificante, fluído de freio, baterias, filtros de óleo, combustível e ar, além de outras peças que precisam ser repostas periodicamente durante a fase de utilização no ciclo de vida do equipamento. Dentre estes insumos os que são consumidos em maiores quantidades são os óleos combustíveis, os pneus e os óleos lubrificantes, que são também os causadores dos impactos ambientais mais relevantes. (RIBEIRO *et al*, 2003; FOGLIATTI *et al*, 2004; MARQUES, 2005; VASCONCELLOS, 2006; DONATO, 2008; PILGER *et al*, 2011)

As condições exigidas de tempo, local, segurança, quantidade e qualidade do transporte, que definem o nível de serviço logístico, devem respeitar um conjunto de parâmetros mínimos, chamados de janela de operação (BALLOU, 2006). A janela de operação é definida tanto pelas condições de produção, como localização da fábrica, custo de estocagem, embalagem dos produtos e quantidade da produção, quanto pelas condições de consumo, como localização dos mercados consumidores, necessidades de qualidade e disponibilidade de produtos para os clientes, quantidade de motos demandadas. Vale ressaltar que não são levadas em consideração para definição da janela de operação condições como impacto ambiental, danos à comunidade no percurso, ou ainda saúde dos colaboradores.

Compreendendo estes parâmetros, é importante descrever o nível de serviço logístico e a sua janela de operação para o transporte rodoviário de ciclomotores. Estes produtos possuem alto valor agregado por serem cargas dotadas de alta tecnologia, o que por sua vez acarreta em alta fragilidade. Seu alto valor agregado também amplia o risco de furto da carga, demandando então procedimentos de segurança como rastreamento, definição de rotas e pontos de parada seguros, além de atendimento das recomendações definidas pela seguradora. (FERREIRA, 2008)

Devido a suas características, o produto não pode chegar com avarias aos consumidores. Isto, somado com sua fragilidade, exige que o produto seja devidamente embalado, possibilitando o transporte seguro e o armazenamento empilhado, deixando de ser um “veículo” e passando a ser uma “carga fracionada seca”. Para que a motocicleta não receba nenhum dano, algumas empresas optam por transportá-la em caixas metálicas,

chamadas “racks”. Estas estruturas de transporte são feitas principalmente por barras de aço moldadas, que pesam no total aproximadamente 15% do peso do produto, algo como 15 a 20 kg. Outras empresas, menos criteriosas e menos representativas no mercado, que comercializam motos de menor preço, optam por utilizar racks de madeira, que são mais frágeis e mais leves, possuindo o alto risco de quebra, mas não exigindo a logística reversa das embalagens.

Exemplos dos racks utilizados, tanto feitos de metal, quanto feitos de madeira, podem ser vistos na FIGURA 31:



FIGURA 31 – Racks utilizado para embalar motocicletas para o transporte, feitos de metal ou madeira
Fonte: motonline.com

Fonte: Comad.com.br

As diferentes marcas possuem não só diferentes formas de embalar seus produtos, mas também diferentes participações no mercado nacional. Este mercado é dominado por cinco empresas multinacionais principalmente, sendo elas e suas respectivas participações no mercado nacional no ano de 2012: Honda (70,56%); Yamaha (12,66%); Suzuki (5,83%); Dafra (4,75%); e Sundown (2,98%) (FENABRAVE, 2013).

A participação da empresa Honda é mais representativa que as demais. Assim, as características de seus produtos, como também suas escolhas quanto os modos de transporte das motocicletas, definem boa parte do impacto ambiental gerado. Posteriormente as empresas Yamaha, Suzuki e Dafra são as mais representativas, respectivamente. Dentre estas, a única empresa que utiliza embalagens de madeira para o transporte de motos nacionais é a empresa Dafra, que possui motos de menor preço, mas possui pouca aceitação no mercado brasileiro.

Dentre as vendas das empresas, existem alguns modelos que possuem melhor aceitação no mercado nacional, principalmente aquelas motos consideradas populares, que possuem menor potência, menor preço e principalmente melhor custo/benefício. Os

modelos que obtiveram melhores vendas no mercado nacional, conforma sua posição na lista das 10 mais vendidas estão dispostas no quadro 03:

Ranking	Jan/2012	Julho/2012
01	HONDA CG150	HONDA CG150
02	HONDA CG125	HONDA CG125
03	Yamaha YBR125	Yamaha YBR125
04	HONDA CB300r	HONDA CB300r
05	Yamaha Fazer 250	Yamaha Fazer 250
06	DAFRA/Apache	SUSUKI Intruder125
07	SHINERAY XY150	SHINERAY XY150
08	SUSUKI EN125	DAFRA Riva 150
09	SUSUKI Intruder125	SUSUKI EN125
10	KASINSK Comet150	DAFRA/Apache

QUADRO 03 – Modelos de motocicletas mais vendidos/emplacados no ano de 2012

Fonte: FENABRAVE, 2013

Alguns modelos se mantêm em ambos os meses dentre as motos que mais receberam emplacamentos, como os modelos Honda CG150, CG125 e CB300r. Baseado nesta referência de modelos mais representativos foi pesquisado o peso de alguns dos principais modelos para poder balizar a análise e melhor definir o equipamento médio a ser utilizado como modelo do transporte rodoviário de motocicletas. Alguns dos modelos mais representativos no mercado estão listados na TABELA 03, como também seus respectivos pesos:

Tabela 03 - Peso médio de motocicletas produzidas no Brasil em 2013

Nº	Modelo	Marca	Peso*
1	CG 150 Fan	Honda	105kg
2	Biz 125	Honda	105kg
3	CB300r	Honda	147kg
4	XTZ 125 X E	Yamaha	105kg
5	Fazer 250	Yamaha	137kg
6	Burgman 125i	Suzuki	111kg
7	Intruder125	Suzuki	132kg
8	Next 250	Dafra	170kg
9	Smart 125	Dafra	115kg

*peso sem embalagem

Fonte: Especificações técnicas Honda, Yamaha, Dafra, Suzuki e site Quatro Rodas

Na tabela 03 estão listados os modelos de motocicletas das quatro marcas mais representativas no mercado brasileiro. Além dos modelos, ordenados por marca, estão relacionados os pesos, que variam de 105kg entre os modelos mais representativos a 170kg

dos modelos menos representativos, obedecendo uma lógica principal de que modelos mais potentes possuem maior peso. Assim, considerou-se para fins de modelagem que o peso geral dos modelos tende ao menor peso, ou seja, para os modelos mais populares e mais representativos, com peso aproximado médio então de 110kg por motocicleta, sem embalagem.

Neste sentido, considerando o peso médio das motocicletas comercializadas no mercado nacional como 110kg, a sua embalagem pesaria aproximadamente 15% deste peso, o equivalente a 16,5kg. Ou seja, para cada unidade de motocicleta produzida e consumida (representada pelo número de emplacamentos), 126,5kg precisam ser transportados totalizando. Um exemplo das motocicletas embaladas e localizadas em um depósito aguardando para serem levadas ao caminhão pode ser visto na figura 32:



FIGURA 32 – Depósito do operador logístico de motocicletas embaladas em racks de metal

Fonte: Transportes Bertolini, 2013

Na figura 32 damos destaque à quantidade de metal que compõem a embalagem de transporte. A resistência destas embalagens de acondicionamento é muito importante para preservar a integridade da carga, mas oneram o custo de transporte das motocicletas por exigirem logística reversa.

Como visto no capítulo de modelagem do sistema logístico, foram consumidas 1.634.235 motocicletas no ano de 2012, e destas 846.552 motocicletas transportadas através do braço logístico 01. Para que o transporte rodoviário destes produtos ocorra é necessária a utilização de um equipamento que possua capacidade de atender ao nível de

serviço logístico necessário. Compreendendo a demanda os operadores logísticos realizam a opção por utilizar o caminhão trator de 2(dois) eixos, associado a uma carreta semi-reboque tipo furgão para carga seca fracionada, como descrito anteriormente.

O equipamento apresenta duas limitações para o transporte da carga: capacidade máxima, definida pela legislação e delimitações técnicas do equipamento; e volume máximo, delimitado pelo volume do furgão baú, contraposto com o volume e densidade da carga. Como as motocicletas são feitas de material denso, principalmente metais, a capacidade máxima do equipamento é atingida antes do volume máximo, sendo então o limitante.

Tendo em vista isso, a capacidade de transporte de motocicletas por equipamento se dá conforme é definida por uma série de equações, que partem do total de motocicletas produzidas no Brasil e voltadas para o mercado nacional, até a capacidade que cada equipamento tem de transportar motocicletas.

A quantidade de motocicletas transportadas para as regiões Centro Oeste, Sul e Sudeste através do Braço Logístico 01 pode ser obtida pela seguinte equação:

Número de motocicletas consumidas no Brasil	X	Participação consumo das regiões centro-oeste, sul e sudeste (Braço Logístico 01)
1.634.235 uni (motocicletas)	X	51,8%
Total de motocicletas a serem transportadas no Braço Logístico 01 = 846.552 uni (motocicletas)		

Na sequência é calculado o peso total a ser transportado, baseado no número de motocicletas consumidas e transportadas para a região:

Total Braço Logístico 01	X	Peso por unidade com embalagem
846.552 uni (motocicletas)	X	126,5kg
Peso Total a ser Transportado no Braço Logístico 01 = 107.088.828 kg		

O peso total a ser transportado é muito importante para a construção do modelo ACV, que utiliza como parâmetros o peso máximo transportado, a capacidade máxima por equipamento, e a taxa de utilização de cada equipamento.

Para que o transporte tenha a melhor rentabilidade para o fabricante que solicita o serviço, busca-se a utilização da capacidade máxima dos equipamentos. Entretanto, outros limitantes como mercado, demandas emergenciais e diferentes tipos de produtos impedem que em todas as vezes essa capacidade máxima de transporte (TL – *truckload*) seja atingida. Considerando que os operadores logísticos que prestam o serviço do transporte rodoviário de motocicletas sejam muito eficientes, é considerada uma taxa de utilização de

90% da capacidade dos caminhões (FERREIRA, 2008). Assim, a utilização média do caminhão pode ser calculada da seguinte forma:

Capacidade legal do equipamento	X	Taxa de utilização em operadores logísticos eficientes
25.500 kg	X	90%
Utilização Média do Equipamento = 22.950 kg		

Como a carga a ser transportada não é do tipo a granel, não é possível calcular a quantidade de caminhões necessários apenas avaliando o peso a ser transportado e a capacidade máxima do equipamento. Deve-se assim levar em consideração o peso de cada unidade a ser transportada, considerando que ela não pode ser partida, fazendo com que as equações não possam comportar frações.

O número de motocicletas que cada caminhão pode levar em média pode ser calculado da seguinte forma:

Utilização Média do Equipamento	÷	Peso por unidade com embalagem
22.950 kg	÷	126,5 kg
Capacidade média de transporte de motocicletas por caminhão = 181 uni*		

*arredondamento para não considerar frações de produtos

Para que a quantidade de 181 unidades seja transportada em um carregamento, são necessários esforços para que os produtos quando empilhados não sofram avarias, e para que o peso máximo entre eixos definido por lei não seja superado.

Aos poucos a percepção da proporção do impacto na vida das populações afetadas vai se tornando mais clara. Um dos melhores indicativos para compreender o impacto é o número de viagens, ou caminhões, necessários para transportar as motocicletas através do braço logístico 01, calculado a seguir:

Total de motocicletas a serem transportadas no Braço Logístico 01	÷	Capacidade média de transporte de motocicletas por caminhão
846.552 uni (motocicletas)	÷	181 uni (motocicletas)
Número de caminhões/viagens necessárias para transporte no Braço Logístico 01 por ano = 4.677 uni (viagens) / ano		

*arredondado para não considerar parte de viagem

Para se ter ideia da proporção do impacto na vida das populações que vivem nas imediações das estradas, apenas para o transporte de ida (sentido fábrica-consumidor) de motocicletas, aproximadamente 13 caminhões por dia passam por cada residência presente no trajeto. Considerando que a maioria dos caminhoneiros que transportam estes produtos

não trafega a noite, tem-se aproximadamente 1(um) caminhão por hora passando em frente a cada residência lindeira à estrada, considerando inclusive tráfego em domingos e feriados. A partir desta comparação é possível compreender mais claramente o impacto na vida das pessoas pelo intenso transporte de carga via rodovia.

Por fim, considerando a extensão a ser percorrida, e o número de viagens realizadas, o cálculo da quilometragem total percorrida em um ano se dá pela seguinte equação:

Número de caminhões/viagens necessárias para transporte no Braço Logístico 01 por ano*	X	Quilometragem do Braço Logístico 01 (por viagem)
4.677 uni (viagens)	X	2010,5 km/viagem
Quilometragem total percorrida por ano* = 9.403.108,5 km/ano		

*referência 2012

Os quase 10 milhões de quilômetros percorridos por ano para o transporte de motocicletas é expressivo. A título de comparação mais tradicional, essa distância equivaleria dar a volta ao mundo, na linha do equador, 234,6 vezes (referência circunferência da Terra 40.075km). Mas o dado se torna salutar ao considerar que o ano de referência de 2012 foi o segundo ano de menor número de vendas de motocicletas, em uma série de cinco anos, chegando a apresentar queda de 15,62% das vendas em comparação com o ano anterior (FENABRAVE, 2013).

Após uma série de equacionamentos é salutar reunir todas as informações relevantes, de forma sequencial, como é realizado no quadro 04.

Nº	Variável	Quantitativo
01	Média de peso por ciclomotor	110 kg
02	Média de peso por ciclomotor com embalagem	126,5 kg
03	Quantidade de motocicletas emplacadas no Brasil 2012	1.634.235 unidades
04	Quantidade de motocicletas emplacadas no Braço Logístico 01 no Brasil em 2012	846.552 unidades
05	Peso total transportado em 2012	107.088.828 kg
06	Capacidade legal do caminhão	25,5 toneladas
07	Capacidade média de utilização do caminhão	22,95 toneladas
08	Capacidade média de transporte de motocicletas por caminhão	181 unidades
09	Número de caminhões/viagens necessárias para transporte no Braço Logístico 01	4.677 viagens/ano
10	Quilometragem do Braço Logístico 01 (por viagem)	2.010,5 km
11	Quilometragem total percorrida por ano	9.403.108,5 km/ano

QUADRO 04 – Resumo das informações a serem usadas no modelo

O quadro 04 reúne todas as informações relativas ao comportamento da carga e do seu equipamento de transporte necessárias para a construção do modelo ACV. Desta forma, estas informações nos fornecem valorosa parte da base necessária para mensurar e compreender os impactos ambientais do transporte.

4.3 - CARACTERIZAÇÃO DE RODOVIA

Outra fase do presente estudo ainda é a adequada caracterização das estradas por onde os caminhões percorrem seu trajeto. A infraestrutura e qualidade da estrada definem tanto a rota por onde serão realizados os transportes e, por conseguinte, a distância percorrida, quanto o comportamento dos equipamentos de transporte, definindo nível de consumo, taxa de manutenção, segurança da carga e segurança e conforto do motorista.

Não obstante, as condições das estradas definem também, ao definir a rota, quais serão as populações que sofreram os impactos ambientais do transporte rodoviário de carga.

O percurso rodoviário do transporte de motocicleta do braço logístico identificado neste estudo como 01 foi dividido entre 7(sete) trechos, ou regiões de avaliação. Estas regiões elencadas compreendem a rota entre a cidade de Belém-PA, até a cidade de Goiânia-GO, contemplando assim a totalidade do tronco logístico em estudo por onde são transportadas as motocicletas.

A rota foi subdividida em regiões/trechos segundo os seguintes critérios:

1. Características urbanísticas do trecho rodoviário: define densidade, velocidade média, cultura de direção;
2. Diferentes rodovias: diferentes rodovias possuem diferentes qualidades viárias, modificando a cultura de direção e o consumo de combustível, pneus e óleo lubrificante dos equipamentos de transporte;
3. Densidade populacional: as rodovias atravessam municípios com diferentes densidades populacionais, alterando assim a quantidade de pessoas submetidas aos impactos ambientais;
4. Unidade da federação em que está presente: diferentes unidades da federação possuem sistemas de manutenção viária e manutenção da faixa de domínio diferente, no caso dos trechos de responsabilidade estadual; e
5. Qualidade e detalhamento dos dados disponíveis: o detalhamento dos dados oriundos das pesquisas de qualidade das rodovias no Brasil possuem limitações e confiabilidade, dependendo da entidade que o gerou. A disponibilidade destes dados primários também limitam a qualidade e quantidade regiões de análise possíveis de serem criadas.

Levando em consideração os critérios elencados, a base de dados escolhida para definição da qualidade das rodovias na rota pesquisadas foi a Pesquisa CNT de Rodovias

2012, realizada anualmente pela Confederação Nacional dos Transportes – CNT. A qualidade dos dados apresentadas pela pesquisa respondem às especificidades necessárias para definir o impacto ambiental do transporte rodoviário no escopo em questão.

Assim, as rodovias que fazem parte da rota do transporte rodoviário de motocicletas, do chamado braço logístico 01, são: BR 136, BR 010, BR 226 e BR 153. Estas rodovias cruzam os estados do Pará, Maranhão, Tocantins e Goiás, em ordem de acordo com o trajeto estabelecido no sentido fábrica-pólo consumidor.

Dentre as rodovias identificadas algumas foram divididas para a análise do presente estudo. A BR 316 e a BR 153 foram particionadas para a realização do presente estudo. Apesar de o banco de dados da CNT (2012) não oferecer a especificidade necessária para avaliar a condição de cada trecho elencado, as condições populacionais dos municípios cruzados nos trechos são representativamente diferentes.

A BR 316 foi dividida em dois trechos: o primeiro compreendido entre a cidade de Belém e a cidade de Marituba, e o segundo compreendido entre a cidade de Marituba e a cidade de Santa Maria do Pará, todas no estado do Pará. O primeiro trecho compreende a área metropolitana da capital Belém e a área intensamente urbanizada, compreendida até a cidade de Marituba, o que altera as condições de trafegabilidade, principalmente pela alta carga de veículos que as vias em perímetro urbano recebem. Na mesma rodovia, porém em outro trecho, a partir da cidade de Marituba, a taxa de urbanização é bem menor do que a encontrada nas proximidades de Belém, permitindo assim uma trafegabilidade mais fluida, com menor consumo de combustível e demais componentes.

A BR 153, a mais extensa dentre as rodovias presentes na análise, foi particionada em três trechos: o primeiro compreendido entre as cidades de Araguaína e Porangatu, majoritariamente transcorrido no estado de Tocantins; o segundo compreendido entre as cidades de Porangatu e Anápolis; e o terceiro compreendido entre as cidades de Anápolis e Goiânia, sendo estes dois últimos trechos compreendidos integralmente no estado de Goiás. O primeiro trecho representa a parte da BR 153 presente no estado de Tocantins, que possui um adensamento populacional diferente do encontrado no trecho da mesma rodovia presente no estado de Goiás. Da mesma forma, o segundo e terceiro trecho foram elencados como regiões de análise diferentes pois as condições de urbanização presentes no interior do estado de Goiás são muito diferentes do que as encontradas na área metropolitana de Goiânia e de mais áreas intensamente urbanizada até Anápolis, que apresentam um tráfego muito mais intenso de veículos, implicando em menor velocidade média e maior consumo de combustível.

Na TABELA 04 são apresentados a caracterização geral de cada um dos 7(sete) trechos, com o nome da rodovia, nome dos municípios em que o trecho inicia e termina, e a condição por classe nos critérios gerais, pavimento e geometria viária.

TABELA 04 – Condição geral e por características das rodovias que compõem a rota do transporte rodoviário de motocicletas, Brasil, 2012

Nº	Estrada	Percurso / Trecho	Condição por classe		
			Geral	Pavimento	Geometria
1	BR 316	Belém - Marituba	Regular	Bom	Regular
2	BR 316	Marituba - Santa Maria do Pará	Regular	Bom	Regular
3	BR 010	Santa Maria do Pará - Porto Franco	Regular	Bom	Regular
4	BR 226	Porto Franco - Araguaina	Regular	Regular	Ruim
5	BR 153	Araguaina - Porangatu	Regular	Bom	Regular
6	BR 153	Porangatu - Anápolis	Regular	Bom	Regular
7	BR 153	Anápolis - Goiânia	Regular	Bom	Regular

Fonte: CNT, 2012; DNIT, 2012 (elaboração própria)

Para chegar a este resultado quanto à condição do pavimento, a executora da pesquisa utilizou as seguintes variáveis: condição da superfície, velocidade devido ao pavimento e pavimento do acostamento. Por sua vez, a variável “condições da superfície” foi classificada em: totalmente perfeito, desgastado, trincas em malha/remendos, afundamentos/ondulações/buracos, e totalmente destruído. A variável “velocidade devido ao pavimento” foi classificada quanto: não obriga reduções de velocidade, obriga reduções de velocidade, baixíssima velocidade. Ainda, a variável “pavimento do acostamento”, quando o acostamento é presente, é classificada em: acostamento pavimentado e perfeito, acostamento não pavimentado e perfeito, acostamento em más condições, acostamento destruído (CNT, 2012).

Condições ruins do pavimento implicam principalmente em: redução da velocidade, com consequente ampliação do consumo; aumento do desgaste de pneus, e ainda maior emissão de material particulado; além de outros fatores não computados nesta pesquisa, como o aumento do desgaste de diversas peças, e consequente necessidade de troca e geração de resíduos, maior risco de acidentes, maior emissão de ruídos e maior desconforto à direção do veículo (VASCONCELLOS, 2006).

No critério condição da geometria da via foram avaliadas as seguintes variáveis: tipo de rodovia, perfil da rodovia, faixa adicional de subida, pontes/viadutos, curvas perigosas, acostamento (CNT, 2012).

A condição geral regular apresentada por todos os trechos era esperada, devido as condições mínimas de trafegabilidade exigidas pelos operadores logísticos que transportam

produtos de alto valor agregado. Por mais que em alguns critérios algumas rodovias apresentem porções em que a condição é inadequada, no geral a infraestrutura de transporte deve conter os elementos básicos que favoreçam a formação da rota.

TABELA 05 – Extensão e condição geral por classe do trecho das rodovias que compõem a rota do transporte rodoviário de motocicletas, Brasil, 2012

Nº	Estrada	Percurso / Trecho	Extensão (km)	Condição Trecho (%)				
				Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
1	BR 316	Belém - Marituba	33,3	3,1	32,5	50,9	13	0,5
2	BR 316	Marituba - Santa Maria do Pará	82,7	3,1	32,5	50,9	13	0,5
3	BR 010	Santa Maria do Pará - Porto Franco	580	-	29,6	54,1	14,4	1,9
4	BR 226	Porto Franco - Araguaina	150	3,6	15,7	46,4	30,4	3,9
5	BR 153	Araguaina - Porangatu	734	8,2	48,1	32,8	6,9	4
6	BR 153	Porangatu - Anápolis	372	8,2	48,1	32,8	6,9	4
7	BR 153	Anápolis - Goiânia	58,5	8,2	48,1	32,8	6,9	4

Fonte: CNT, 2012; DNIT, 2012 (elaboração própria)

Em relação à extensão, a BR 153 possui o trecho representativamente maior que as demais, sendo assim a rodovia principal da rota, com 1164,5 km em seus três trechos, 57,9% da extensão estudada. Posteriormente o trecho mais representativo é o da BR 010, com 580 km, com 28,8% da região estudada. E posteriormente de menor extensão estão os trechos das rodovias BR226, com 150 km (07,5%), e a BR 316 (05,8%).

Destacam-se por sua condição relativamente pior os trechos da BR 010 compreendidos entre as cidades de Santa Maria do Pará e Porto Franco, e da BR 226 compreendidos entre as cidades de Porto Franco e Araguaina.

A condição do trecho é representativamente pior na BR 226, fazendo com que o caminhão enfrente mais de 30% da via em condição ruim, além de outros quase 4% em condição péssima, como demonstrado pela tabela 05.

Já a condição do trecho da BR 010 apesar de não apresentar nenhuma porção de vias em ótimas condições ótimas, apresenta relativa boa proporção de via em condições boas e regulares, com quase 84%. Nessas condições em alguns trechos o veículo não pode desenvolver sua velocidade e constância no seu máximo potencial, mas por outro lado o desgaste de pneus e peças não é severamente afetado.

Na Tabela 06 são descritas a qualidade e quantidade de infraestruturas de apoio presentes nos trechos em estudo, características importantes das rodovias para o adequado transporte de produtos. A quantidade de borracharias, concessionários e oficinas

mecânicas, restaurantes e lanchonetes presentes no trajeto diminuem o risco de atraso por possíveis eventualidades, como falha de alguma peça do equipamento, como também ampliam a segurança e conforto do motorista e da carga, fornecendo locais adequados para pouso e descanso. A questão da segurança é fator importante na escolha da rota para transporte de motocicletas, devido ao seu alto valor por carga.

TABELA 06 – Infraestrutura de apoio presente nas rodovias que compõem a rota do transporte rodoviário de motocicletas, Brasil, 2012

Nº	Estrada	Percurso / Trecho	Infraestrutura de Apoio			
			Borracharia	Concessionárias e Oficina Mecânica	Posto de Abastec.	Restaurante e Lanchonete
1	BR 316	Belém - Marituba	45,38%	27,39%	49,12%	43,78%
2	BR 316	Marituba - Santa Maria do Pará	45,38%	27,39%	49,12%	43,78%
3	BR 010	Santa Maria do Pará - Porto Franco	41,15%	31,88%	38,00%	38,92%
4	BR 226	Porto Franco - Araguaina	27,99%	8,88%	31,13%	29,09%
5	BR 153	Araguaina - Porangatu	43,05%	25,43%	38,29%	44,10%
6	BR 153	Porangatu - Anápolis	43,05%	25,43%	38,29%	44,10%
7	BR 153	Anápolis - Goiânia	43,05%	25,43%	38,29%	44,10%

Fonte: CNT, 2012; DNIT, 2012 (elaboração própria)

O trecho da BR 226, compreendido entre Porto Franco e Araguaina é o trecho com piores ofertas de infraestrutura, além de ofertar ruins condições de superfície asfáltica, como visto anteriormente. Sem unidades de suporte o caminhão, e a carga, ficam a mercê neste trecho de 150 km a trafegar em condições inadequadas, como calibragem dos pneus inadequada e lubrificação de peças atrasada.

Dentre as infraestruturas a que é utilizada com maior frequência pelos motoristas dos caminhões são os restaurantes, lanchonetes e seus serviços auxiliares, como farmácias. De acordo com a Lei 12.619/2012 o caminhoneiro deve realizar seu descanso de pelo menos 30 minutos a cada 4 horas de direção consecutiva. Como a maioria das rodovias federais brasileiras não possui infraestrutura de apoio suficiente para o cumprimento da legislação, o início da fiscalização foi prorrogado de 13/09/2012 para 13/03/2013 (BRASIL, 2012).

Não obstante, as demais infraestruturas não são menos importantes, e mesmo que possuam uma utilização menos frequente a sua falta, quando necessária, causa um atraso na entrega significativo. Por isso sua falta desmotiva os operadores logísticos na escolha desta rota.

Tento em vista as informações obtidas, tabuladas e analisadas, foi realizada uma adequação dos parâmetros estabelecidos pela pesquisa CNT (2012) para que fosse possível inseri-los no programa de modelagem ACV. Os parâmetros compreendidos pelo modelo são divididos em quão percentualmente o trecho é composto por vias com características de: vias urbanas, vias rurais e autoestradas. Os valores estipulados são apresentados na tabela 07.

TABELA 07 – Representação numérica utilizada no programa de modelagem ACV para cada trecho das rodovias que compõem a rota do transporte rodoviário de motocicletas, Brasil, 2012

Nº	Estrada	Percurso / Trecho	Extensão (km)	Vias Urbanas (%)	Vias rurais (%)	Auto-estradas (%)
1	BR 316	Belém - Marituba	33,3	80,0	-	20,0
2	BR 316	Marituba - Santa Maria do Pará	82,7	50,9	13,5	35,6
3	BR 010	Santa Maria do Pará - Porto Franco	580	14,8	70,4	14,8
4	BR 226	Porto Franco - Araguaina	150	15,7	80,7	3,6
5	BR 153	Araguaina - Porangatu	734	32,8	10,9	56,3
6	BR 153	Porangatu - Anápolis	372	32,8	10,9	56,3
7	BR 153	Anápolis - Goiânia	58,5	60,0	-	40,0

Fonte: CNT, 2012; DNIT, 2012 (elaboração própria)

Às regiões metropolitanas dos trechos das rodovias BR 316 em Belém do Pará, com 33,3 km, foi conferida a porcentagem de 80% de vias urbanas e 20% de autoestradas. À rodovia BR153 em Goiânia Goiás, com 58,5km, foi conferida a porcentagem de 60% de vias urbanas e 40% de autoestradas.

Um dos argumentos para a delegação destes valores é a precisão dos dados da pesquisa CNT, que percentualmente não apresentam a qualidade apenas do trecho metropolitano em separado dos demais trechos não metropolitanos. Os valores se basearam na situação das regiões metropolitanas, que possuem uma taxa de ocupação de veículos muito maior, devido a demanda da via para translados urbanos. Basearam-se também em outras características das rodovias metropolitanas, como menor velocidade média, interdição parcial por obras e acidentes, mesmo com a presença de anéis viários. Não foi alocada participação de vias rurais nas áreas urbanas do trecho em questão, pois por mais que as velocidades médias serem menores do que as autoestradas, o calçamento não apresenta danos, devido a manutenção mais frequente.

Para o trecho da rodovia que liga Anápolis e Goiânia foi conferido uma maior porcentagem de autoestradas, pois a quantidade de cidade é maior, como também o trecho de rodovia em estrutura urbana não conurbada e em pista dupla com canteiro central,

favorecendo mais a participação de autoestradas em relação ao trecho metropolitano de Belém-PA.

Outros trechos ainda que tiveram maior atenção quanto a transformação dos dados CNT nos parâmetros aceitos pela modelagem são os trechos de menor qualidade, das rodovias BR010, com 580 km, e BR226, com 150 km. Estas rodovias que estão em regiões que possuem menor atenção com a manutenção das vias, além de características urbanas mais próximas às características rurais. Assim, às vias rurais foi conferida a porcentagem de participação compreendida na somatória das somatórias de vias com qualidade “regular”, “ruim” e “péssima”, de acordo com a pesquisa CNT. Para o trecho da BR 226, consideravelmente pior em qualidade, foi conferida a participação de autoestradas apenas o equivalente às vias de qualidade “ótima”, e as vias de qualidade “boa” foi conferido à participação em vias urbanas, que apesar de ter uma qualidade maior quanto a via, apresenta outras características que reduzem a velocidade média. Já para o trecho da BR010, que não apresenta nenhum trecho em condições ótimas, mas possui relativamente melhor qualidade viária que a rodovia BR226. Assim às vias urbanas e às autoestradas foi conferida metade da participação de vias de qualidade “boa”, e às vias urbanas foi conferida a outra metade.

Os demais trechos obedeceram a considerações matemáticas baseadas na qualidade aproximada dos parâmetros das vias rurais e vias urbanas com as características apresentadas pela pesquisa CNT. Foram consideradas autoestradas aquelas extensões de rodovias que apresentavam qualidade de pavimento “ótimo e bom”, e que não estavam nas regiões metropolitanas de intenso tráfego, sendo então composta pela a somatória das duas classificações de qualidade. Foram consideradas vias urbanas aquelas regiões em que o trecho apresentou qualidade “regular”. E por fim foram consideradas vias rurais aquelas regiões em que o trecho apresentou qualidade “ruim” e “péssima”, traduzindo então em maior consumo de combustível.

4.4 - CARACTERIZAÇÃO DAS CIDADES

Para que se possa compreender o impacto ambiental gerado por alguma atividade é necessário também compreender qual espaço que ele se materializa. As condições do espaço definem qual a intensidade do impacto, sua gravidade e a quantidade de pessoas afetadas por determinada atividade.

No presente estudo a área afetada pelo impacto ambiental local do transporte rodoviário de cargas é a área territorial dos municípios pelos quais a rota passa, de acordo com a compreensão aproximada para a precisão dos dados. Neste sentido, a população considerada impactada é também a população municipal, urbana e rural, destes municípios. Esta é uma abordagem aproximada, cujos critérios respondem a precisão necessária ao estudo.

Assim, é indispensável para compreender qual o impacto ambiental gerado pela atividade humana saber em que espaço este impacto se materializa, e quais pessoas ele afeta. A área do impacto ambiental local causado pelo transporte rodoviário foi definida como a área territorial dos municípios, e sua população, percorrida pela rota em estudo.

O início e o fim da fase de transporte aquaviário pode se vista na Figura 33. A figura em questão retrata também a integração modal entre a balsa e o caminhão, que cumprem trechos diferentes da distribuição física de produtos.



FIGURA 33 – Embarque de caminhão com semi-reboque em balsa para transporte fluvial

Fonte: Transportes Bertolini, 2013

As áreas territoriais que são afetadas pelo impacto dos diferentes modais de transporte utilizados são diferentes, na sua fase de utilização, sendo as únicas afetadas por ambos os modais são as cidades portuárias, a exemplo de Belém e Manaus. Não obstante, a fase de transporte aquaviário possui uma gama de impactos diferentes, como também proporções diferentes na análise de impacto marginal por quilograma de produto produzida, demandando então estudos específicos, como o realizado por Spielmann & Scholz (2005).

A área de estudo da presente pesquisa é formada por 73 municípios, pelos quais as rodovias da rota do transporte rodoviário de motocicletas do braço logístico 01 percorrem. Os municípios estão compreendidos entre quatro estados: Pará, Maranhão, Tocantins e Goiás, além de duas regiões metropolitanas: Região Metropolitana de Belém e Região Metropolitana de Goiânia.

Estes municípios e suas principais características para o estudo estão presentes na TABELA 08. Os dados são provenientes do Censo Demográfico 2010 do IBGE.

TABELA 08– População Municipal Rural e Urbana, por trecho de estudo, Brasil, 2010

Nº	Município	População total	Pop Rural	% por Urbana	Área (km ²)	Trecho
1	Belém-PA	1.393.399	11.924	99,1%	1059,406	Trecho BR316 PA Metropolitano
2	Ananindeua - PA	471.980	1.161	99,8%	190,503	
3	Marituba - PA	108.246	1.123	99,0%	103,343	Trecho BR316 PA
4	Benevides - PA	51.651	22.739	56,0%	187,826	
5	Santa Isabel do Pará - PA	59.466	16.466	72,3%	717,662	
6	São Francisco do Pará - PA	15.060	9.947	34,0%	479,564	
7	Castanhal - PA	173.149	19.771	88,6%	1028,889	Trecho BR010
8	Santa Maria do Pará - PA	23.026	9.698	57,9%	457,625	
9	São Miguel do Guamá - PA	51.557	19.683	61,8%	1110,175	
10	Irituia - PA	31.364	24.840	20,8%	1379,362	
11	Mãe do Rio - PA	27.904	4.852	82,6%	469,492	
12	Aurora do Pará - PA	26.546	18.738	29,4%	1811,84	
13	Ipixuna do Pará - PA	51.309	39.082	23,8%	5215,555	
14	Paragominas - PA	97.819	21.308	78,2%	19342,254	
15	Ulianópolis - PA	43.341	14.816	65,8%	5088,468	
16	Dom Eliseu - PA	51.319	18.803	63,4%	5268,815	
17	Itinga do Maranhão - MA	24.863	7.223	70,9%	3581,273	
18	Açailândia - MA	104.407	25.810	75,3%	5806,44	
19	São Francisco do Brejão - MA	10.261	5.425	47,1%	745,606	
20	Imperatriz - MA	247.505	12.958	94,8%	1368,987	
21	Davinópolis - MA	12.579	2.092	83,4%	335,776	
22	Gov. Edison Lobão - MA	15.895	8.938	43,8%	615,852	
23	Ribamar Fiquene - MA	7.318	3.641	50,2%	750,553	

Nº	Município	População total	Pop Rural	% por Urbana	Área (km²)	Trecho
24	Campestre do Maranhão - MA	13.369	2.748	79,4%	615,384	Trecho BR226
25	Porto Franco - MA	21.530	4.664	78,3%	1417,493	
26	Estreito - MA	35.835	10.057	71,9%	2718,978	
27	Aguiarnópolis - TO	5.162	1.020	80,2%	235,394	
28	Palmeiras do Tocantins - TO	5.740	2.508	56,3%	747,898	
29	Darcinópolis - TO	5.273	1.784	66,2%	1639,162	
30	Wanderlândia - TO	10.981	5.113	53,4%	1373,061	
31	Araguaína - TO	150.484	7.559	95,0%	4000,416	Trecho BR153 Tocantins
32	Nova Olinda - TO	10.686	3.221	69,9%	1566,184	
33	Colinas do Tocantins -TO	30.838	1.231	96,0%	843,846	
34	Guaraí - TO	23.200	2.072	91,1%	2268,161	
35	Brasilândia do Tocantins - TO	2.064	628	69,6%	641,467	
36	Presidente Kennedy - TO	3.681	454	87,7%	770,423	
37	Fortaleza do Tabocão - TO	2.419	451	81,4%	621,562	
38	Rio dos Bois - TO	2.570	1.541	40,0%	845,065	
39	Miranorte - TO	12.623	1.587	87,4%	1031,624	
40	Miracema do Tocantins - TO	20.684	2.747	86,7%	2656,09	
41	Barrolândia - TO	5.349	870	83,7%	713,3	
42	Paraíso do Tocantins - TO	44.417	1.944	95,6%	1268,06	
43	Pugmil - TO	2.369	365	84,6%	401,834	
44	Nova Rosalândia - TO	3.770	1.302	65,5%	516,308	
45	Oliveira de Fátima - TO	1.037	220	78,8%	205,85	
46	Fátima - TO	3.805	670	82,4%	382,908	
47	Santa Rita do Tocantins - TO	2.128	1.210	43,1%	3274,947	
48	Crixás do Tocantins - TO	1.564	692	55,8%	986,693	
49	Aliança do Tocantins - TO	5.671	915	83,9%	1579,751	
50	Dueré - TO	4.592	1.537	66,5%	3424,852	
51	Gurupi - TO	76.755	1.755	97,7%	1836,091	
52	Cariri do Tocantins - TO	3.756	1.663	55,7%	1128,601	
53	Figueirópolis - TO	5.340	1.286	75,9%	1930,072	
54	Alvorada - TO	8.374	609	92,7%	1212,167	
55	Talismã - TO	2.562	1.199	53,2%	2156,901	
56	Porangatu - GO	42.355	6.624	84,4%	4820,515	Trecho BR153 Goiás
57	Santa Tereza de Goiás - GO	3.995	640	84,0%	794,556	
58	Estrela do Norte - GO	3.320	389	88,3%	301,642	
59	Mara Rosa - GO	10.649	2.688	74,8%	1687,905	
60	Campinorte - GO	11.111	2.116	81,0%	1067,197	
61	Uruaçu - GO	36.929	3.133	91,5%	2141,817	
62	Hidrolina - GO	4.029	1.049	74,0%	580,391	
63	São Luiz do Norte - GO	4.617	709	84,6%	586,058	
64	Nova Glória - GO	8.508	2.778	67,3%	412,953	

Nº	Município	População total	Pop Rural	% por Urbana	Área (km²)	Trecho
65	Rialma - GO	10.523	725	93,1%	268,466	
66	Rianópolis - GO	4.566	485	89,4%	159,255	
67	Jaraguá - GO	41.870	6.542	84,4%	1849,552	
68	São Francisco de Goiás - GO	6.120	1.656	72,9%	415,791	
69	Pirenópolis - GO	23.006	7.443	67,6%	2205,01	
70	Anápolis - GO	334.613	5.858	98,2%	933,156	Trecho BR153 GO Metropolitano
71	Goianópolis - GO	10.695	1.004	90,6%	162,436	
72	Terezópolis de Goiás - GO	6.561	884	86,5%	106,913	
73	Goiânia - GO	1.302.001	4.925	99,6%	732,802	
TOTAL Demais Municípios		2.798.660	419.459			
TOTAL Capitais Metropolitanas		2.695.400	16.849			
TOTAL GERAL		5.494.060	436.308			

Fonte: IBGE 2010 (Elaboração Própria)

Dentre as informações apresentadas na TABELA 08, a que mais se destaca é o número de habitantes residentes nas regiões metropolitanas em comparação com a somatória da população residente nos demais municípios interioranos. Apenas os municípios de Belém e Goiânia possuem, juntas, o equivalente a 49,1% do universo da população pesquisada. A densidade é salutar, no sentido que metade da população do universo está concentrada em apenas 1,47% da área territorial em análise. Esta situação destaca a densidade populacional destas áreas, ressaltando a alta demanda que as vias urbanas recebem, gerando congestionamentos e ampliando o consumo de combustível, e também ampliando o número de pessoas afetadas pelo impacto ambiental por quilômetro percorrido.

A característica da população das regiões metropolitanas também se destoa da característica média dos demais municípios. Mesmo possuindo 49,1% do total da população do universo, as capitais metropolitanas possuem apenas 3,8% da população rural total.

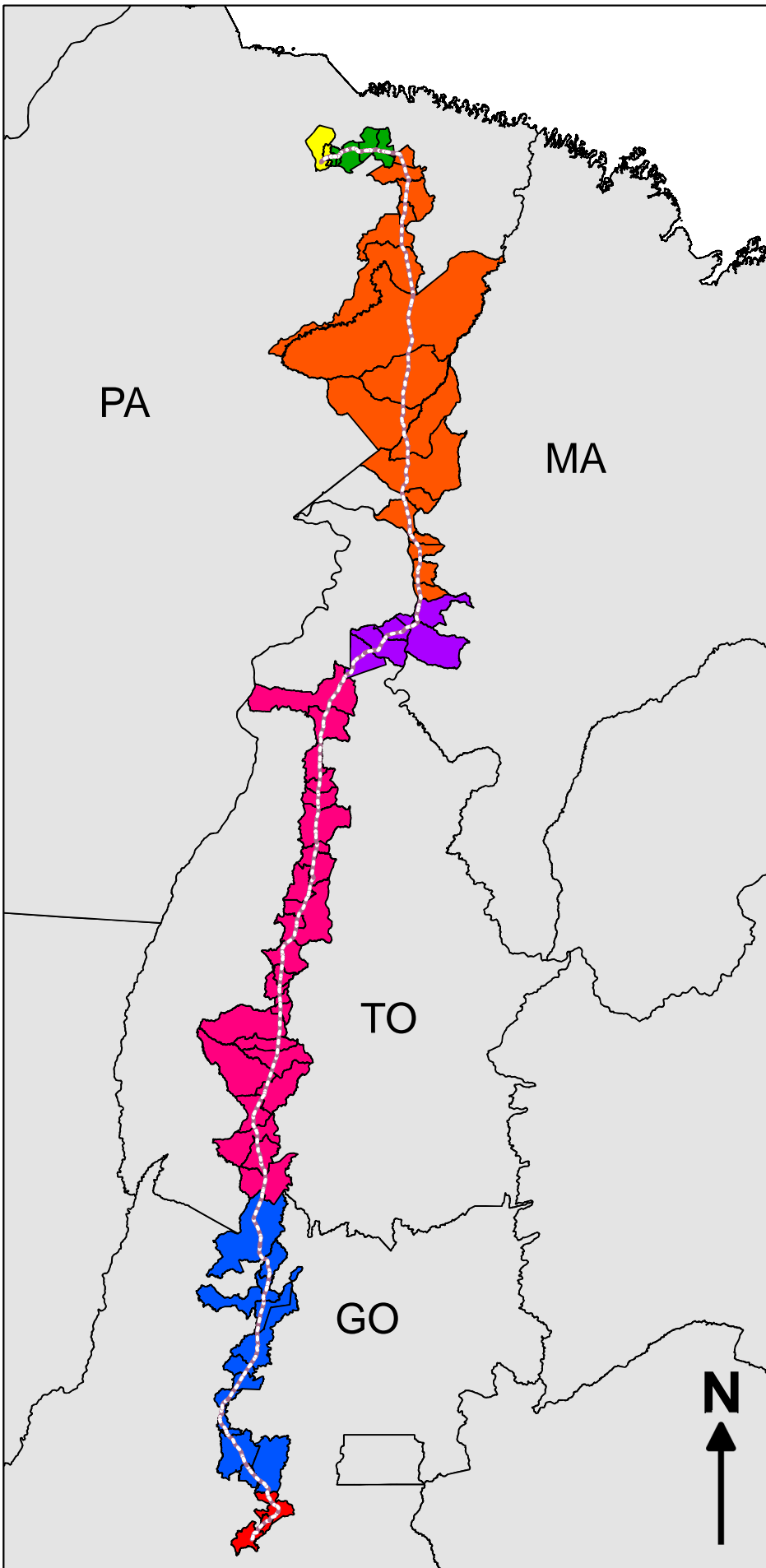
Preferiu-se nesta pesquisa apresentar a população urbana em porcentagem, e não em valores absolutos. Isso se deu pela melhor apresentação dos dados nessa forma, possibilitando foco no fator de urbanidade analisado. Em contraponto, preferiu-se manter os dados de população rural em números absolutos, possibilitando comparações matemática dos totais por região/trecho estudado.

Para auxiliar na análise e na visualização da área afetada pelo impacto ambiental do transporte rodoviário de cargas foi construído o mapa presente na Figura 34. Este mapa localiza os municípios no território nacional, ampliando assim a compreensão do conceito de

impacto local, que é a área principal afetada pelo potencial de toxicidade humana e pelo potencial de formação de ozônio fotoquímico.

Este mapa, que pode ser visto na próxima página, será utilizado como base para as análises que seguirão.

**MAPA DOS MUNICÍPIOS
IMPACTADOS LOCALMENTE
PELO TRANSPORTE
RODOVIÁRIO DE
MOTOCICLETAS NO BRAÇO
LOGÍSTICO 01**



Legenda

- Rodovias - Braço Logístico 01
- Trecho 01
- Trecho 02
- Trecho 03
- Trecho 04
- Trecho 05
- Trecho 06
- Trecho 07

100 0 100 200 300 400 km



A base de dados georreferenciada utilizada para a construção do mapa pertence ao IBGE e ao DNIT, que apresentam as bases mais atualizadas disponíveis.

As cores diferentes presentes no mapa da figura 34 simbolizam os sete trechos de análise. O resumo das informações do conjunto de municípios afetados por trecho, com respectivo descritivo populacional e área territorial, pode ser visto na tabela 09:

TABELA 09 – Descritivo populacional e territorial dos trechos componentes da rota do transporte rodoviário de cargas do Braço Logístico 01, Brasil, 2010

Nº	Estrad.	Percurso/Trecho	Nº de Municíp.	Pop. Total (hab)	Pop. Rural (hab)	Pop. Urbana (%)	Área (km²)	Densidade (hab/km²)
1	BR316	Belém - Marituba	2	1.865.379	13.085	99,3%	1.249,909	1.492,41
2	BR316	Marituba - Santa Maria do Pará	5	407.572	70.046	82,8%	2.517,284	161,91
3	BR010	Santa Maria do Pará - Porto Franco	17	840.382	240.655	71,4%	53.963,457	15,57
4	BR226	Porto Franco - Araguaina	6	84.521	25.146	70,2%	8.131,986	10,39
5	BR153	Araguaina - Porangatu	25	430.738	37.728	91,2%	36.263,173	11,88
6	BR153	Porangatu - Anápolis	14	211.598	36.977	82,5%	17.291,108	12,24
7	BR153	Anápolis - Goiânia	4	1.653.870	12.671	99,2%	1.935,307	854,58
TOTAL Demais Trechos			67	1.974.811	410.552		118.167,01	
TOTAL Trechos Metropolitanos			6	3.519.249	25.756		3.185,22	
TOTAL GERAL			73	5.494.060	436.308		121.352,22	

Fonte: IBGE, 2010; DNIT, 2012 (elaboração própria)

A região por qual o trecho da BR153 no estado do Tocantins percorre se destaca pelo número de municípios que compõem seu escopo, como também sua baixa densidade demográfica. Entretanto, mesmo dotado de baixa densidade populacional sua infraestrutura de apoio e viária não deixa a desejar, segundo os dados CNT (2012).

Não obstante, a relação entre os dados demonstram que as regiões em que a taxa de urbanização é menor coincidem com as áreas que a infraestrutura viária e de apoio possuem relativa pior qualidade. Destacam-se neste quesito os trechos da BR316 compreendido entre Marituba e Santa Maria do Pará, da BR010 compreendido entre a cidade de Santa Maria do Pará e Porto Franco, e por fim o trecho da BR226 compreendido entre a cidade de Porto Franco e Araguaina. Supõe-se que fatores como a baixa demanda, o caro acesso à eletricidade, insuficiente esgotamento sanitário, baixa variedade de materiais de construção e baixa oferta de serviços encarecem a instalação de postos, lanchonetes e hotéis, desincentiva comerciantes a se instalarem nestas regiões.

Destaca-se da TABELA 09 o alto percentual de população urbana nos trechos metropolitanos, como esperado. A divisão dos trechos metropolitanos se deu por este e outros fatores ligados a maior ocupação do espaço, como maior tráfego e impacto ambiental afetando um maior número de pessoas. As áreas metropolitanas de Belém e de Goiânia possuem 99,3% e 99,2% de população urbana, respectivamente.

Em análise é possível identificar que a concentração de pessoas fica ainda maior quando são comparadas não só a capital metropolitana, mas também toda a região metropolitana eleita. Os trechos metropolitanos possuem juntos 64,05% de toda a população do universo em estudo, mas apenas 2,6% da área territorial municipal.

A densidade demográfica possui alta diferença entre as regiões cortadas pela rota, variando de 1.492,41 hab/km² na metrópole de Belém até 10,39 hab/km² no trecho da BR226 presente entre o estado do Maranhão e o estado do Tocantins. Esta é uma das características que fizeram com que fossem definidas diferentes áreas de análise, pois a mesma quantidade de emissão de poluentes pode afetar de forma diferente as diferentes populações, causando maiores ou menores danos à saúde pública.

4.5 - CARACTERIZAÇÃO DO CONSUMO DE INSUMOS

Neste item pretende-se caracterizar o consumo dos principais insumos demandados na fase de transporte: óleo diesel, pneumáticos e óleo lubrificante. Correlacionado com o consumo destes insumos está a geração de impactos. Por sua vez, o impacto é gerado tanto no consumo destes insumos e emissão de poluentes, quanto na produção destes insumos, que também emite poluentes.

A adequada caracterização do consumo dos insumos confere consistência à análise. É baseada na entrada destes insumos nos processos que são calculadas as emissões relativas, e sobre estas são calculados o potencial de dano à saúde humana, exigindo desta forma cautela e critérios na metodologia de cálculo.

Não obstante, o cálculo do consumo de combustível é realizado com base no banco de dados presentes na ferramenta GABI, que já possui os parâmetros relacionados para o equipamento escolhido para representar o modelo. Assim o esforço aqui descrito na caracterização do consumo de combustível consiste em relacionar os parâmetros inseridos no modelo, como também verificar se os dados presentes na plataforma condizem com os citados pela literatura.

Já os dados do consumo de pneus e de óleo lubrificante apresentaram maior complexidade no cálculo e na adoção de fontes literárias confiáveis. Isso se deu pois a base de dados da ferramenta não considera o consumo destes insumos, que são muito representativos para o funcionamento do transporte e para os impactos ambientais, como visto anteriormente.

Assim, os cálculos quantitativos proporcionais ao transporte foram inseridos no modelo da ACV, variando conforme os parâmetros encontrados, relacionados diretamente com o incremento marginal da quantidade de motocicletas a serem transportadas por determinada distância. O sistema de cálculo procurou envolver o maior número de variáveis e características possível, para que os dados fossem precisos e palpáveis o bastante para serem comparados com o dos demais insumos.

Os sistemas de cálculo e o consumo são descritos nas páginas a seguir.

4.5.1 - CONSUMO DE COMBUSTÍVEL

O combustível, no caso óleo diesel, é o insumo consumido em maior quantidade para o transporte rodoviário de cargas. O consumo deste é um dos principais custos para os operadores logísticos, chegando a representar 40% dos custos em alguns transportes de cargas (CNT, 2012). Neste sentido, além de ser um dos itens que mais pesam nos custos

logísticos financeiros do transporte, é também um dos maiores responsáveis pela geração de impactos ambientais.

Não obstante, o diesel é um dos principais insumos energéticos nacionais, dentre todas as fontes energéticas. Entre 1980 e 2000 a energia proveniente de derivados de petróleo representou de 40 a 50%, enquanto a hidroelétrica representou apenas 16%. As projeções demonstram que a energia proveniente de derivados de petróleo ainda se manterá significativa até 2030, representando neste ínterim entre 32 a 43% do total. Em 2012 os derivados de petróleo representam no Brasil 31,3% do total de energia consumida e projeta-se que representarão ainda 28% em 2030. Dentre os derivados de petróleo o consumo de diesel corresponde sozinho a 39,2% do consumo nacional, enquanto outros componentes representam 17,2% (gasolina) e 11,3% (GLP). O setor de transportes é o segundo mais representativo em consumo de energia total, ficando atrás apenas do consumo industrial, e representa aproximadamente 6(seis) vezes o consumo agropecuário e comercial/público, e 2(duas) vezes o consumo residencial (EPE, 2007; BRASIL, 2013).

Em volume total foram consumidos no Brasil 55,9 bilhões de litros de diesel em 2012, um incremento de 6,9% em relação a 2011. Destes quase 40 bilhões de litros são destinados ao setor de transportes, 71,5% do total, sendo ainda que 96,5% destinado ao transporte rodoviário. Assim, tanto o impacto ambiental relativo quanto o impacto total gerado pelo consumo de diesel é muito representativo dentre os consumos energéticos nacionais (EPE, 2013).

Entretanto o consumo de diesel não se dá de forma linear e igual em todos os tipos de transporte ou em todas as diferentes regiões do país. O consumo de diesel é influenciado por uma série de fatores, que variam conforme a região, posicionamento dos mercados produtores-consumidores, o equipamento utilizado e a escolha dos operadores logísticos. São alguns fatores que influenciam no consumo de diesel para o transporte rodoviário de cargas:

- Distâncias;
- Tecnologia de combustível;
- Cultura de direção do motorista;
- Condição da estrada (geometria, calçamento, formato);
- Tecnologia e manutenção do veículo;
- Capacidade de carga;
- Peso transportado;
- Condições de trafegabilidade.

Considerando os itens supracitados, para que a avaliação do consumo de óleo diesel e seus impactos sejam satisfatórios, é vital a adequada caracterização das práticas no transporte rodoviário de motocicletas através do Braço Logístico 01.

O consumo médio de combustível por veículos do ciclo diesel, no Brasil para os anos de 2010-2011, apresenta valores como o demonstrado pelo BRASIL (2011) na Figura 35.

Categoria	Quilometragem por litro (km/L _{diesel})	Consumo específico de diesel (L _{diesel} /100 km)
Comerciais Leves	9,09	11,00
Caminhões Leves	7,61	13,14
Caminhões Médios	5,56	18,00
Caminhões Pesados	3,17	31,50
Ônibus Urbanos	2,30	43,50
Ônibus Rodoviários	3,03	33,00

FIGURA 35 – Valores médios de quilometragem por litro para veículos do ciclo Diesel

Fonte: BRASIL, 2011

Estão apresentados então o consumo médio de diesel na ordem de 31,50 l/100km para caminhões do tipo pesado, teoricamente carregado, segundo estudo Mercedes-Benz. Os dados presentes na FIGRA 35 são originados de pesquisas da ANFAVEA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores) e da PETROBRAS, apresentados então pelo BRASIL (2011).

Para a realidade europeia, e com maior especificidade suíça, os estudos de Spielmann & Scholz (2005) demonstram que o consumo de diesel para o transporte rodoviário de cargas, utilizando um modelo veicular de 2000 (equipamento tipo Lorry 28t CH de capacidade), é de 0,050 kg/tkm por kg de produto transportado.

Assim, tendo uma base segura de comparação, é possível avaliar a consistência dos dados resultantes do inventário. No entanto, devido à quantidade de variáveis que influenciam o transporte rodoviário nos diferentes trechos, não é possível definir apenas uma taxa de consumo de diesel para uma rota extensa como a do Braço Logístico 01.

O consumo médio para este trajeto, realizado por motoristas geralmente contratados, frota privada e com caminhões com a manutenção em dia, consomem aproximadamente de 0,0137 a 0,0173 kg/t*km de diesel por kg de produto transportado (veículo de 25,5 t de capacidade), considerando as unidades utilizadas pelo estudo de Spielmann & Scholz (2005). Em unidades presentes nas pesquisas apresentadas pelo IBAMA (2011b) o consumo de diesel está entre 32,86 a 41,72 l/100km, com equipamento em TL próximo a 90%.

Portanto, os valores estão em mesma ordem, mas apresentam uma pequena diferença numérica. Isso se deve porque o escopo e modelo ACV adotado neste estudo permite especificar o transporte de apenas um tipo de produto, por qual qualidade de estrada ele é transportado em casa trecho, como também qual o equipamento utilizado para o transporte.

4.5.2 - CONSUMO DE PNEUS

Ao lado do combustível e do óleo diesel, os pneumáticos estão entre os principais insumos do transporte rodoviário. Sua constituição como é atualmente surgiu como uma nova tecnologia no intuito de reduzir gastos e aumentar a eficiência do transporte, promovendo maior aderência entre o veículo e o asfalto, reduzindo o consumo de combustíveis e ampliando o tempo de vida deste produto, devido a resistência do elastômero. Com o passar dos anos estes produtos foram sendo aprimorados para conseguir durar mais, melhorar a eficiência dos equipamentos e fornecer maior segurança na direção.

Sua forma e composição como atualmente se encontra o pneumático surgiu por acidente, quando Charles Goodyear deixou cair acidentalmente borracha natural com enxofre em 1840, percebendo que a borracha se tornava mais forte, impermeável a gases, elástica, resistente a abrasão e a eletricidade, descobrindo assim o processo de vulcanização. Foi patenteada apenas em 1845 por Robert Thompson, quando então a borracha era obtida apenas da árvore brasileira *Heavea brasiliensis*, fortalecendo economicamente o Brasil na época, a se destacar pelo estado do Grão-Pará, representado pela a estrela solitária ao norte da bandeira brasileira. Posteriormente as sementes foram contrabandeadas para a Malásia, que apresentava clima favorável ao cultivo da seringueira, além de a borracha começar a ser produzida sinteticamente em laboratório com componentes a base de petróleo na Alemanha em meados de 1850, reduzindo assim o poder econômico que a produção desta matéria prima conferia ao Brasil (CIMINO, 2004).

Atualmente sua composição varia da finalidade para qual o pneu foi fabricado. A composição média de materiais de pneus para automóveis e para caminhões pode ser vista na tabela 10:

TABELA 10 - Participação média de materiais na composição pneumáticos para automóveis e para caminhões

Material	P/ Automóvel (%)	P/ Caminhão (%)
Borracha/Elastômeros	48,0	45,0
Negro de fumo	22,0	22,0
Aço	15,0	25,0
Tecido de nylon	5,0	-
Óxido de Zinco	1,0	2,0
Enxofre	1,0	1,0
Aditivos	8,0	5,0

Fonte: ADRIETTA,2002

Os pneus de caminhões possuem estrutura mais reforçada, sendo compostos percentualmente de mais malhas de aço, como é possível ver na tabela 10, com objetivo de suportar mais peso e possuir maior durabilidade. São fabricados com o objetivo de possuir longo ciclo de vida, de forma que a “carcaça” (estrutura onde está presente a malha de aço) possa receber diversas reformas, ou seja, recomposição de sua “banda de rodagem”. A reforma é ainda mais atrativa para os operadores logísticos devido ao custo de cada unidade de pneu novo para o transporte rodoviário, que varia de R\$700,00 a R\$1.800,00 (valores de 2012), e as reformas não chegam a um terço deste valor.

As reformas podem ser de diversos tipos: recapagem, recauchutagem ou remoldagem. Por recauchutagem, processo de reforma mais comum para pneus de caminhões de carga, entende-se:

A recauchutagem é um processo técnico que permite que um pneu usado, depois de selecionado e inspecionado, receba uma nova banda de rodagem. Ela gera economia em custo por quilômetro, além de contribuir como agente ecológico para a conservação de energia, retardando o descarte de pneus. (GOODYEAR, 2012).

Para que um pneu usado possa ser reformado é preciso que ele apresente algumas condições mínimas. De acordo com a resolução CONTRAN nº558/1980 pneus do eixo dianteiro devem ser trocados/reformados com no máximo 3,2mm de sulco, e pneus dos demais eixos podem ser trocados/reformados com no máximo 1,6mm.

Neste sentido, o custo econômico, como também o ambiental, é muito significativo no gerenciamento dos pneumáticos da frota. Dentre os operadores logísticos que transportam veículos é comum que se tenha acima de 500(quinhetos) caminhões trator em operação, e número de 3 a 7 vezes maior em carretas tipo furgão semi-reboque. Apenas

uma composição, formada por caminhão truck e semi-reboque, do modelo utilizado para o transporte nacional de motocicletas utiliza um total de 18 pneus, sendo sua distribuição e tipo de acordo com a Tabela 11:

TABELA 11 – Quantidade e tipo de pneus empregados composição de caminhão e carreta utilizado no transporte rodoviário de motocicletas

Quant.	Nomenclatura	Onde está	Tipo	Espessura do sulco	Peso	Peso para o modelo
02	275/80R22,5	trator	Liso	15mm	63,49kg a 55kg	60kg
04	295/80R22,5	trator	Borrachudo	21mm	72,59kg a 68kg	70kg
12	295/80R22,5	carroceria	Borrachudo	21mm	72,59kg a 68kg	70kg

Fonte: GOODYEAR, 2010; FACCHINI, 20011; PILGER, 2011

O desgaste dos pneus varia de acordo com a qualidade do material empregado na sua fabricação, com a forma de utilização, com a qualidade da estrada e com as estratégias de manutenção adotadas pelos operadores logísticos. Caso não ocorra nenhum manejo os pneus posicionados nos diferentes eixos também apresentarão desgaste diferente, pois são submetidos a cargas diferentes além de receberem diferentes distorções conforme o raio de giro do veículo. Por esse motivo os operadores logísticos acompanham com atenção o desgaste dos pneus, medido a profundidade dos seus sulcos, para que possam realizar adequadamente a rotação dos pneus e igualar o desgaste (CNT, 2012).

Outro fator que influi diretamente na quantidade de quilômetros suportados por pneu é o fabricante. Determinados fabricantes colocam no mercado produtos de maior qualidade, com maior durabilidade que outros; qualidade que também é traduzida no preço. Assim, os empresários do setor de transporte rodoviário calculam qual será o melhor custo-benefício, cruzando o desgaste médio do pneu com seu preço.

Considerando o custo-benefício do produto, outro fator ainda que influi na escolha pela marca mais adequada é a qualidade do asfalto a ser trafegada. Dependendo da qualidade da via, algumas marcas com menor preço e menor qualidade apresentam alto risco de rasgos e danos estruturais, ampliando as perdas de carcaças e o tempo que o veículo precisará ficar parado para manutenção, sendo assim não recomendadas.

As pesquisas de Pilger (2011) também mostram que diferentes eixos possuem desgastes diferentes de pneus. Seus estudos demonstram que o tempo de vida de um pneu varia de 85 mil km até 170 mil km até atingir o limite máximo de desgaste para recapagem. Os pneus de tração (275/80r22,5), presentes no eixo dianteiro precisam de recapagem após 95 mil km de rodagem. Em relação aos pneus que compõem o eixo dianteiro é importante

ressaltar que, de acordo com as normas de segurança previstas na ABNT NBR 6089, não se pode usar por motivos de segurança pneus reformados neste eixo, exigindo então pneus novos. Já os pneus dos eixos de carga (295/80r22,5), equipados nos eixos posteriores, podem ser submetidos a reformas, desde que obedeçam os parâmetros previstos na mesma norma, e precisam em média de recapagem a cada 85 mil km rodados.

Pneus com diferentes tamanhos de sulco (quantidade de borracha) possuem diferentes quilometragens máximas de rodagem. Entretanto, não é apenas a quantidade de borracha que interfere no consumo, mas também a qualidade do material utilizado na sua fabricação/reforma. Assim, a quilometragem máxima de um pneu varia assim entre tipos de pneus, marcas e uso adequado para finalidade.

Outras pesquisas (SOARES, 2007), baseadas no gerenciamento de pneumáticos de frota de caminhões de carga, destacam que a durabilidade média de um pneu em uso de carga próxima da máxima é de 63,5 mil km a 115,5 mil km, considerando as reformas. Dependendo da qualidade do pneu, e sua forma de uso, um pneu de caminhão pode receber até 03 ou 04 reformas. Existe uma grande diferença entre a durabilidade dos pneus, variando principalmente em relação a indústria que o produz. Em sua pesquisa Soares(2007) utilizou 5/6 da amostra correspondem ao pneu de maior resistência, utilizado pelo modelo de caminhão trator 6X2, próximo do modelo utilizado para o transporte rodoviário de motocicletas. Para os pneus de marcas mais resistentes encontrou em média a durabilidade de 89,2 mil km, sem submetê-los a reformas.

Ponderando isto, foram elaboradas bases de cálculo para o consumo de borracha para pneumáticos. Os dados e o sistema de cálculo do consumo de pneus por frota de caminhões voltados para o transporte de cargas foram baseados nas pesquisas de Soares (2007), Soares (2006), Pilger (2011), Ferreira (2011), Hultimann (2011), Cimino (2004) e a resolução CONAMA nº416/2009 e a norma técnica ABNT NBR6089.

O rendimento por pneu e a quantidade de borracha consumida pela atividade, por meio do desgaste de pneus, podem ser obtidas pela seguinte fórmula, a ser aplicada a cada pneu presente no caminhão:

$$R = \frac{B}{D}$$

Onde:

$$B = CE \times (1 \times PN) \times (1 + IP) + (NR \times PR)$$

R - Rendimento (kg de borracha consumida por quilômetro, por pneu)

- B – Quantidade total de borracha consumida na vida útil
- D – Distância percorrida pelo pneu
- CE – Composição percentual de elastômero em um pneu novo
- PN – peso do pneu novo, completo
- IP – índice de perda de carcaças, então impróprias para reforma
- NR – Número médio de reformas por pneu
- PR – Peso da borracha utilizada por reforma

A primeira parte da equação, que pretende encontrar o total de borracha consumida no ciclo de vida de um pneu, considera o peso da borracha presente no pneu novo e a quantidade de pneus consumidas a mais pela taxa de perdas. Já a segunda parte da equação busca mensurar a quantidade de borracha consumida no processo de reforma de pneus.

Compreendendo melhor os componentes, o índice de perdas e o número de carcaças que então se tornaram impróprias para reformas, devido à gravidade de danos sofridos, como rasgos, deformações, ou desgaste excessivo da banda de rodagem. Ainda, o índice de perda varia muito com a forma com que a manutenção da frota é gerida, como calibragem diária, rotação de pneus adequada, regulagem, alinhamento e balanceamento, cultura de direção, etc. Para o objeto em questão será considerado o valor de 25,6%, conforme indicado pela pesquisa de Soares (2007).

A composição média percentual de elastômero na confecção de um pneu de caminhão novo para a finalidade de carga é de 45% (CIMINO, 2004). Não obstante, o peso de cada pneu varia conforme a marca, a finalidade e em que eixo da composição ele será empregado. Para este fator serão utilizados os dados presentes na TABELA 10.

Alguns pneus chegam a suportar de 3 a 4 reformas, mas o índice de perdas de carcaças reformadas gira entorno de 32,9% (SOARES, 2007), sendo então consideradas 2 (dois) reformas médias possíveis por vida útil de pneu.

Assim, considerando os dados prerrogativos discriminados, as resoluções das equações para cada tipo de pneu estão demonstradas abaixo:

Pneus do eixo dianteiro: 275/80R22,5 (não podem ser recapados)
$B1 = 0,45 * (60) * (1,256) + (0 * 60 * 0,30)$ $B1 = 33.912$ $R1 = 33.912 / 95000 = 0,00036 \text{ kg/km ou } 0,36 \text{ g/km}$
<u>Total do tipo de pneu por veículo: $0,36 * 2 = 0,72 \text{ g/km}$</u>

Pneus do eixo trator posterior e carroceria: 295/80R22,5 (podem ser recapados)
$B2 = 0,45*(70)*(1,256) + (2*70*0,3)$ $B2 = 39,564 + 42 = 81,564$ $R2 = 81,564 / (85000 * 3) = 0.00032 \text{ kg/km ou } 0,32 \text{ g/km}$
<u>Total do tipo de pneu por veículo:</u> $0,32 * 16 = 5,12 \text{ g/km}$

TOTAL do CAMINHÃO por KM: $5,12 + 0,72 = 5,84 \text{ g/km}$ (caminhão em TL)
--

Assim, temos a quantidade de pneu consumida para o transporte rodoviário de motocicletas no Braço Logístico 01. O valor de 5,84 g/km é a base utilizada no modelo para descobrir quanta borracha precisa ser produzida para que o transporte rodoviário do produto em questão seja realizado. A devida quantificação do consumo de pneus permite definir quanto de produto é demandado de fabricação na fábrica e, por conseguinte, quanto de impacto é gerado para a produção destes números de pneus utilizados para esta finalidade.

Estes dados respondem então à demanda de informação necessária para que seja estabelecido o fluxo de insumos, que o fluxo de entrada do modelo tecnológico ACV, também chamados de impactos pré-consumo. Entretanto, na avaliação do impacto ambiental no ciclo de vida do produto os fluxos de saída, as emissões, são igualmente ou mais importantes. O impacto ambiental gerado pós-consumo dos pneus, como emissão de particulados respiráveis e geração de resíduos sólidos.

4.5.3 - CONSUMO DE ÓLEO LUBRIFICANTE

Para a operação de máquinas mecânicas, principalmente de grande porte e elevado poder de torque, são necessários lubrificantes que evitem o atrito entre as diversas partes, minimizando assim desgastes, superaquecimentos e falhas no motor, além de ampliar sua eficiência. Outras funções ainda dos lubrificantes é evitar acúmulo de fuligem e ácidos formados no momento da combustão, que podem se espalhar pelo motor e demais partes do veículo, sendo o óleo lubrificante o agente para evitar desgastes (SHELL, 2013).

Os óleos lubrificantes veiculares utilizados são em grande parte derivados de petróleo, e menos comumente originários de óleos graxos animais e vegetais, chegando a representar 2% de todos os derivados de petróleo (GOMES *et al*, 2008). No Brasil foram consumidos aproximadamente 1,38 bilhões de litros de óleo lubrificante em 2012, o que representa um crescimento de 22,2% em relação a 2008, mas um decréscimo de 0,6% em relação a 2011. (BRASIL, 2013)

Não obstante, os óleos lubrificantes possuem compostos anticomburentes, antioxidantes, antiespumantes e outros químicos que melhoram o desempenho do óleo, mas carregam o material com mais químicos potencialmente tóxicos.

A troca de óleo depende da utilização que o veículo é submetido, levando em consideração: a quantidade de quilômetros rodados; condições da pista; peso transportado; e qualidade do óleo utilizado. Com o tempo o óleo utilizado vai perdendo suas condições ideais, devido à atividade do motor e demais peças que promovem atrito e calor, exigindo a troca depois de que o óleo já não cumpre mais suas funções (PILGER, 2011).

O consumo de óleo se dá em sua maioria no cavalo trator, onde está localizado o motor a combustão, a maior temperatura, e as maiores pressões são exercidas. Existem quatro locais de armazenamento de óleo lubrificante no modelo do caminhão em estudo, sendo eles: caixa de mudança; Eixo Traseiro; Cárter, Filtro e Arrefecedor; e Direção, sendo que cada um deles possui uma capacidade de armazenamento e diferentes taxas de consumo. Os volumes de abastecimento e a média de troca de óleo por quilômetro percorrido podem ser vistos na TABELA 12:

TABELA 12 - Volumes de abastecimento e períodos de troca de óleo lubrificante para o modelo FORD Constellation 19-320 4x2

Componentes para Abastecimento	Volume (Litros)	Média de troca (km)
Caixa de Mudança	14,5	12.000
Eixo Traseiro	21	30.000
Cárter, Filtro e Arrefecedor	20	30.000
Direção	02	30.000

Fonte: FORD, 2008; PILGER, 2011.

*Sistema de arrefecimento c/ aquecimento: 31,5 l (volume de referência)

Os valores de troca média mostrados na TABELA 12 correspondem à demanda de troca de um equipamento operando em TL, ou seja, em sua fase de uso com utilização completa ou quase completa de sua capacidade de carga. Assim, considerando estes dados, é possível estabelecer um parâmetro de cálculo para descobrir qual a quantidade de óleo lubrificante é demandada para o transporte rodoviário de motocicletas. Este sistema de cálculo, para cada componente do veículo a ser abastecido, está demonstrado no quadro 05:

Componentes para Abastecimento	Cálculo (l/km)
Caixa de Mudança	$14,5 / 120000 = 0,00012$

Eixo Traseiro	$21,0 / 30000 = 0,0007$
Cárter, Filtro e Arrefecedor	$20 / 30000 = 0,00067$
Direção	$2 / 30000 = 0,00007$
TOTAL: 0,00156 l/km ou 1,56 ml/km (caminhão em TL)	

QUADRO 05 - Cálculo do consumo médio de óleo lubrificante

Pode-se considerar então que o consumo de óleo lubrificante do equipamento utilizado no transporte rodoviário de motocicletas está na ordem de 1,56 ml/km. Para poder relacionar este fluxo com os demais, e também para adequar a unidade para fins matemáticos do modelo, foi necessário transformar o consumo na unidade de “ml/km” (mililitros por quilômetro, em volume) para “g/km” (gramas por quilômetro, em peso).

Para realizar essa transformação é necessário considerar a densidade do óleo lubrificante, que varia de tipo para tipo de óleo, que destinados a diferentes tipos de equipamento. Tendo em vista isso, a densidade do óleo lubrificante para motores a diesel de 30W, indicado para caminhões pesados no clima no clima brasileiro, e de 0,8941 kg/L (LUBRAX, 2011).

Assim, a transformação da unidade se dá como expresso no cálculo a seguir:

Cálculo do peso em kg do óleo lubrificante para caminhões consumido
Consumo: $1,56 \text{ ml/km} = 0,00156 \text{ l/km}$
Consumo X Densidade = Consumo em peso $0,00156 \text{ l/km} \times 0,8941 \text{ kg/l} = 0,00139 \text{ kg/km}$

Então, considera-se que para o transporte rodoviário de motocicletas um caminhão em TL consome 0,00139 kg de óleo lubrificante por quilômetro percorrido.

Este então foi o valor médio utilizado para o modelo, sendo posteriormente relacionado com o incremento marginal de kg de produto transportado. Infelizmente não foi possível incluir na análise os fatores de urbanidade e condição das vias, pois não foram encontradas pesquisas que relacionassem de forma consistente o consumo de óleo lubrificante pelo comportamento diferente do motor em diferentes condições de tráfego.

4.6 - IMPACTOS RESULTANTES DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS

Retomando o escopo e o objetivo do estudo, serão avaliados neste capítulo os impactos gerados pelo transporte rodoviário de motocicletas nas categorias de impacto: potencial de toxicidade humana; potencial de formação de ozônio fotoquímico; e potencial de aquecimento global. A quantificação do impacto de cada categoria obedece a metodologias específicas, como descrito no capítulo 03.

Assim, tendo quantificado o consumo dos principais insumos e tendo caracterizado o ambiente impactado, a população, os equipamentos motores do impacto e o objeto a ser transportado, foi possível completar o ICV para que então pudesse ser construída a avaliação do impacto do ciclo de vida (AICV).

Não obstante, o processo de construção do ICV e do AICV ocorre em etapas alternadas, de forma que as demandas de dados apresentadas pelo AICV fazem com que a pesquisa volte para o ICV e complete lacunas e busque aprimoramentos. Para que o resultado atual fosse obtido, esse ciclo girou ao menos três vezes, até que todos os dados fossem balizados.

Uma das categorias possui subdivisões, sendo então separados seus fatores de caracterização. Esta categoria é a de potencial de toxicidade humana, que possui três componentes básicos, considerando compostos que causam: doenças cancerígenas; doenças não cancerígenas de cunho respiratório; doenças não-cancerígenas de outras naturezas. A maioria das emissões favorece a ocorrência de enfermidade em apenas um componente, mas algumas emissões favorecem em dois ou mais componentes. Exemplos de emissões que apresentam risco a mais de um componente são: *formaldehyde*; *nitrate*; *cadmiun* e *arsenic*.

Os dados presentes tabelas 13 a 15 são um resumo feito a partir do ICV da fase produtiva, que pode ser encontrado em sua integridade nos apêndices. Para estas tabelas foram selecionados aproximadamente 50 das 450 emissões mais representativas para as categorias de impacto ambiental selecionadas. Foram consideradas as principais emissões das três categorias, que representam em média 99,9% do total de impacto gerado pelas emissões. O impacto das demais 400 emissões está discriminado nas alíneas de “impacto de outras emissões”. A integralidade das emissões pode ser consultada nos apêndices.

Para facilitar a compreensão foram destacados nas cores vermelho, rosa e azul os danos resultantes mais representativos dentre as emissões selecionadas, obedecendo uma

escala de cores, sendo o vermelho o dano mais representativo que o azul. Em branco, ou sem cor, estão as emissões pouco ou nada representativas na análise.

Já a tabela 16 representa um resumo do ICV da fase de transportes em todos os trechos analisados, aglutinando os dados. O descritivo total por trecho pode ser encontrado nos apêndices. O número de emissões medidas na fase de transporte é inferior aos da fase de produção, devido a diferentes critérios utilizados pelas equipes que realizaram anteriormente a ACV destes processos. Nesta planilha a escala de cores utilizada para sinalizar as principais emissões está restrita às cores vermelha e laranja, sendo destacadas em vermelho os impactos mais significativos das emissões.

Nas tabelas referidas, onde se encontra no cabeçalho as referências “DALY/kg” (ReCiPe, 2012) e “kgCO₂eq/kg” (IPCC, 2010), corresponde à coluna dos fatores de caracterização, que são, como explicado anteriormente, a quantificação do impacto na escala da categoria em questão. Para a categoria de potencial de aquecimento global a unidade de medida utilizada é a de kgCO₂eq/kg de emissão. Para a categoria de potencial de formação de ozônio e outros oxidantes fotoquímicos o fator de caracterização é expresso em DALY/kg de emissão, que é a mesma unidade utilizada na categoria de potencial de toxicidade humana.

TABELA 13 - Emissões anuais na fase de produção de diesel e respectivo potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global

Nº	Fluxo de Saída	Qnt	Uni	Potencial de Toxicidade Humana (DALY/kg)					Formação de Ozônio Fotoquímico		Potencial de Aquecimento Global	
				Fonte*	Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL (DALY)	(DALY/kg)	TOTAL (DALY)	(kgCO2eq /kg)	TOTAL (kgCO2eq)
001	Diesel [Refinery products]	3326449	kg					0				
002	Ammonia [Inorganic emissions to air]	1354,528	kg				6,10E-02	82,626225				
003	Ammonium / ammonia [Inorganic emissions to fresh water]	11,1451	kg				6,10E-02	0,6798513				
004	Arsenic (+V) [Heavy metals to air]	0,017911	kg		8,00E-02	3,40E+01		0,6104048				
005	Arsenic (+V) [Heavy metals to fresh water]	0,638357	kg		8,00E-02	3,40E+01		21,755221				
006	Arsenic (+V) [Heavy metals to sea water]	2,890267	kg		8,00E-02	3,40E+01		98,500303				
007	Barium [Inorganic emissions to fresh water]	5,330917	kg			2,60E-01		1,3860385				
008	Barium [Inorganic emissions to sea water]	25,21915	kg			2,60E-01		6,5569798				
009	Butane (n-butane) [Group NMVOC to air]	175,1309	kg	van Zelm (2008)			3,90E-08	6,83E-06	2,319E-08	4,06E-06		
010	Cadmium (+II) [Heavy metals to agricultural soil]	0,467057	kg		2,80E+00	5,40E+00		3,8298706				
011	Cadmium (+II) [Heavy metals to fresh water]	0,278596	kg		2,80E+00	5,40E+00		2,284486				
012	Cadmium (+II) [Heavy metals to sea water]	1,236628	kg		2,80E+00	5,40E+00		10,140348				
013	Carbon dioxide (biotic) [Inorganic emissions to air]	17077,29	kg					0			1	1,71E+04
014	Carbon dioxide [Inorganic emissions to air]	1181817	kg					0			1	1,18E+06
015	Carbon monoxide [Inorganic emissions to air]	1365,64	kg	ReCiPe (2012)			1,78E-09	2,429E-06	1,779E-09	2,43E-06		
016	Dust (> PM10) [Particles to air]	19,50589	kg	van Zelm (2008)			2,60E-04	0,0050715				
017	Dust (PM2,5 - PM10) [Particles to air]	107,6732	kg	ReCiPe (2008)			0,00026	0,027995				

Nº	Fluxo de Saída	Qnt	Uni	Potencial de Toxicidade Humana (DALY/kg)					Formação de Ozônio Fotoquímico		Potencial de Aquecimento Global	
				Fonte*	Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL (DALY)	(DALY/kg)	TOTAL (DALY)	(kgCO2eq /kg)	TOTAL (kgCO2eq)
018	Dust (PM2.5) [Particles to air]	63,99387	kg	ReCiPe (2008)			0,00026	0,0166384				
019	Ethane [Group NMVOC to air]	468,35	kg	van Zelm (2008)			3,90E-08	1,827E-05	6,588E-08	3,09E-05		
020	Fluoride [Inorganic emissions to air]	1,051266	kg			4,50E-01		0,4730698				
021	Fluoride [Inorganic emissions to fresh water]	146,4792	kg			4,50E-01		65,915657				
022	Formaldehyde (methanal) [Group NMVOC to air]	1,167474	kg	van Zelm (2008)	7,60E-01	7,30E-03	3,90E-08	0,8958026	3,419E-08	3,99E-08		
023	Heptane (isomers) [Group NMVOC to air]	5,970239	kg	van Zelm (2008)			3,90E-08	2,328E-07	3,254E-08	1,94E-07		
024	Hexane (isomers) [Group NMVOC to air]	102,0756	kg				7,70E-03	0,785982	3,175E-08	3,24E-06		
025	Hydrocarbons (unspecified) [Organic emissions to air (group VOC)]	0,163688	kg					0			7,5	1,23E+00
026	Hydrogen chloride [Inorganic emissions to air]	9,792415	kg				9,30E-02	0,9106946				
027	Hydrogen sulphide [Inorganic emissions to air]	22,30973	kg				4,40E-01	9,8162796				
028	Lead (+II) [Heavy metals to agricultural soil]	16,24536	kg			7,50E+00		121,84019				
029	Lead (+II) [Heavy metals to air]	0,22906	kg			7,50E+00		1,7179468				
030	Lead (+II) [Heavy metals to fresh water]	0,746351	kg			7,50E+00		5,5976313				
031	Lead (+II) [Heavy metals to sea water]	0,845741	kg			7,50E+00		6,3430543				
032	Manganese (+II) [Heavy metals to air]	0,286807	kg				2,30E+01	6,5965515				
033	Manganese (+II) [Heavy metals to fresh water]	85,65003	kg			1,90E-01		16,273505				
034	Mercury (+II) [Heavy metals to agricultural soil]	0,108302	kg			3,80E+00		0,4115475				
035	Mercury (+II) [Heavy metals to air]	0,200316	kg				2,30E+00	0,4607279				
036	Methane [Organic emissions to air (group VOC)]	10026,73	kg	ReCiPe (2012)			3,95E-10	3,964E-06	3,953E-10	3,96E-06	25	2,51E+05

Nº	Fluxo de Saída	Qnt	Uni	Potencial de Toxicidade Humana (DALY/kg)					Formação de Ozônio Fotoquímico		Potencial de Aquecimento Global	
				Fonte*	Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL (DALY)	(DALY/kg)	TOTAL (DALY)	(kgCO2eq /kg)	TOTAL (kgCO2eq)
037	Nickel (+II) [Heavy metals to agricultural soil]	5,415098	kg		2,00E-01			1,0830195				
038	Nitrate [Inorganic emissions to fresh water]	2511,719	kg			1,70E-02		42,699221				
039	Nitrogen monoxide [Inorganic emissions to air]	70,57355	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	0,0040227	3,900E-08	2,75E-06		
040	Nitrogen oxides [Inorganic emissions to air]	2680,197	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	0,1527712	3,900E-08	1,05E-04		
041	Nitrous oxide (laughing gas) [Inorganic emissions to air]	261,563	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	0,0149091			298	7,79E+04
042	NMVOC (unspecified) [Group NMVOC to air]	778,6256	kg	van Zelm (2008)			3,90E-08	3,037E-05	3,900E-08	3,04E-05		
043	Pentane (n-pentane) [Group NMVOC to air]	60,58916	kg	van Zelm (2008)			3,90E-08	2,363E-06	2,602E-08	1,58E-06		
044	Propane [Group NMVOC to air]	830,1846	kg	van Zelm (2008)			3,90E-08	3,238E-05	1,159E-08	9,63E-06		
045	R 114 (dichlorotetrafluoroethane) [Halogenated organic emissions to air]	0,000662	kg					0			10000	6,62E+00
046	R 23 (trifluoromethane) [Halogenated organic emissions to air]	0,00019	kg					0			14800	2,81E+00
047	Sulphur dioxide [Inorganic emissions to air]	4520,935	kg	van Zelm (2008)			5,10E-05	0,2305677	3,162E-09	1,43E-05		
048	Zinc (+II) [Heavy metals to agricultural soil]	43,32077	kg			1,10E-01		4,7652847				
049	IMPACTO DE OUTRAS EMISSÕES							1,184		4,17E-08		0,23050894
TOTAL ANUAL								516,592		2,10E-04		1.527.519,21
TOTAL POR KG								1,55E-04		6,25E-11		0,459204157

* Todo dado em que a fonte não é destacada é de origem Hujibregts (2005)

TABELA 14 - Emissões anuais na fase de produção de pneus e respectivo potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global

Nº	Fluxo de Saída	Qnt	Uni	Potencial de Toxicidade Humana (DALY/kg)					Formação de Ozônio Fotoquímico		Potencial de Aquecimento Global	
				Fonte	Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL (DALY)	(DALY/kg)	TOTAL (DALY)	(kgCO2eq /kg)	TOTAL (kgCO2eq)
001	Styrene-butadiene-rubber (SBR) [Plastics]	54787,11	kg									
002	Ammonia [Inorganic emissions to air]	3,59141	kg				6,10E-02	2,19E-01				
003	Ammonium / ammonia [Inorganic emissions to fresh water]	2,484939	kg				6,10E-02	1,52E-01				
004	Arsenic (+V) [Heavy metals to air]	0,001169	kg		8,00E-02	3,40E+01		3,98E-02				
005	Arsenic (+V) [Heavy metals to fresh water]	0,011129	kg		8,00E-02	3,40E+01		3,79E-01				
006	Arsenic (+V) [Heavy metals to sea water]	0,043682	kg		8,00E-02	3,40E+01		1,49E+00				
007	Barium [Inorganic emissions to fresh water]	0,082095	kg			2,60E-01		2,13E-02				
008	Barium [Inorganic emissions to sea water]	0,384122	kg			2,60E-01		9,99E-02				
009	Benzene [Group NMVOC to air]	0,337922	kg		5,80E-03		3,10E-03	3,01E-03	1,436E-08	4,85E-09		
010	Butane (n-butane) [Group NMVOC to air]	8,853949	kg	van Zelm (2008)			3,90E-08	3,45E-07	2,319E-08	2,05E-07		
011	Cadmium (+II) [Heavy metals to air]	0,001407	kg		2,80E+00	5,40E+00		1,15E-02				
012	Cadmium (+II) [Heavy metals to fresh water]	0,004524	kg		2,80E+00	5,40E+00		3,71E-02				
013	Cadmium (+II) [Heavy metals to sea water]	0,019087	kg		2,80E+00	5,40E+00		1,57E-01				
014	Carbon dioxide (biotic) [Inorganic emissions to air]	3457,92	kg					0,00E+00			1	3,46E+03
015	Carbon dioxide [Inorganic emissions to air]	184672,6	kg					0,00E+00			1	1,85E+05
016	Carbon monoxide [Inorganic emissions to air]	344,2107	kg	ReCiPe (2012)			1,78E-09	6,12E-07	1,779E-09	6,12E-07		
017	Chromium (+VI) [Heavy metals to fresh water]	0,00043	kg		1,90E+01	4,40E-02	2,40E+01	1,85E-02				

Nº	Fluxo de Saída	Qnt	Uni	Potencial de Toxicidade Humana (DALY/kg)					Formação de Ozônio Fotoquímico		Potencial de Aquecimento Global	
				Fonte	Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL (DALY)	(DALY/kg)	TOTAL (DALY)	(kgCO2eq /kg)	TOTAL (kgCO2eq)
018	Dioxins (unspec.) [Halogenated organic emissions to air]	3,85E-10	kg					0,00E+00				
019	Dust (> PM10) [Particles to air]	3,317871	kg	van Zelm (2008)			2,60E-04	8,63E-04				
020	Dust (PM2,5 - PM10) [Particles to air]	3,849639	kg	ReCiPe (2008)			0,00026	1,00E-03				
021	Dust (PM2.5) [Particles to air]	3,551671	kg	ReCiPe (2008)			0,00026	9,23E-04				
022	Ethane [Group NMVOC to air]	27,7817	kg	van Zelm (2008)			3,90E-08	1,08E-06	6,588E-08	1,83E-06		
023	Ethanol [Group NMVOC to air]	0,044194	kg	van Zelm (2008)			3,90E-08	1,72E-09	2,629E-08	1,16E-09		
024	Fluoride [Inorganic emissions to fresh water]	27,97572	kg			4,50E-01		1,26E+01				
025	Formaldehyde (methanal) [Group NMVOC to air]	0,730421	kg	van Zelm (2008)	7,60E-01	7,30E-03	3,90E-08	5,60E-01	3,419E-08	2,50E-08		
026	Heptane (isomers) [Group NMVOC to air]	0,102398	kg	van Zelm (2008)			3,90E-08	3,99E-09	3,254E-08	3,33E-09		
027	Hexane (isomers) [Group NMVOC to air]	16,77311	kg				7,70E-03	1,29E-01	3,175E-08	5,33E-07		
028	Hydrocarbons (unspecified) [Organic emissions to air (group VOC)]	0,015849	kg					0,00E+00			7,5	1,19E-01
029	Hydrogen chloride [Inorganic emissions to air]	1,047873	kg				9,30E-02	9,75E-02				
030	Hydrogen sulphide [Inorganic emissions to air]	1,853957	kg				4,40E-01	8,16E-01				
031	Lead (+II) [Heavy metals to agricultural soil]	0,031717	kg			7,50E+00		2,38E-01				
032	Lead (+II) [Heavy metals to air]	0,012632	kg			7,50E+00		9,47E-02				
033	Lead (+II) [Heavy metals to fresh water]	0,019558	kg			7,50E+00		1,47E-01				
034	Lead (+II) [Heavy metals to sea water]	0,014681	kg			7,50E+00		1,10E-01				
035	Manganese (+II) [Heavy metals to air]	0,0168	kg				2,30E+01	3,86E-01				

Nº	Fluxo de Saída	Qnt	Uni	Potencial de Toxicidade Humana (DALY/kg)					Formação de Ozônio Fotoquímico		Potencial de Aquecimento Global	
				Fonte	Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL (DALY)	(DALY/kg)	TOTAL (DALY)	(kgCO2eq /kg)	TOTAL (kgCO2eq)
036	Manganese (+II) [Heavy metals to fresh water]	16,10134	kg			1,90E-01		3,06E+00				
037	Mercury (+II) [Heavy metals to air]	0,054741	kg				2,30E+00	1,26E-01				
038	Methane [Organic emissions to air (group VOC)]	667,4392	kg	ReCiPe (2012)			3,95E-10	2,64E-07	3,953E-10	2,64E-07	25	1,67E+04
039	Nitrate [Inorganic emissions to fresh water]	6,582159	kg			1,70E-02		1,12E-01				
040	Nitrogen (atmospheric nitrogen) [Inorganic emissions to air]	1400,554	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	7,98E-02				
041	Nitrogen dioxide [Inorganic emissions to air]	0,055614	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	3,17E-06	3,900E-08	2,17E-09		
042	Nitrogen monoxide [Inorganic emissions to air]	0,146885	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	8,37E-06	3,900E-08	5,73E-09		
043	Nitrogen oxides [Inorganic emissions to air]	216,924	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	1,24E-02	3,900E-08	8,46E-06		
044	Nitrous oxide (laughing gas) [Inorganic emissions to air]	3,894331	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	2,22E-04			298	1,16E+03
045	NMVOC (unspecified) [Group NMVOC to air]	55,68422	kg	van Zelm (2008)			3,90E-08	2,17E-06	3,900E-08	2,17E-06		
046	Pentane (n-pentane) [Group NMVOC to air]	4,438067	kg	van Zelm (2008)			3,90E-08	1,73E-07	2,602E-08	1,15E-07		
047	Phosphorus [Inorganic emissions to fresh water]	0,082818	kg	ReCiPe (2012)		6,55E-03		5,42E-04				
048	Propane [Group NMVOC to air]	26,29482	kg	van Zelm (2008)			3,90E-08	1,03E-06	1,159E-08	3,05E-07		
049	R 114 (dichlorotetrafluoroethane) [Halogenated organic emissions to air]	0,000584	kg					0,00E+00			10000	5,84E+00
050	R 23 (trifluoromethane) [Halogenated organic emissions to air]	2,78E-05	kg					0,00E+00			14800	4,12E-01
051	Sulphur dioxide [Inorganic emissions to air]	166,3685	kg	van Zelm (2008)			5,10E-05	8,48E-03	3,162E-09	5,26E-07		

Nº	Fluxo de Saída	Qnt	Uni	Potencial de Toxicidade Humana (DALY/kg)					Formação de Ozônio Fotoquímico		Potencial de Aquecimento Global		
				Fonte	Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL (DALY)	(DALY/kg)	TOTAL (DALY)	(kgCO2eq /kg)	TOTAL (kgCO2eq)	
052	Tetrafluoromethane [Halogenated organic emissions to air]	3,16E-05	kg					0,00E+00			7390	2,34E-01	
053	IMPACTO DE OUTRAS EMISSÕES							0,072		1,4793E-09		0,112682871	
								TOTAL ANUAL		21,267		1,50E-05	205.983,716
								TOTAL POR KG		3,88E-04		2,75E-10	3,759711

* Todo dado em que a fonte não é destacada é de origem Hujibregts (2005)

TABELA 15 - Emissões anuais na fase de produção de óleo lubrificante e respectivo potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global

Nº	Fluxo de Saída	Qnt	Uni	Potencial de Toxicidade Humana (DALY/kg)					Formação de Ozônio Fotoquímico		Potencial de Aquecimento Global	
				Fonte	Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL (DALY)	DALY/kg	TOTAL (DALY)	(kgCO2eq /kg)	TOTAL (kgCO2eq)
001	Lubricating oil [Operating materials]	13040,08	kg									
002	Ammonia [Inorganic emissions to air]	0,117387	kg				6,10E-02	7,16E-03				
003	Arsenic (+V) [Heavy metals to air]	0,000215	kg		8,00E-02	3,40E+01		7,32E-03				
004	Arsenic (+V) [Heavy metals to fresh water]	0,002623	kg		8,00E-02	3,40E+01		8,94E-02				
005	Arsenic (+V) [Heavy metals to sea water]	0,011518	kg		8,00E-02	3,40E+01		3,93E-01				
006	Barium [Inorganic emissions to fresh water]	0,021259	kg			2,60E-01		5,53E-03				
007	Barium [Inorganic emissions to sea water]	0,10052	kg			2,60E-01		2,61E-02				
008	Benzene [Group NMVOC to air]	0,031007	kg		5,80E-03		3,10E-03	2,76E-04	1,436E-08	4,45E-10		
009	Butane (n-butane) [Group NMVOC to air]	0,743139	kg	van Zelm (2008)			3,90E-08	2,90E-08	2,319E-08	1,72E-08		
010	Cadmium (+II) [Heavy metals to fresh water]	0,001118	kg		2,80E+00	5,40E+00		9,16E-03				
011	Cadmium (+II) [Heavy metals to sea water]	0,004931	kg		2,80E+00	5,40E+00		4,04E-02				
012	Carbon dioxide (biotic) [Inorganic emissions to air]	209,7583	kg								1	2,10E+02
013	Carbon dioxide [Inorganic emissions to air]	12376,48	kg								1	1,24E+04
014	Carbon monoxide [Inorganic emissions to air]	9,081513	kg	ReCiPe (2012)			1,78E-09	1,62E-08	1,779E-09	1,62E-08		
015	Dioxins (unspec.) [Halogenated organic emissions to air]	3,82E-11	kg									
016	Dust (> PM10) [Particles to air]	0,239997	kg	van Zelm (2008)			2,60E-04	6,24E-05				
017	Dust (PM2,5 - PM10) [Particles to air]	0,599335	kg	ReCiPe (2008)			2,60E-04	1,56E-04				

Nº	Fluxo de Saída	Qnt	Uni	Potencial de Toxicidade Humana (DALY/kg)					Formação de Ozônio Fotoquímico		Potencial de Aquecimento Global	
				Fonte	Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL (DALY)	DALY/kg	TOTAL (DALY)	(kgCO2eq /kg)	TOTAL (kgCO2eq)
018	Dust (PM2.5) [Particles to air]	0,204867	kg	ReCiPe (2008)			2,60E-04	5,33E-05				
019	Ethane [Group NMVOC to air]	2,032093	kg	van Zelm (2008)			3,90E-08	7,93E-08	6,588E-08	1,34E-07		
020	Fluoride [Inorganic emissions to fresh water]	2,028638	kg			4,50E-01		9,13E-01				
021	Formaldehyde (methanal) [Group NMVOC to air]	0,0059	kg	van Zelm (2008)	7,60E-01	7,30E-03	3,90E-08	4,53E-03	3,419E-08	2,02E-10		
022	Heptane (isomers) [Group NMVOC to air]	0,023792	kg	van Zelm (2008)			3,90E-08	9,28E-10	3,254E-08	7,74E-10		
023	Hexane (isomers) [Group NMVOC to air]	0,03659	kg				7,70E-03	2,82E-04	3,175E-08	1,16E-09		
024	Hydrocarbons (unspecified) [Organic emissions to air (group VOC)]	0,001142	kg								7,5	8,57E-03
025	Hydrogen chloride [Inorganic emissions to air]	0,078682	kg				9,30E-02	7,32E-03				
026	Hydrogen sulphide [Inorganic emissions to air]	0,150529	kg				4,40E-01	6,62E-02				
027	Lead (+II) [Heavy metals to agricultural soil]	0,000191	kg			7,50E+00		1,43E-03				
028	Lead (+II) [Heavy metals to air]	0,002073	kg			7,50E+00		1,55E-02				
029	Lead (+II) [Heavy metals to fresh water]	0,001762	kg			7,50E+00		1,32E-02				
030	Lead (+II) [Heavy metals to sea water]	0,003384	kg			7,50E+00		2,54E-02				
031	Manganese (+II) [Heavy metals to air]	0,001223	kg				2,30E+01	2,81E-02				
032	Manganese (+II) [Heavy metals to fresh water]	1,138974	kg			1,90E-01		2,16E-01				
033	Methane [Organic emissions to air (group VOC)]	43,81005	kg	ReCiPe (2012)			3,95E-10	1,73E-08	3,953E-10	1,73E-08	25	1,10E+03
034	Nitrate [Inorganic emissions to fresh water]	0,102424	kg			1,70E-02		1,74E-03				
035	Nitrogen dioxide [Inorganic emissions to air]	0,000449	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	2,56E-08	3,900E-08	1,75E-11		
036	Nitrogen monoxide [Inorganic emissions to air]	0,000836	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	4,76E-08	3,900E-08	3,26E-11		

Nº	Fluxo de Saída	Qnt	Uni	Potencial de Toxicidade Humana (DALY/kg)					Formação de Ozônio Fotoquímico		Potencial de Aquecimento Global		
				Fonte	Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL (DALY)	DALY/kg	TOTAL (DALY)	(kgCO2eq /kg)	TOTAL (kgCO2eq)	
037	Nitrogen oxides [Inorganic emissions to air]	17,02261	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	9,70E-04	3,900E-08	6,64E-07			
038	Nitrous oxide (laughing gas) [Inorganic emissions to air]	0,207465	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	1,18E-05			298	6,18E+01	
039	NMVOC (unspecified) [Group NMVOC to air]	5,014827	kg	van Zelm (2008)			3,90E-08	1,96E-07	3,900E-08	1,96E-07			
040	Pentane (n-pentane) [Group NMVOC to air]	0,264047	kg	van Zelm (2008)			3,90E-08	1,03E-08	2,602E-08	6,87E-09			
041	Propane [Group NMVOC to air]	3,40263	kg	van Zelm (2008)			3,90E-08	1,33E-07	1,159E-08	3,95E-08			
042	R 114 (dichlorotetrafluoroethane) [Halogenated organic emissions to air]	8,52E-06	kg								10000	8,52E-02	
043	R 125 (pentafluoroethane) [Halogenated organic emissions to air]	3,04E-07	kg								3500	1,07E-03	
044	R 23 (trifluoromethane) [Halogenated organic emissions to air]	2,09E-06	kg								14800	3,09E-02	
045	R 245fa [Halogenated organic emissions to air]	5,41E-06	kg								1030	5,57E-03	
046	Sulphur dioxide [Inorganic emissions to air]	32,00298	kg	van Zelm (2008)			5,10E-05	1,63E-03	3,162E-09	1,01E-07			
047	Tetrafluoromethane [Halogenated organic emissions to air]	2,26E-06	kg								7390	1,67E-02	
048	Toluene (methyl benzene) [Group NMVOC to air]	0,001729	kg		2,20E-04	9,80E-04	4,70E-03	1,02E-05	4,196E-08	7,26E-11			
049	IMPACTO DE OUTRAS EMISSÕES							0,008		1,22E-11		0,002	
								TOTAL ANUAL	1,882		1,2E-06		13.743,459
								TOTAL POR KG	1,44E-04		9,16E-11		1,054

* Todo dado em que a fonte não é destacada é de origem Hujibregts (2005)

TABELA 16 - Emissões anuais na fase de transporte e respectivo potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global

Nº	Fluxo de Saída	Qnt (kg)	Potencial de Toxicidade Humana (DALY/kg)					Formação de Ozônio Fotoquímico		Potencial de Aquecimento Global		
			Fonte	Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTA (DALY)L	(DALY /kg)	TOTAL (DALY)	(kgCO2eq /kg)	TOTAL (kgCO2eq)	
01	Cargo [Others]	107088828										
02	Lubricant (grease) [Hazardous waste for recovery]	13040,083										
03	Ammonia [Inorganic emissions to air]	46,906773	Hujibregts (2005)			6,10E-02	2,86E+00					
04	Benzene [Group NMVOC to air]	58,552	Hujibregts (2005)	5,80E-03		3,10E-03	5,21E-01	1,44E-08	8,40894E-07			
05	Carbon dioxide [Inorganic emissions to air]	10046169					0,00E+00			1	10.046.168,58	
06	Carbon dioxide (biotic) [Inorganic emissions to air]	528745,71					0,00E+00			1	528.745,71	
07	Carbon monoxide [Inorganic emissions to air]	20302,271	ReCiPe (2012)			1,78E-09	3,61E-05	1,78E-09	3,6112E-05			
08	Dust (PM2.5) [Particles to air]	3157,624	ReCiPe (2008)				0,00026					
09	Methane [Organic emissions to air (group VOC)]	84,146589	ReCiPe (2012)			3,95E-10	3,33E-08			25	2.103,66	
10	Nitrogen dioxide [Inorganic emissions to air]	6266,1239	van Zelm (2008)			5,70E-05	3,57E-01	3,90E-08	0,000244379			
11	Nitrogen monoxide [Inorganic emissions to air]	82042,485	van Zelm (2008)			5,70E-05	4,68E+00	3,90E-08	0,003199657			
12	Nitrous oxide (laughing gas) [Inorganic emissions to air]	69,516577	van Zelm (2008)			5,70E-05	3,96E-03	3,90E-08	2,71115E-06	298	20.715,94	
13	NMVOC (unspecified) [Group NMVOC to air]	3421,9612	van Zelm (2008)			3,90E-08	1,33E-04	3,90E-08	0,000133456			
14	Sulphur dioxide [Inorganic emissions to air]	3326,449	van Zelm (2008)			5,10E-05	1,70E-01	3,16E-09	1,05188E-05			
			TOTAL ANUAL					9,411		3,63E-03		10.597.733,90
			TOTAL POR KG TRANSPORTADO					8,79E-08		3,39E-11		0,0990

Alguns compostos possuem características que apresentam potencial poluidor nas três categorias de análise, mas em sua maioria os mais representativos em suas categorias apresentam relevante poluição apenas em um quesito. Exemplos de compostos que possuem potencial poluidor em duas ou mais categorias são: *sulphur dioxide*; os NMVOC; *nitrogen oxides*; *methane*; *dichlorometane*; e o *tetrafluoroethane*.

Dentre as emissões da produção de pneus foram destacadas em laranja o potencial de toxicidade humana dos compostos *pentane* e *phosphorus*. Isso se deve porque estas são emissões muito representativas nas demais cadeias produtivas, mas foram pouco ou nada representativas na cadeia produtiva dos pneumáticos. Essa diferença é normal entre os processos produtivos, que apesar de utilizarem matérias primas próximas, são submetidos a diferentes processos de transformação.

Para a emissão de lubrificantes usados, que é um resíduo perigoso conforme a NORMA ABNT NBR 10004, não foram considerados potenciais de poluição. Compreendeu-se que a expressiva maioria deste resíduo é coletada para o rerrefino e outros aproveitamentos, devido ao seu alto valor comercial e fácil inserção em mercados de segunda geração. Assim, apesar de possuir uma emissão representativa, para a realidade do transporte rodoviário de motocicletas, seu impacto não é representativo na fase de uso, salvo no caso de houver algum acidente e derramamento no ambiente deste material. Esta emissão pode ser vista na tabela 16.

Na fase de transporte o monóxido de nitrogênio foi o elemento que mais causou impactos negativos, tanto na categoria de potencial de toxicidade humana, quanto na categoria de potencial de formação de ozônio fotoquímico. Este elemento é muito representativo para a formação de ozônio, mas era esperado que fosse menos representativo na toxicidade humana, devido ao seu relativamente baixo fator de caracterização. Assim, o destaque na fase de transporte se deu pela insuficiente mensuração primária das emissões resultantes da fase de uso dos equipamentos de transporte, que subtraiu importantes elementos nocivos à saúde.

Os processos produtivos dos insumos consideram em suas emissões toda a cadeia daquele produto até que ele saia da fábrica, sendo representados esquematicamente então como apenas um processo. O esquema processual da ACV do transporte rodoviário de motocicletas elaborado pode ser visto na FIGURA 36, junto com o quantitativo dos fluxos de materiais.

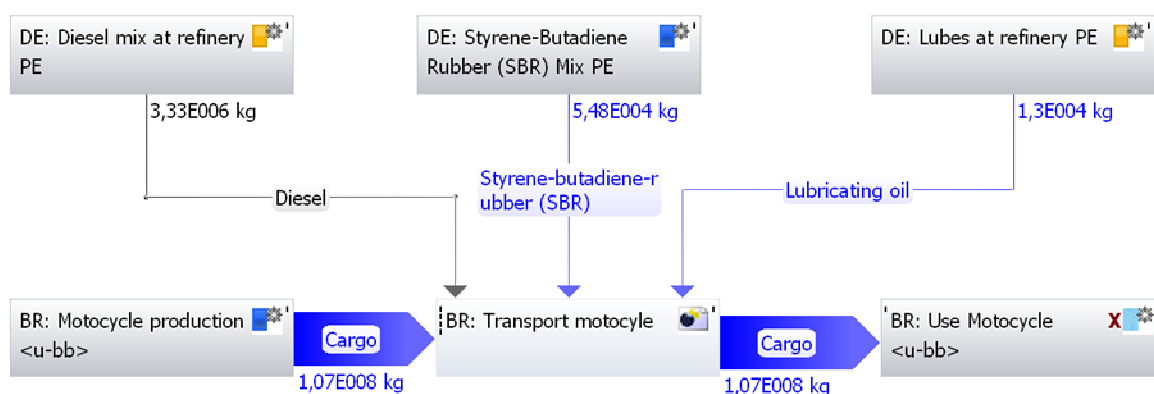


FIGURA 36 – Esquema processual da ACV do transporte rodoviário de motocicletas, conforme visualização na ferramenta GABI 5 PE International

Tão importante quanto os fluxos de saída são os fluxos de entrada. Caso o esgotamento de recursos naturais estivesse sendo avaliado, seria a entrada de matéria e energia o foco desta análise. Avaliando a demanda por insumos, para cada 1 kg de motocicleta transportado pelo trajeto são necessários 0,031 kg de diesel, 0,00051 kg de pneus, e 0,00012 kg de óleo lubrificante. Expostos desta forma, percentualmente pode não parecer representativo, mas torna-se espantoso ao considerar que apenas em um dos canais de distribuição logística são transportados anualmente 10,7 milhões de kg de motocicletas, que se somarão a outros tantos milhões de toneladas transportadas de outros produtos.

Aqueles processos que não fazem parte do escopo do estudo, que são o de produção das motocicletas, do seu uso e do seu descarte, estão no esquema da Figura 36 marcados com o símbolo “bb” (black-box). Ele significa que são processos importantes para o estudo, mas não se sabe o que acontece em seu interior, importando assim só seus fluxos de saída e/ou de entrada.

Os processos da fase de produção dos insumos foram originalmente desenvolvidos para a realidade fabril alemã, sendo então adaptados para os quantitativos da realidade em estudo. A opção de utilizar a base alemã se deu porque os dados disponíveis possuíam melhor qualidade do que os disponíveis para a realidade brasileira, além de apresentar a avaliação dos processos produtivos em mesmos critérios, permitindo comparação confiável entre eles. Por mais que uma base de dados brasileira fosse mais adequada, a extrapolação não causa prejuízos para o objetivo do presente estudo.

Por melhor que tenha sido realizado o mapeamento das emissões das cadeias produtivas estudadas, a base de dados precisa de constante atualização. Um dos indicadores disso é a emissão do composto *dioxinis* não possuir fator de caracterização específico.

Dioxina é um dos compostos conhecidos por ser altamente tóxico à saúde humana, presente principalmente na queima de resíduos de origem doméstica e, de acordo com a pesquisa, também presente na produção dos insumos de para o transporte.

Assim, por ser uma quantidade muito grande de dados para a comparação, foram adotadas algumas ferramentas para direcionar o estudo, como quadros resumo, totais e avaliação de emissões mais representativas. Algumas marcações já foram realizadas nas planilhas, destacadas pela escala de cores, que ressaltaram os impactos mais significativos das principais emissões. As demais estratégias de exposição de dados são demonstradas a seguir.

Os elementos emitidos na fase de produção de óleo diesel que causam maiores impactos ambientais, divididos por categoria, estão descritas no quadro 06.

Nº	Potencial de Toxicidade Humana	Formação de Ozônio Fotoquímico	Potencial de Aquecimento Global
1	Lead (+II) [Heavy metals to agricultural soil]	Nitrogen oxides [Inorganic emissions to air]	Carbon dioxide [Inorganic emissions to air]
2	Arsenic (+V) [Heavy metals to sea water]	Ethane [Group NMVOC to air]	Methane [Organic emissions to air]
3	Ammonia [Inorganic emissions to air]	NMVOC (unspecified) [Group NMVOC to air]	Nitrous oxide (laughing gas) [Inorganic emissions to air]
4	Fluoride [Inorganic emissions to fresh water]	Sulphur dioxide [Inorganic emissions to air]	Carbon dioxide (biotic) [Inorganic emissions to air]
5	Nitrate [Inorganic emissions to fresh water]	Propane [Group NMVOC to air]	R 114 (dichlorotetrafluoroethane) [Halogenated organic emissions to air]

QUADRO 06 - Principais emissões na fase de produção de diesel responsáveis pelo impacto em cada categoria

Estes elementos estão entre os maiores responsáveis pelo dano gerado pela categoria por dois motivos principais: sua capacidade de contaminação em cada categoria é elevada na proporção de poluição gerada por quilo emitido (o fator de caracterização), a se destacar o arsênico na categoria de potencial de toxicidade humana; ou porque, por mais que seja menos poluente que muitos outros, apresentam uma emissão muito elevada, a se destacar o gás carbônico na categoria de potencial de aquecimento global.

A maior parte dos elementos encontrados dentre os mais poluentes no processo produtivo do diesel corresponde aos encontrados nas demais literaturas, como o *nitrate*, o *lead*, a *sulphur dioxide*, a *ammonia*, o *methane* e o *carbon dioxide*. Outros elementos trouxeram novas preocupações, como *arsenic* e o *fluoride*, sendo muito representativos no impacto, mas pouco destacados na literatura.

Desta forma, também estão aglutinados no quadro 07 as principais emissões da fase de produção de pneus responsáveis pelos impactos ambientais mais significativos:

Nº	Potencial de Toxicidade Humana	Formação de Ozônio Fotoquímico	Potencial de Aquecimento Global
1	Fluoride [Inorganic emissions to fresh water]	Nitrogen oxides [Inorganic emissions to air]	Carbon dioxide [Inorganic emissions to air]
2	Manganese (+II) [Heavy metals to fresh water]	NMVOC (unspecified) [Group NMVOC to air]	Methane [Organic emissions to air]
3	Arsenic (+V) [Heavy metals to sea water]	Ethane [Group NMVOC to air]	Carbon dioxide (biotic) [Inorganic emissions to air]
4	Hydrogen sulphide [Inorganic emissions to air]	Carbon monoxide [Inorganic emissions to air]	Nitrous oxide (laughing gas) [Inorganic emissions to air]
5	Formaldehyde (methanal) [Group NMVOC to air]	Hexane (isomers) [Group NMVOC to air]	R 114 (dichlorotetrafluoroethane) [Halogenated organic emissions to air]

QUADRO 07 - Principais emissões na fase de produção de pneus responsáveis pelo impacto em cada categoria

Comparando as principais emissões da fase de produção do diesel com as da fase de produção de pneus é possível identificar algumas diferenças, principalmente em relação à categoria de potencial de toxicidade humana. A emissão mais representativa para a produção de óleo diesel, que é o chumbo, não está cotada entre as emissões mais poluentes da produção de pneus, por mais que a matéria prima seja parcialmente a mesma. Não obstante, entram como representativos impactos as emissões de *formaldehyde* e de hydrogen sulphide. Esta diferença entre os compostos mais representativos reforça a segurança dos dados, reafirmando que os processos produtivos são diferentes e envolvem diferentes fluxos de matéria e energia, possuindo por isso diferentes níveis de emissões.

No quadro 08 estão relacionadas as emissões da fase de produção de óleo lubrificante responsáveis pelos maiores danos ambientais desta fase nas três categorias de análise:

Nº	Potencial de Toxicidade Humana	Formação de Ozônio Fotoquímico	Potencial de Aquecimento Global
1	Fluoride [Inorganic emissions to fresh water]	Nitrogen oxides [Inorganic emissions to air]	Carbon dioxide [Inorganic emissions to air]
2	Arsenic (+V) [Heavy metals to sea water]	NMVOC (unspecified) [Group NMVOC to air]	Methane [Organic emissions to air]
3	Manganese (+II) [Heavy metals to fresh water]	Ethane [Group NMVOC to air]	Carbon dioxide (biotic) [Inorganic emissions to air]
4	Arsenic (+V) [Heavy metals to fresh water]	Sulphur dioxide [Inorganic emissions to air]	Nitrous oxide (laughing gas) [Inorganic emissions to air]
5	Hydrogen sulphide [Inorganic emissions to air]	Propane [Group NMVOC to air]	R 114 (dichlorotetrafluoroethane) [Halogenated organic emissions to air]

QUADRO 08 - Principais emissões na fase de óleo lubrificante responsáveis pelo impacto em cada categoria

O elemento *arsenic* aparece duas vezes nas emissões mais representativas da produção de óleo lubrificante pois são consideradas dois diferentes ambientes de despejo. Dependendo da realidade de referência, a quantidade de uma emissão lançada em um meio é maior do que a lançada em outra, variando com isso também o potencial poluidor, associado a capacidade de suporte de diferentes ambientes.

Os gases responsáveis pelos maiores potenciais de aquecimento global não variaram em nenhum dos três ramos produtivos. Isso se deve principalmente pela combinação de representativo fator de caracterização com elevado nível de emissão de determinado composto. O gás carbônico, responsável pelo nível de referência na categoria, é tão significativamente representativo que aparece duas vezes: uma em seu formato orgânico e outra no seu formato inorgânico.

Na categoria de potencial de formação de ozônio fotoquímico os elementos mais representativos foram os NMVOCs, variando entre diferentes tipos dependendo do processo produtivo. Mesmo assim, por mais que mais representativas, as emissões de *nitrogen oxides* continuaram como mais poluente em todos os processos, respondendo às apresentações da literatura.

O elemento NMVOC (unspecified) corresponde a todos os demais NMVOC não especificados, não sendo inclusos nessa quantidade os danos causados pelos NMVOC já especificados, como: *ethane; hexane; propane, propene, pentene, butane; benzene; formaldehyde*; dentre outros. Não obstante, o fator de caracterização definido pela

metodologia ReCiPe dos NMVOC não especificados corresponde aproximadamente à média dos demais especificados

Deste modo, a comparação entre os processos da fase produtiva são possíveis e muito válidos, pois a metodologia utilizada para o mapeamento destes sistemas produtivos é muito próxima. Os resultados finais da AICV estão reunidos na tabela 17:

TABELA 17 – Comparação entre o potencial de impacto ambiental da fase de produção de insumos e na fase de transporte

Fases do Ciclo de Vida	Consumo Anual para Transporte (kg)	Potencial de Toxicidade Humana (DALY)		Potencial de Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO ₂ eq)	
		Total Anual	Por kg (insumo)	Total Anual	Por kg (insumo)	Total Anual	Por kg (insumo)
Produção de Diesel	3.326.449,01	516,592	1,55E-04	2,08E-04	6,25E-11	1.527.519,21	0,459
Produção de Pneus	54.787,11	21,267	3,88E-04	1,51E-05	2,75E-10	205.983,72	3,760
Produção de Óleo Lubrificante	13.040,08	1,882	1,44E-04	1,19E-06	9,16E-11	13.743,46	1,054
Transporte de Motocicletas	3.394.276,20	9,411	2,77E-06	3,63E-03	1,07E-09	10.597.733,90	3,122

*Para a fase de transporte em relação o incremento marginal este valor é dado por kg de produto transportado

Na tabela 17 são comparados tanto os valores absolutos do impacto quanto o valor relativo por quilograma de insumo consumido. Para a fase de transporte, o consumo anual total foi considerado a somatória do consumo de todos os insumos.

No mesmo sentido, é importante compreender o impacto total da atividade, somando-se as fases, por mais que as bases de comparação sejam diferentes. Assim, considerando a unidade funcional da ACV 1 kg de motocicleta transportada no eixo rodoviário Belém-Goiânia, segue a Tabela 18, que apresenta os valores totais e os valores relativos por quilo de produto transportado:

TABELA 18 – Resultado absoluto e relativo da avaliação do impacto do ciclo de vida

Fases do Ciclo de Vida	Potencial de Toxicidade Humana (DALY)		Potencial de Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO ₂ eq)	
	Total Anual	Por kg (produto)	Total Anual	Por kg (produto)	Total Anual	Por kg (produto)
Produção de Diesel	516,592	4,82E-06	2,08E-04	1,94E-12	1.527.519,21	1,43E-02
Produção de Pneus	21,267	1,99E-07	1,51E-05	1,41E-13	205.983,72	1,92E-03
Produção de Óleo Lubrificante	1,882	1,76E-08	1,19E-06	1,12E-14	13.743,46	1,28E-04
Transporte de	9,411	8,79E-08	3,63E-03	3,39E-11	10.597.733,90	9,90E-02

Motocicletas						
TOTAL	549,152	5,13E-06	3,85E-03	3,60E-11	12.344.980,28	1,15E-01

Em peso são transportados anualmente 107.088.828 kg de motocicletas pelo eixo rodoviário em estudo, e é essa a quantidade tida como referência para se obter o total proporcional.

As tabelas 17 e 18 se diferem pela primeira considerar os insumos o foco da análise, e a segunda considerar a quantidade total de produto transportado, possuindo assim funções diferentes para a análise. A partir da tabela 17 é possível perceber que o potencial poluidor da produção de 1 kg de borracha para pneus é expressivamente mais poluidor do que a produção de 1 kg de óleo diesel, em todas as categorias analisadas. Proporcionalmente a produção de diesel é aproximadamente duas vezes mais danosa à saúde humana, e aproximadamente 8 vezes mais danosa no potencial de aquecimento global. Entretanto, considerando seu potencial poluidor total, a produção de diesel é expressivamente superior que as demais categorias, apresentando consumo 62 vezes maior do que o consumo de borrachas para pneus.

Já a produção de óleo lubrificante, que possui uma matriz produtiva mais próxima da de óleo diesel, apresenta diferenças menores. O potencial de toxicidade humana por quilograma consumido é aproximadamente 8% menor, o potencial de formação de ozônio fotoquímico é 46% maior, e o potencial de aquecimento global é aproximadamente 100% maior. Da mesma forma que comparado com os pneus, o consumo de óleo lubrificante é 255 vezes menor do que o consumo de diesel, reduzindo assim significativamente o impacto absoluto.

As literaturas mais consistentes apontam que os impactos ambientais, geralmente relacionados ao impacto global, estão concentrados de 12 a 30% na fase de produção, e o restante concentrado na fase de uso, quando a análise é direcionada para os equipamentos de transporte (SPIELMANN & SCHOLZ 2005; FAÇANHA & HORVATH 2006; UGAYA, 2005). Os resultados do presente estudo mostram que para a categoria de potencial de aquecimento global a fase de transporte é responsável por 85,8% do total de impacto de toda a AICV, conferindo assim com a média encontrada na literatura.

Em relação ao potencial de formação de ozônio fotoquímico, que é um impacto de característica local, os resultados apontaram que 94% do total do impacto gerado é resultado da fase de transporte. Apesar da formação de ozônio fotoquímico ser menos nociva à saúde humana do que a toxicidade dos componentes, continua sendo um impacto de alta relevância, principalmente quando o objeto em estudo são processos produtivos e processo de transporte.

De acordo com os resultados, caso o potencial de toxicidade humana da fase de transporte seja lido nos mesmos termos da fase de produção de insumos, a produção de diesel responderia a aproximadamente 94% do total dentre todos os processos analisados. Esta maior participação pode ser comparada diretamente com os demais processos produtivos, mas deve ser realizada com parcimônia em relação à comparação entre fase de transporte e fase produtiva. Como a gama de emissões mensuradas nas duas fases são diferentes, a compreensão dos seus impactos também precisam ser consideradas separadamente.

Assim, chegamos à análise interna da fase de transporte, comparando o potencial poluidor entre os diferentes trechos. O resumo comparativo entre os trechos da fase de transporte podem ser vistos na tabela 19:

TABELA 19 - Comparação entre o potencial de impacto ambiental entre os trechos da fase de transporte

Trecho	Rodovia	Distância (km)	Potencial de Toxicidade Humana (DALY)			Potencial de Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY)			Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq)		
			Por kg (produto)	Total	Total por km	Por kg (produto)	Total	Total por km	Por kg (produto)	Total	Total por km
01	BR316 Metropolitano	33,3	1,62E-09	0,173	5,20E-03	6,43045E-13	6,89E-05	2,07E-06	1,85E-03	1,98E+05	5,94E+03
02	BR136 Pará	82,7	3,71E-09	0,397	4,80E-03	1,43921E-12	1,54E-04	1,86E-06	4,19E-03	4,49E+05	5,42E+03
03	BR010	580	2,36E-08	2,531	4,36E-03	8,9068E-12	9,54E-04	1,64E-06	2,63E-02	2,82E+06	4,86E+03
04	BR 226	150	5,91E-09	0,632	4,22E-03	2,19945E-12	2,36E-04	1,57E-06	6,55E-03	7,01E+05	4,68E+03
05	BR153 Tocantins	734	3,34E-08	3,577	4,87E-03	1,3033E-11	1,40E-03	1,90E-06	3,78E-02	4,05E+06	5,52E+03
06	BR153 Goiás	372	1,69E-08	1,813	4,87E-03	6,60527E-12	7,07E-04	1,90E-06	1,92E-02	2,05E+06	5,52E+03
07	BR153 Metropolitano	58,5	2,68E-09	0,287	4,91E-03	1,04863E-12	1,12E-04	1,92E-06	3,04E-03	3,26E+05	5,57E+03
TOTAL		2010,5		9,4108			0,00363			10.597.733,90	
MÉDIA			1,26E-08		4,75E-03	4,84E-12		1,84E-06	1,41E-02		5,36E+03

Na tabela 19 são calculados não só a emissão absoluta por trecho, mas também a emissão relativa por quilograma transportado, e por quilômetro percorrido. Estes termos fazem com que seja possível avaliar a influência dos parâmetros (qualidade da via, urbanidade e distância) nas emissões totais de cada trecho.

A figura gráfica 37 busca demonstrar a diferença entre alguns destes fatores através do cruzamento do potencial de toxicidade humana total e o potencial de toxicidade humana relativo por quilômetro, em cada um dos trechos.

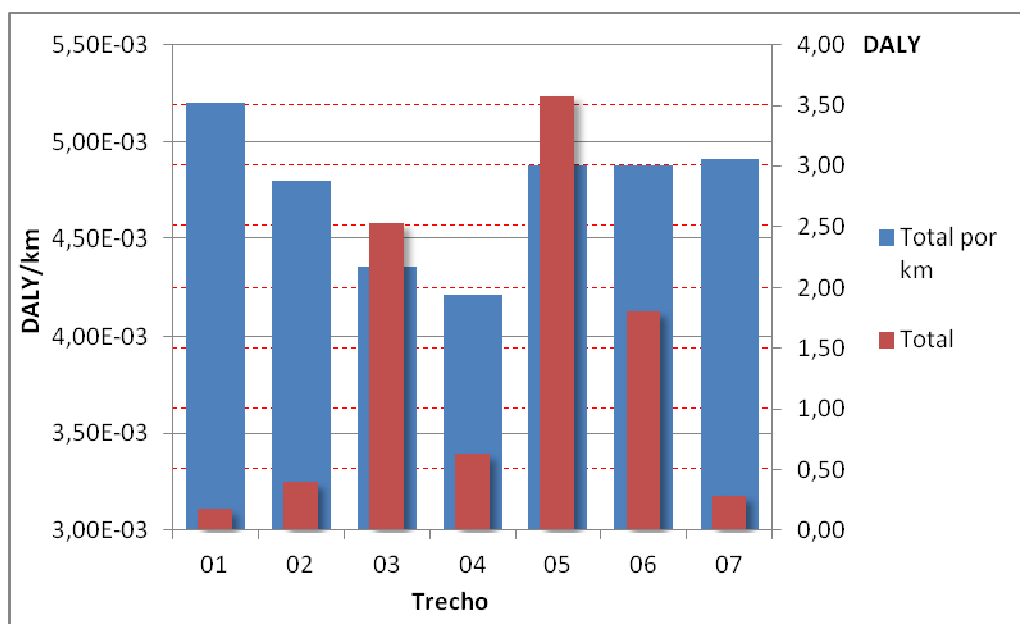


FIGURA 37 – Comparativo entre potencial de toxicidade humana total e potencial de toxicidade humana por quilômetro, por trecho de análise

Para os trechos 05, 06 e 07, que correspondem à mesma rodovia, portanto mesma qualidade viária, não houve diferenças significativas quanto ao potencial de toxicidade humana. O efeito da urbanidade em que o trecho 07 (BR153 Metropolitano) está submetido não alterou significativamente a quantidade de emissões em relação aos trechos 06 e 05, que possuem aproximadamente 10% de estradas consideradas “rurais”.

A má qualidade das estradas, aliada às condições de urbanidade e tráfego intenso fizeram com que o trecho 01 (Belém Metropolitano) fosse o que apresentasse os maiores potenciais poluidores. Nas condições de estradas ruins e de tráfego intenso é que o equipamento apresenta as maiores taxas de emissão. Não obstante, esta população é afetada pelo impacto ambiental das outras atividades logísticas da cadeia, como transporte aquaviário, embarque, desembarque e armazenamento temporário.

Por mais que a emissão por quilômetro do trecho 01 seja a mais relevante, sua emissão total foi a menos representativa, pois este trecho corresponde apenas 1,6% do percurso.

O gráfico 38 cruza os dados de potencial de toxicidade humana por quilograma de produto transportado com o tamanho de cada trecho, avaliando assim a influência da distância no impacto ambiental final:

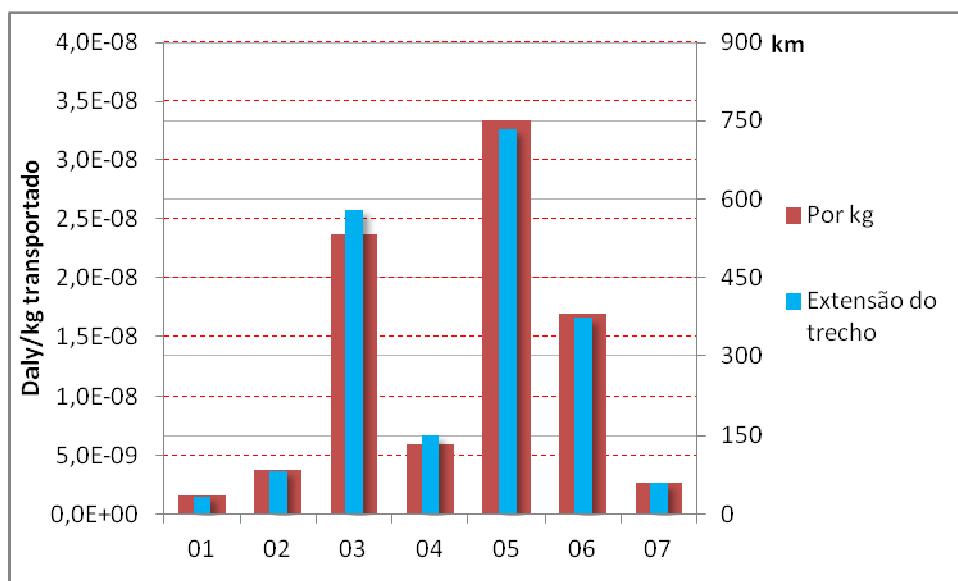


FIGURA 38 – Comparativo entre extensão do trecho com o potencial de toxicidade humana proporcional por quilograma de produto transportado, por trecho de análise

Avaliando os gráficos das figuras 37 e 38 é possível compreender que as emissões de poluentes nocivos à saúde humana estão mais diretamente relacionadas com a distância do que com a qualidade da rodovia. Isto fica ainda mais direto no cruzamento de dados realizado na tabela 38, em que a proporção do impacto ambiental é quase coincidente com o tamanho do trecho, sendo exceção os trechos 03, 04 e 05, que apresentam uma pequena variação.

No caso dos impactos na saúde humana, o potencial de toxicidade humana pode ser compreendido também no formato de emissão por quilômetro percorrido, que permite ainda melhor espacialização do resultado. Assim, estima-se que a população de um município é afetada pelo impacto no nível local proveniente do transporte de motocicletas realizado nos quilômetros de rodovia que passam pelo seu município.

Por ser um modelo linear, as emissões proporcionais de cada trecho possuem potencial de toxicidade humana, potencial de formação de ozônio fotoquímico e potencial de aquecimento global em mesma ordem. Como se trata apenas de um tipo de caminhão, alimentado com o mesmo tipo de combustíveis, pneus e óleos lubrificantes, o seu comportamento varia apenas conforme a qualidade da via, o que linearmente afeta de forma igual todas as emissões e suas consequências.

Outro resultado ainda é que a qualidade das vias e os fatores de urbanidade influenciaram percentualmente pouco no nível de emissão entre os diferentes trechos em

análise, variando em até no máximo 23% o consumo de um trecho para o outro, principalmente se comparado com o fator distância. Isso se explica por diversos fatores: as características do equipamento tem forte influência no nível de emissões, e como o equipamento referência é o mesmo, nenhuma diferença neste fator foi incluída; e a qualidade das rodovias deste eixo rodoviário encontram-se em qualidade muito aproximada, devido aos investimentos públicos constantes na manutenção deste importante canal de escoamento. Outros fatores que poderiam diferenciar as regiões, mas não se aplica ao presente estudo, é a cultura de direção de diferentes caminhoneiros, caso houvesse troca de motorista em algum momento do percurso.

É necessário também comparar na fase de transporte a relação entre as diferentes categorias de impacto ambiental. Um esquema gráfico do resultado nas três categorias pode ser visto na figura 39:

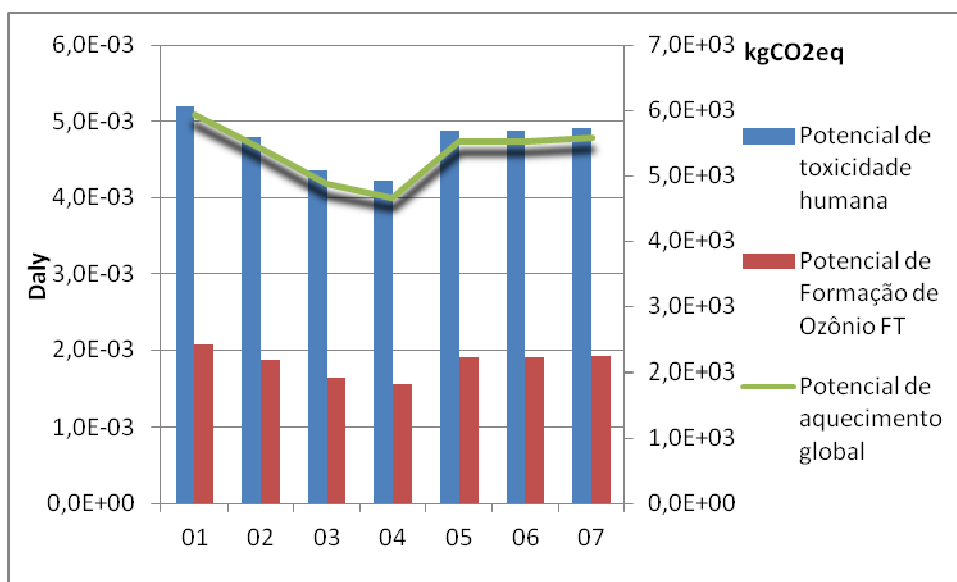


FIGURA 39 – Comparativo entre potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio fotoquímico e de aquecimento global, por km percorrido, por trecho

*A categoria Potencial de formação de ozônio fotoquímico foi submetida a um exagero vertical na ordem de 1000

Como os parâmetros que condicionam o transporte rodoviário afetam de forma igual todas as emissões, a modificação nos índices de impacto ambiental varia linearmente. A coincidência desta variação pode ser vista no Gráfico 39, que cruza as três categorias de impacto ambiental. Neste sentido, a redução dos impactos relativos por quilômetro, observados nos trechos 03 e 04, se reproduz em todas as categorias.

No gráfico 39, a categoria de potencial de formação de ozônio fotoquímico foi submetida a exagero vertical na ordem de 10^3 , para que pudesse ser comparada proporcionalmente às demais categorias.

Infelizmente não serão possíveis maiores comparações entre os processos da fase produtiva com os processos da fase de transporte, pois a disponibilidade de dados e a profundidade das análises não são a mesma, principalmente para a comparação do dano gerado pelo potencial de toxicidade humana.

Em congruência com os resultados apresentados, as pesquisas de van ZELM *et al* (2008), a mais recomendada para a categoria de impacto de potencial de formação de ozônio fotoquímico, indicam que o dano causado à saúde humana pelo poluente secundário ozônio é muito inferior ao dano primário causado pela emissão dos gases primários que o formam. Exemplos destes compostos são: o dióxido de nitrogênio e dióxido de enxofre, que possuem fatores de caracterização expressivamente mais elevados no potencial de toxicidade humana do que no potencial de formação de ozônio fotoquímico.

A escolha de se abordar a categoria de impacto potencial de aquecimento global se deu principalmente pela necessidade de estabelecer diálogo com as demais pesquisas na área de transporte e meio ambiente. Por mais que não fosse o foco inicial da presente pesquisa, a presença deste indicador consegue comprovar a veracidade dos dados, permitindo assim outro nível de comparações sobre as demais categorias.

Reforçando as conclusões de Pope *et al* (2002), as análise dos resultados do presente estudo mostram que as emissões relacionadas à queima de combustíveis, tanto compostos químicos quanto particulados suspensos (finos e intermediários), apresentam importante potencial de toxicidade humana. Pope *et al* (2002) ressalta ainda que o fator de risco destas emissões é importante principalmente para a mortalidade causada por doenças cardiopulmonares e câncer de pulmão.

Algumas pesquisas com o tema de custos ambientais do transporte rodoviário de cargas apresentam resultados interessantes, que podem, respeitando critérios e metodologias, ser relacionadas ao presente estudo. Avaliando o custo ambiental da poluição, a TRB (Transportation Research Board) comparou em 1996 os custos econômicos gerados pela emissão de todos poluentes no transporte de carga, conforme discriminado pelo autor Castro (2013). Um dos casos estudados foi o de o carregamento de um contêiner de Long Beach, CA até Chicago, que gerou em custos por externalidade gerada pela poluição do ar, um valor de 0,017 US\$/milha, em um trajeto 86% em estradas rurais.

Apenas a título de comparação e sem pretensão de apresentar resultados científicos ou definitivos, pode ser realizada uma extrapolação. Considerando a diferença social e tecnológica de ambos países; a diferença entre milhas e quilômetros; e a diferença entre dólares e reais, o valor apresentado por Castro (2013) relacionado à quilometragem percorrida anualmente no transporte rodoviário de motocicletas no eixo Belém-Goiânia, teríamos uma externalidade gerada pela poluição do ar na ordem de US\$ 99.327,95, ou

aproximadamente R\$ 218.521,49, ao ano (cotação do dólar em aproximadamente R\$2,20). Estes valores fornecem uma ideia de quão danosa à saúde humana e ambiental a atividade de transportes pode ser. Este valor, em parte não remetido ao preço do produto ou ao custo de produção/transporte, é “retirado” das famílias de baixa renda que vivem às margens das rodovias, que “pagam com sua saúde” o real preço das motocicletas consumidas no centro oeste, sul e sudeste.

O impacto ambiental se potencializa quando é analisado de forma conjunta tanto o impacto gerado na fase de transporte em cada região, quanto o impacto ambiental gerado na fase de produção dos insumos motivado pelo transporte em cada região, mas se materializando em um espaço geográfico diferente.

Os danos à população dos grandes centros possuem um caráter mais grave, devido à maior concentração populacional. Por outro lado isso possui certo nível de justiça ambiental territorial, no sentido de que a população economicamente beneficiada pelo consumo do produto motocicleta é aquela que recebe a maior parte dos impactos ambientais gerados pelo transporte da mesma.

A trabalhosa e frutífera divisão dos trechos do eixo rodoviário conseguiu aglutinar territórios e populações com características semelhantes. Esta divisão territorial é capaz de indicar áreas prioritárias onde programas públicos e privados de redução da poluição podem atuar. Neste sentido também permite que sejam implantados programas de saúde pública voltados às populações afetadas pelos impactos do transporte, principalmente nas áreas fortemente impactadas pelos efeitos locais.

Neste processo, de conciliação entre as políticas de desenvolvimento territorial, as atividades econômicas, a saúde da população e a saúde do ambiente, deve ser discutido de forma séria o conceito de desenvolvimento sustentável. Assim, o presente estudo parte quantitativo, parte qualitativo buscou contribuir, de forma que:

A abordagem ao conceito de desenvolvimento sustentável passa pela computação de um conjunto de dados geográficos que traduzem, nomeadamente, os efeitos das pressões sobre o território. (p.94) (MORGADO & ROCHA, 2008).

Destaca-se assim novamente a importância de espacializar os impactos ambientais, como também às políticas voltadas para conciliar os diversos conflitos existentes entre os interesses econômicos e o bem estar da população.

CONCLUSÃO

Ao longo da dissertação buscou-se construir um trajeto, guiado pela metodologia da ACV, em que aos poucos o cenário do transporte rodoviário de cargas fosse sendo construído, levando a compreensão da gravidade de seus impactos nas populações humanas. De forma sequencial buscou-se inserir os conceitos de logística, de desenvolvimento sustentável, de ciclo de vida e de impactos ambientais.

A massiva quantidade de dados, características e cuidados buscaram encaminhar a pesquisa a todo momento para o seu objetivo de apresentar um resultado consistente. Com isso, as informações resultantes trouxeram confirmação a pesquisas anteriores já realizadas no setor de transporte, confirmação de algumas hipóteses e ainda refutação de outras.

Por isso e outros fatores a metodologia de ACV superou as expectativas, se mostrando uma forma eficiente de agregar diferentes dados, que possuem valores quantitativos e qualitativos. A quantidade de emissões avaliadas, aliadas a uma consistente metodologia de AICV forneceram bons parâmetros para a modelagem, que conseguiu ao final representar adequadamente a realidade, possibilitando ainda análise de maior peso prático.

Não obstante, a ferramenta GABI 5 (PE International) se mostrou muito prática e dinâmica, oferecendo pouca resistência às modificações que se fizeram necessárias para que o modelo fosse adequadamente construído.

O caso do transporte rodoviário de motocicletas serve de base para a análise de diversas outras cadeias de produtos de alta tecnologia com alto valor agregado. Diversos dados podem ser extrapolados para outras cadeias, como televisores, celulares e aparelhos de DVD.

Uma das linhas dos resultados demonstra que a tecnologia do caminhão, a qualidade da infraestrutura e as urbanidades apresentam de forte a mediana relação com a emissão de poluentes, podendo variar 23%, mas são menos representativas do que a distância. Este resultado reforça a tese de que as políticas de desenvolvimento regional não podem deixar de avaliar a distância entre produtores e mercados consumidores em suas análises.

Os danos absolutos anuais à saúde humana causada pela produção de óleo diesel são espantosamente mais representativos. Entretanto, a produção de pneus apresentou proporcionalmente maiores danos à saúde humana, sendo 60% a mais à produção de diesel, mas no total inferior devido ao consumo 62 vezes menor. No mesmo sentido a produção de lubrificantes também se mostrou mais poluente em algumas categorias, como as de impacto a nível global. Assim, a questão ambiental deve ser incluída nas decisões politicoeconômicas, seja no planejamento territorial ou nas medidas mitigatórias e compensatórias.”

Em relação aos danos causados à saúde humana, os danos causados pela toxicidade dos componentes são expressivamente maiores do que o dano causado pela formação de ozônio fotoquímico. Entretanto, esta comparação deve ser realizada mais no sentido de compreender que estas poluições são complementares, somando-se uma a outra, potencializando os efeitos nocivos às populações das atividades de transporte.

Apesar de ser o impacto mais importante de ser avaliado, o potencial de toxicidade humana ainda não possui o mapeamento necessário no setor de transportes para que sejam realizados estudos mais consistentes, como os realizados para as fases produtivas.

A emissão associada ao consumo de óleo lubrificante é o óleo lubrificante contaminado, resíduos semi-sólidos perigosos de alto potencial poluidor. Entretanto, este material possui bom valor mercadológico de venda, sendo destinado para rerrefino, sendo então coletado por empresas terceirizadas ou por próprios grandes operadores logísticos, como é o caso. A troca de óleo ocorre principalmente nos locais onde estão localizadas as garagens e centros de distribuição, sendo este material não emitido ao longo do percurso.

De acordo com os resultados apresentados, a tese de injustiça ambiental ocasionada pela localização inadequada do impacto ambiental do transporte rodoviário de cargas, é refutada. Considerando o recorte espacial entre espaço de produção insumos e espaço de transporte, o maior potencial de toxicidade humana estaria concentrado então nas áreas onde os insumos (combustível, óleo lubrificante e pneus) são produzidos, e não nas áreas onde o transporte é realizado. No entanto, destaca-se que os dados demonstraram que as outras duas categorias analisadas, potencial de formação de ozônio fotoquímico e potencial de aquecimento global, as emissões mais danosas estão concentradas na fase de transporte, ressaltando que a primeira classe se materializa em impactos locais, e a segunda em impactos globais.

Tal conclusão gera uma nova linha de análise, onde devem ser comparados não apenas os espaços onde o impacto do transporte se materializa, mas onde se materializam os impactos das cadeias produtivas dos insumos. Assim, seria possível a comparação do

impacto ambiental por área afetada, com auxílio ferramentas de modelagem geográfica, como a sugerida por Morgado & Rocha (2008).

Os objetivos de compreender e sistematizar a cadeia de distribuição física de motocicletas no Brasil; de compreender e sistematizar os impactos ambientais gerados pelo transporte de cargas utilizando os conceitos de ACV; e comparar os impactos ambientais das diferentes categorias foram satisfatoriamente alcançados.

Dentre os objetivos, um dos pontos que deixou a desejar foi a análise mais profunda sobre os danos gerados à saúde humana na população dos diferentes trechos. Estas análises não foram possíveis principalmente pela falta de qualidade dos dados disponíveis sobre a fase de transporte.

Foi possível também através desta pesquisa realizar novos questionamentos, fornecendo encaminhamentos para outras pesquisas e outros pesquisadores. Um dos próximos passos a serem tomados para aprimorar esta linha de pesquisa é comparar os indicadores de impacto ambiental com o desenvolvimento regional da área afetada, utilizando principalmente informações geoespacializadas. Para guiar o projeto podem ser adotadas unidades com fácil relacionamento, como por exemplo: valor econômico gerado pela atividade em determinada área; impacto de determinadas políticas públicas em escala temporal; e ainda cruzamento do impacto ambiental cumulativo com outras cadeias produtivas.

Outro passo possível ainda é ampliar o escopo do trabalho para que a ACV seja realmente realizada “do berço ao túmulo”, abordando pontos como o transporte de insumos, a fabricação dos equipamentos de transporte, o custo de manutenção e instalação da infraestrutura, e o final de vida de todos os produtos residuais, como sucatas ferrosas, baterias, óleo lubrificante usado, pneus inservíveis, e assim por diante.

Concluindo, esta natureza de estudo se alia a estudos semelhantes, que buscam uma maior qualificação dos fatores envolvidos. Bons exemplos de pesquisas são as de Huertas (2013), de Marcolino (2009) e de Elghali (2006).

REFERÊNCIAS

ABRACICLO. **Frota circulante** – duas rodas a motor. Agosto de 2012. Disponível em: <<http://www.abraciclo.com.br/>> acessado em 01/12/12.

ABRANTES, Rui de; Assunção, João V de; Hirai; Edegar Yoshio; Caracterização das emissões de aldeídos de veículos do ciclo diesel. **Revista Saúde Pública**, vol.39, n.3, São Paulo, Jun. 2005. Disponível em: < <http://www.scielosp.org>> acessado em 10 de novembro de 2013

ALMEIDA, S.M., PIO, C.A., FREITAS, M.C., REIS, M.A., TRANCOSO, S.A. (2004). **Contribuição da circulação automóvel para o aerossol atmosférico na zona Norte de Lisboa**. Trabalho apresentado em 8ª Conf. Nacional do Ambiente, In Actas da 8ª Conf. Nacional do Ambiente, Lisboa. Disponível em: <<http://www.cesam.ua.pt/files/Almeida%20CNA04.pdf>> acessado em 11 de novembro de 2013.

ANDRIETTA, Antonio J. **Pneu e meio ambiente**: um grande problema requer uma grande solução. 2002. Disponível em: <<http://www.reciclarepreciso.hpg.ig.com.br/recipeus.htm>>, acessado em 10 de fevereiro de 2011

ANP – Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível – BRASIL. **Nova gasolina reduzirá emissão de enxofre em 94%**. Publicada em 30/12/2013. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=69295&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1389001622838>> acessada em 02 de janeiro de 2014.

AYRES, Robert U.; AYRES, Leslie W. **A handbook of industrial ecology**. Cheltenham: Edward Elgar, 2002.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos / logística integrada**. Tradução Raul Rubenick. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BARAT, Josef. **A evolução dos transportes no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE-IPEA, 1978. 385p.

BARBIERI, Cristina Barazzetti; ABEL, Liege ; BITTENCOURT, Pedro Augusto Loguercio. Estudo de caso de determinação de vestígios de poluição atmosférica por material particulado proveniente de metais utilizando microscópio eletrônico de varredura. **Revista do IGP – Instituto Geral de Perícias** – Secretaria da Justiça e da Segurança – RS. Ano 3 – nº 3. Janeiro de 2007. Disponível em: <<http://www.igp.rs.gov.br/revistas/Revista3.pdf#page=39>> acessado em 10 de novembro de 2013.

BERTOLLO, S. A. M.; FERNANDES JR, J.L.; VILLAVERDE, R.B.; MIGOTTO FILHO, D. Pavimentação asfáltica: uma alternativa para a reutilização de pneus usados. **Revista de Limpeza Pública**. São Paulo, n.54, p. 23-30, jan. 2000. Disponível em: <www.lixo.com.br/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=150>. Acessado em 06 de abril de 2011

BRASIL, EBC – Empresa Brasileira de Comunicação. **ANP aprova abastecimento com Diesel de baixo teor de enxofre a partir de janeiro de 2012**. Publicada em 09/12/2011. Disponível em:<<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2011/12/anp-aprova-abastecimento-com-diesel-de-baixo-teor-de-enxofre-a-partir-de-janeiro-de-2012>> acessado em 29 de novembro de 2013

BRASIL, CONAMA. **Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências**. Resolução nº416 de 30 de setembro de 2009.

BRASIL, CONAMA. **Dispõe sobre critérios para a elaboração de Planos de Controle de Poluição Veicular - PCPV e para a implantação de Programas de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso - I/M pelos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente e determina novos limites de emissão e procedimentos para a avaliação do estado de manutenção de veículos em uso**. Resolução nº 418, de 25 de novembro de 2009. Publicada no DOU nº226, de 16/11/2009, pp81-84.

BRASIL, CONMETRO. **Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida**. Resolução nº04 de 15 de dezembro de 2010.

BRASIL, CONTRAN. **Estabelece os limites de peso e dimensões para veículos que transitem por vias terrestres e dá outras providências**. Resolução nº210 de 13 de novembro de 2006.

BRASIL, CONTRAN. **Regulamenta os artigos 231, X e 323 do Código Trânsito Brasileiro, fixa metodologia de aferição de peso de veículos, estabelece percentuais de tolerância e dá outras providências**. Resolução nº 258 de 30 de novembro de 2007.

BRASIL. **Lei do descanso dos caminhoneiros tem fiscalização prorrogada por 6 meses**. Portal Brasil, 13/09/2012. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/governo/2012/09/lei-do-descanso-dos-caminhoneiros-tem-fiscalizacao-prorrogada-por-6-meses>> acessado em 12 de dezembro de 2013.

BRASIL. MIN - Ministério da Integração Nacional - Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional. **Política Nacional de Desenvolvimento Regional: sumário executivo**, 2006. [2006] Disponível em: <<http://www.mi.gov.br/desenvolvimentoregional/pndr/sumario.asp#sumario>>. Acessado em 03/12/12.

BRASIL. MMA – Ministério do Meio Ambiente. **1º inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários**: relatório final. Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental – Departamento de Mudanças Climáticas – Gerência de Qualidade do Ar / MMA. Janeiro de 2011. Disponível em: <

http://www.mma.gov.br/estruturas/163/_publicacao/163_publicacao27072011055200.pdf> acessado em 14 de dezembro de 2013.

BRASIL. MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Relatório do Ministério do Meio Ambiente para o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), conforme exigência do Artigo 9 da Resolução CONAMA 362/2005 que trata de Óleos Lubrificantes Usados e/ou Contaminados (OLUC)**. Abril de 2007. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/242B8FC6/Relat6oGTMonitora362Conama24abr2007.pdf>> acessado em 19 de novembro de 2013.

BRASIL. MME – Ministério de Minas e Energia. **Resenha energética brasileira**: exercício de 2012. Publicada em 29 de maio de 2013. Disponível em: <www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/BEN/3_-_Resenha_Energetica/1_-_Resenha_Energetica.pdf> acessado em 10 de novembro de 2014.

BRASIL. MME - Ministério de Minas e Energia. **Plano Energético Nacional 2030**. Colaboração Empresa Brasileira Pesquisa Energética. Brasília: MME-EPE, 2007.

BRASILEIRO, Anísio; SILVA, Paulo Marques (orgs.). **Panorama nacional da pesquisa em transportes**. Rio de Janeiro: ANPET, 2006. 1664p.

CALDEIRA-PIRES, Armando; SOUZA-PAULA, Maria Carlota de; VILLAS BÔAS, Roberto C. (Orgs.). **Avaliação do ciclo de vida: a ISO 14040 na América Latina**. Brasília: Abipti, 2005. 337p.

CÂMARA MUNICIPAL DE MANAUS. **Lira exalta empreendedorismo de Franco Di Gregorio**. 2013. Disponível em: <<http://cm-manaus.jusbrasil.com.br/politica/103520536/lira-exalta-empendedorismo-de-franco-di-gregorio>> acessado em 17 de fevereiro de 2014.

CAPDEVILLE, Adrienne de. **Categorização dos gargalos de uma cadeia logística de transporte da safra agrícola**. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós Graduação em Transportes FT-UnB, Brasília, 2010. 87p.

CASTELLAR, Guilherme; FEIJÓ, Bruno Vieira. O buraco é mais embaixo: O Brasil é auto-suficiente em petróleo?. **Revista Super Interessante**, de junho de 2006. Disponível em: <<http://super.abril.com.br/ciencia/brasil-auto-suficiente-petroleo-446464.shtml>> acessado em 14 de janeiro de 2014.

CASTRO, Newton de. Mensuração de externalidades do transporte de cargas brasileiro. **Jornal of Transport Literature**. Vol.7, n.1, jan de 2013. pp.163-181. Disponível em: <www.transport-literature.org> acessado em 23 de fevereiro de 2013.

CEDEPLAR. **Síntese das principais linhas teóricas e metodológicas sobre o desenvolvimento regional**. Centro de desenvolvimento e planejamento regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2004.

CETESB - Companhia De Tecnologia De Saneamento Ambiental. **Estudos investigativos da ocorrência de ozônio troposférico na região de Sorocaba – SP**. São Paulo: CETESB, 2004.

CIMINO, Marly Alvarez. **Gerenciamento de pneumáticos inservíveis**: análise crítica de procedimentos operacionais e tecnologias para minimização, adotados no território nacional. Dissertação (mestrado). Programa de pós-graduação em Engenharia Urbana, São Carlos: UFSCar. 2004. 178p.

CNT – Confederação Nacional dos Transportes. **Caminhoneiros no Brasil: relatório síntese de informações ambientais** – autônomos e empregados de frota. CNT, SEST SENAT: Programa Despoluir, 2013. Disponível em: <<http://www.cntdespoluir.org.br/Paginas/Pesquisas.aspx>> acessado em 15 de novembro de 2013.

CNT – Confederação Nacional dos Transportes. **DESPOLUIR - Os impactos da má qualidade do óleo diesel brasileiro**. – Brasília: CNT, 2012. Disponível em: <http://www.cnt.org.br/riomais20/resources/cartilhas/Oleo_Diesel_Final.pdf> acessado em: 30 de dezembro de 2013.

CNT – Confederação Nacional dos Transportes. **Frota de caminhões antigos traz prejuízos ao Brasil**. Agência de notícias CNT- por CERZOLI, Lívia. 16/03/2012. Disponível em: <http://www.cnt.org.br/Paginas/Agencia_Noticia.aspx?n=8116> acessado em 12/08/2013

CNT – Confederação Nacional dos Transportes. **Relatório da sondagem ambiental dos transportes. 2012**. Disponível em: <www.cntdespoluir.org.br> acessado em 29 de novembro de 2013

CNT – Confederação Nacional dos Transportes: **Pesquisa CNT de rodovias 2012**: relatório gerencial. – Brasília : CNT : SEST : SENAT,2012. 408p.:

COMETTI, José Luís Said. **Logística reversa das embalagens de agrotóxicos no Brasil: um caminho sustentável?**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável)- Universidade de Brasília. 2009. 152 f

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **RESOLUÇÃO/conama/N.º 003 de 28 de junho de 1990**. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0390.html>

CONSULTOR JURÍDICO. **Deputado quer anular contrato de concessão de terminal portuário**. 17 de março de 2003. Disponível em: <http://www.conjur.com.br/2003-mar-17/deputado_anular_concessao_terminal_portuario_1> acessado em 14 de fevereiro de 2014.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: método qualitativo, quantitativo e misto**. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 296p.

CRETZAZ, P.; PENNINGTON, D. W.; RHOMBERG, L.; BRAND, B.; JOLLIET, O. Assessing human health response in life cycle assessment using ED 10s and DALYs: Part 1 - Cancer Effects. **Risk Analysis**, 22, nº5, 2002. pp931–946

D'AGOSTO, M. A; RIBEIRO, S. K. Procedimento de análise de ciclo de vida para comparação de fontes de energia para o transporte no Brasil. **Transporte em transformação XII: trabalhos vencedores do prêmio CNT de Produção Acadêmica**

2007. Confederação Nacional do Transporte, Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transporte. -Brasília: Positiva, 2008. pp. 199 – 219.

DENATRAN. Departamento Nacional de Trânsito. **Estatísticas da frota de veículos no Brasil**. Disponível em <www.denatran.gov.br>. 2012

DNIT. **Relatório de Gestão da Coordenação Geral de Meio Ambiente**. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Brasília: Ministério dos transportes, 2012.

DONATO, Vitério. **Logística verde**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2008. 276p.

EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY / UNITED STATES. **Efectos de los contaminantes comunes del aire**. 2009a. Disponível em: <http://www.epa.gov/airnow/health-prof/452_F_05_001_screen.pdf>. Acessado em 23 de dezembro de 2013.

EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY / UNITED STATES. **¿Qué es la lluvia ácida?** 2009b. Disponível em: <<http://www.epa.gov/acidrain/spanish/what/index.html>>. acessado em: 23 de dezembro de 2013.

EPA - Environmental Protection Agency United States. **Air quality criteria for ozone and other photochemical oxidants**. EPA/600/8-84/020bF. Agosto de 1986. Disponível em: <<http://nepis.epa.gov/>> acessado em 24 de fevereiro de 2014.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética – BRASIL. **Balanco energético nacional 2013: ano base 2012**. Rio de Janeiro: EPE, 2013. 288p.

EUROPEAN COMMISSION - Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability. **International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook: Framework and Requirements for Life Cycle Impact Assessment Models and Indicators**. First edition March 2010. EUR 24586 EN. Luxembourg. Publications Office of the European Union; 2010.

EUROPEAN COMMISSION - Joint Research Centre; Institute for Environment and Sustainability. **International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook: Recommendations for Life Cycle Impact Assessment in the European context**. EUR 24571 EN. Luxemburg: Publications Office of the European Union, 2011.

FACANHA, Cristiano; HORVATH, Arpad. Environmental Assessment of Freight Transportation in the U.S. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, July 2006, Volume 11, Issue 4, pp 229-239. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1065/lca2006.02.244>> acessado em 14 de janeiro de 2014.

FACCHINI Indústria de Implementos Rodoviários. **Ficha técnica do Furgão Semi Reboque Facchini**. 07/2011 Disponível em: <<http://www.facchini.com.br>> acessado em 12 de agosto de 2013

FEARNSIDE, Philip M.; GRAÇA, Paulo M. L. de A.. BR-319: a rodovia Manaus-Porto Velho e o impacto potencial de conectar o arco de desmatamento à Amazônia central. **Revistas Novos Cadernos**, NAEA v.12, n.1, p.19-50, jun. 2009.

FENABRAVE – Fundação Nacional de Distribuição de Veículos Automotores. **Índices e números**: emplacamentos 2012. Disponível em: <<http://www3.fenabrave.org.br>> acessado em 21 de fevereiro de 2013. 2012.

FENABRAVE. **Anuário 2012**: o desempenho da distribuição automotiva no Brasil. Abril de 2013. Disponível em: <<http://www3.fenabrave.org.br:8082/plus/modulos/listas/index.php?tac=indices-e-numeros&idtipo=6&layout=indices-e-numeros>> acessado em 12 de dezembro de 2013.

FENZL, Norbert; MACHADO, José Alberto da Costa. **A sustentabilidade de sistemas complexos**: conceitos básicos para uma ciência do desenvolvimento sustentável, aspectos teóricos e práticos. Belém: NUMA/UFPA, 2009. 285p.

FERREIRA, Ednardo de Oliveira. **Desenvolvimento de sistema de indicadores de avaliação da infra-estrutura rodoviária no contexto do desenvolvimento regional**. Brasília, 2006. 175 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília/Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

FERREIRA, Tainá Labrea. **Projeto de documentação e sistematização das atividades da empresa Expresso Ocidental, referente aos setores de monitoramento e operação**. Expresso Ocidental Logística Integrada, 2008.

FERREIRA, Tainá Labrea; FERREIRA, Denise Labrea. Compreensão e mitigação dos impactos à saúde pública e ao ambiente, causados por pneus inservíveis no Brasil. **II Congresso Internacional de Geografia de la Salud**, 2011, Toluca, México. Anais, 2011.

FOGLIATTI, M. C.; FILIPPO, S.; GOUDARD, B. **Avaliação de impactos ambientais: aplicação aos sistemas de transporte**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

FRATE, Claudio Albuquerque. **Etanol e sustentabilidade**: avaliação sistêmica de segurança alimentar e nutricional. Doutorado (Tese em Política e Gestão Ambiental). UnB – CDS. 2011, 201p. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/9399>> acessado em 14 de janeiro de 2014.

GOMES, Priscila L.; OLIVEIRA, Vinícius B. P.; NASCIMENTO, Elson A. Aspectos e impactos no descarte de óleos lubrificantes: o caso das oficinas. **CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO**, 4. Anais. Niterói-RJ, 31 de julho à 02 de agosto de 2008. Disponível em: <http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg4/anais/T7_0035_0236.pdf> acessado em 19 de novembro de 2013.

GOODYEAR. Vida longa sem segredos: cuidados simples do dia a dia prolongam de forma significativa a vida útil dos pneus de seu veículo. **Boletim de orientações técnicas**, Ano I, Nº1, junho/2010. Disponível em: <<http://www.goodyear.com.br/pneus/pneus-caminhoes-onibus/pdf/boletim-orientacao-tecnica.pdf>> acessado em 09 de outubro de 2013.

GUIMARAES, Edson Peterli. **Análise da proteção global a indústria brasileira proporcionada pela tarifa e pelo custo de transporte(uma)**. Recife, 1981. 86 f.

HANDABAKA, Alberto Ruibal. **Gestão logística da distribuição física internacional**. São Paulo: Maltese, 1994. 466p.

HÖRNKE, Frank. **Top 5: piores vazamentos de petróleo da história**. Publicada em 23.02.2013. Disponível em: <<http://dw.de/p/17jcr>> acessado em 06 de junho de 2014.

HUERTAS, Daniel Monteiro. **Território e circulação: transporte rodoviário de carga no Brasil**. Tese (Doutorado em Geografia Humana) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-04112013-130623>> acessado em 24 de janeiro de 2014.

HUIJBREGTS, M.A.J.; ROMBOUTS, L.J.A.; RAGAS, A.M.J., VAN DE MEENT, D. Human-toxicological effect and damage factors of carcinogenic and noncarcinogenic chemicals for life cycle impact assessment. **Integrated Environmental Assessment Management**, volume 1, Issue 3. pp181-244. 2005. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1897/2004-007R.1/full>> acessado em 14 de janeiro de 2014.

IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis. **Programa de controle da poluição do ar por veículos automotores — PROCONVE/PROMOT**, 3 ed. — Brasília: IBAMA/DIQUA, 2011. 584 p.

IBAMA / MMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis / Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Naturais e da Amazônia Legal. **Programa de controle da poluição do ar por veículos automotores – PROCONVE**. 2.e – Coleção Meio Ambiente. Série Diretrizes – Gestão Ambiental. Brasília: IBAMA, 1998. 181p

IPCC - International Panel on Climate Change. **Climate Change 2013: The Physical Science Basis**. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/> acessado em 02 de fevereiro de 2014.

IPCC – International Panel on Climate Change. **Climate change 2007: synthesis report of the Fourth Assessment Report**. 2007. Disponível em: <www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml> acessado em 12 de janeiro de 2014.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DE SÃO PAULO. **Brazil National Event**, 4 october 2007. In: SIMBA 2. Disponível em: <<http://www.simbaproject.org/download/brazil/BRNE/Marcia%20Aps.pdf>> acessado em 06 de abril de 2011.

ISO 14040. **Environmental management – life cycle assessment – principles and framework**. ISO 14040:1997, International Organization for Standardization, 1997.

KEMP, R., SMITH, K., BECHER, G.. **How should we study the relationship between environmental regulations and innovation?**. Final report. JRC-IPTS, Seville. 1999.

Disponível em: <<ftp://139.191.159.34/pub/EURdoc/eur19827en.pdf>> acessado em 09 de janeiro de 2013.

LIMA, Euclides Antônio Pereira. **Um estudo sobre a qualidade do ar de Uberlândia:** material particulado em suspensão. Tese (Doutorado em Engenharia Química) Programa de pós Graduação em Engenharia Química, UFU. 2007. 148f.

LINDSKOG, Anne. Ozone and Other Photochemical Oxidants. **The Global Environment: Science, Technology and Management.** Brune, D.; Chapman, D.V.; Gwynne, M. D.; Pacyna, J. M. (Orgs). VCH Verlagsgesellschaft mbH, 1997. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9783527619658.ch21/summary>> acessado em 06 de fevereiro de 2014

LUBRAX. **Informações técnicas Lubrax Turbo para motores a diesel.** Janeiro de 2011. Disponível em: <<http://www.br.com.br/wps/wcm/connect/a46a62804626473bb4d9bfb37e971e31/ft-lub-auto-caminhoes-turbo.pdf?MOD=AJPERES>> acessado em 11 de dezembro de 2013

MARCOLINO, José Manuel. **Economia e saúde ambiental:** análise do impacto da poluição atmosférica na saúde humana. Dissertação (Mestrado em Economia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas. Programa de Pós-Graduação em Economia, Porto Alegre, 2009. 131p. Disponível em: <www.ppge.ufrgs.br/redesenv/teses/2009/mestrado/36.pdf> acessado em 23 de janeiro de 2014.

MARIANO, Jacqueline Barboza. **Impactos ambientais do refino de petróleo.** Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) COPPE – UFRJ: 2001. 216p. Disponível em: <<http://ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/jbmariano.pdf>> acessado em 29 de janeiro de 2014.

MARQUES, Gian Gomes. **Avaliação de potencial de redução dos poluentes atmosféricos locais obtidos a partir da renovação da frota de caminhões no Brasil.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

MARTINS, Paulo Roberto. Por uma política ecoindustrial. **O desafio da sustentabilidade: um debate socioambiental no Brasil.** VIANA, Gilney; SILVA, Marina; DINIZ, Nilo (orgs.). São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, 2001.

MORGADO, Paulo; ROCHA, Jorge. **Modelação geográfica de indicadores de desenvolvimento sustentável:** uma aplicação à Área Metropolitana de Lisboa. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos, 2008.

MOSER, W. Formation and transport of ozone and other photochemical oxidants. **Soz Praventivmed.**; 31 (1): pp48-52. 1986. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3962505>> acessado em 06 de fevereiro de 2014

MROUEH, Ulla-Maija (*et al*). **Life cycle assessment of road construction.** Finnish Road Administration. Helsinki, 2000.

NATAL, Delsio. Bioecologia do Aedes Aegypti. **Revista Biólogo**, São Paulo, v.64, n.2, p.205-207, jul./dez., 2002. Disponível em: <<http://www.feis.unesp.br/dtadm/stdarh/ed/documentos/dengue/dengue%20-%20bioecologia.pdf>> acessado em 5 de maio de 2011.

NITAHARA, Akemi. **Chevron vai pagar R\$ 95 milhões para compensar danos ambientais de vazamentos no Campo de Frade**. EBC Online – Agência Brasil. Publicado em 13/09/2013. Disponível em: <<http://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2013-09-13/chevron-vai-pagar-r-95-milhoes-para-compensar-danos-ambientais-de-vazamentos-no-campo-de-frade>> acessado em 06 de junho de 2014.

NOBRE, Marcos; AMAZONAS, Maurício. **Um conceito em institucionalização Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: Ibama, 2002.

NOLETO, Marcos Gonçalves. **Avaliação energético-ambiental de biocombustível aplicados a motores diesel**. 2011. ix, 80 f., il. Dissertação (Mestrado em Ciências Mecânicas)—Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

PALMA-ROJAS, Sílvia. **Contribuição do Enfoque de Ciclo de Vida da Ecologia Industrial na Economia do Meio Ambiente**. Estudo de Caso: Etanol Derivado de Bagaço da Cana-de-Açúcar. Tese de Doutorado, Departamento de Economia – UnB. Brasília, 2012. 183p.

PENNINGTON, D. W.; CRETZAZ, P.; TAUXE, A.; RHOMBERG, L.; BRAND, B.; JOLLIET, O. **Assessing human health response in life cycle assessment using ED 10s and DALYs: Part 2 - Noncancer Effects**. Risk Analysis 22, nº5, 2002. pp947–963.

PEREIRA, Denis Biolkino de Sousa. **Análise do impacto das condições de rodovias pavimentadas na renovação da frota de transporte rodoviário de carga**. Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília. 2006. 114 f.

PILGER, Leila Sibeles; OLIVEIRA, Eniz Conceição; MORSCHBACHER, Ana Paula. Avaliação do custo operacional e ambiental de transporte rodoviário de combustíveis: estudo de caso. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 12, n. 18, p. 107-206, jul./dez. 2011. Disponível em: <http://www.liberato.com.br/upload/arquivos/0120121121341327.pdf> acessado em 12 de dezembro de 2012.

POPE, C.A.; BURNETT R.T.; THUN, M.J.; CALLE, E.E.; KREWSKI, D.; ITO, K.; THURSTON, G.D.. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. **Journal of the American Medical Association**, 287, 2002. Pp.1132-1141.

PORTAL VERMELHO. **Graça Foster cala oposição**: Brasil terá autossuficiência. Matéria publicada em 20 de setembro de 2012. Disponível em: <http://www.vermelho.org.br/noticia.php?id_noticia=194278&id_secao=1> acessado em 14 de janeiro de 2014.

REBITZER, G; EKVALL, T; FRISCHKNECHT, R; HUNKELER, D; NORRIS, G; RYDBERG, T; SCHMIDT, W; SUH, S; WEIDEMA, B; PENNINGTON, D. **Review Life Cycle Assessment part 1: framework, goal and scope definition, inventory analysis and applications**. Environment International 30. 2004, pp 701-720.

RECIPE. **Quick introduction into ReCiPe e LCIA methodology**. 2008. Disponível em: <<http://www.lcia-recipe.net>> acessado em 20 de janeiro de 2014.

RIBEIRO, Fabrício Silva. **Contribuição teórica na transformação do espaço e sua relação com transporte para o crescimento econômico**: estudo de caso em Patos de Minas (MG). Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Transportes, 2012. 179 f.

RIBEIRO, Suzana Kahn (*et al*). **Transportation and climate change**. Rio de Janeiro: COPPE/RJ, 2003. 102p.

RIBEIRO, Suzana Kahn. Transporte e meio ambiente. **Encontro Mercado 6º CBTU** – 24 de novembro de 2005. Disponível em: <<http://www.cbtu.gov.br/eventos/encontro/encontro6/texto.htm>> acessado em 23 de janeiro de 2014.

RIVAS, A.; MOTA, J. A.; MACHADO, J. A da C. **Instrumentos econômicos para a proteção da Amazônia: a experiência do Pólo Industrial de Manaus**. Curitiba: Editora CRV, 2009.

SALLABERRY, Rogério Rodrigues. **Emprego da avaliação do ciclo de vida para levantamento dos desempenhos ambientais do biodiesel de girassol e do óleo diesel**. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) UFRGS – Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Porto Alegre, 2009. 126p. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufrgs.br/da.php?nrb=000736874&loc=2011&l=247aee8574c398f1>> acessado em 13 de janeiro de 2014.

SANTOS, David Rodrigues dos. **O perfil do transporte rodoviário de produtos perigosos no Distrito Federal: uma proposta metodológica**. Dissertação(Mestrado)-UnB/Centro de Desenvolvimento Sustentável, 2006. Brasília, 146 f

SCHRAMM, Joyce Mendes de Andrade (*et al*). Transição epidemiológica e o estudo de carga de doença no Brasil. **Ciênc. saúde coletiva**, vol.9, n.4. 2004, pp. 897-908. ISSN 1413-8123.

SCHROEDER, E.M.; CASTRO, J.C.. Transporte rodoviário de cargas: situação atual e perspectivas. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, n. 6, dez. 1996. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/conhecimento/revista/carga.pdf>> Acessado em 01/12/12.

SCHRYVER, A.N.M.; BRAKKEE, K.N.; GOEDKOOP, M.J.; HUIJBREGTS, M.A.J. Characterization factors for global warming in life cycle assessment based on damages to humans and ecosystems. **ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY**. VOL. 43, NO. 6, 2009. p.1689-1695

SHELL. **A escolha do melhor óleo para seu caminhão**. 2013. Disponível em: <<http://www.shell.com/bra/products-services/postos-shell/oleos-lubrificantes/trucks/choosing-best-truck-oil.html>> acessado em 19 de novembro de 2013.

SILVA JUNIOR, Roberto França da. **Geografia de redes e da logística no transporte rodoviário de cargas**: fluxos e mobilidade geográfica do capital. Dissertação (mestrado) UNESP Presidente Prudente. 270p. Disponível em: <http://www2.fct.unesp.br/grupos/gasperr/pub/diss/junior_01.pdf> acessado em 20 de setembro de 2013

SILVA, E. R.; CARDOSO, B. C.; SANTOS, M. P. S. O aumento da taxa de motorização de motocicletas no Brasil. **Revista Brasileira de Administração Científica**, Aquidabã, v.2, n.2, 2011. pp.49-63.

SILVA, Fernando Nonato da. **Fatores incidentes no uso de tecnologias capazes de reduzir as emissões de ônibus e caminhões no Brasil**. Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, Centro de Desenvolvimento Sustentável. 2008. 261 p.

SOARES, F.; MARÇAL, R.F.L.; SCANDELARI, L. **Gerenciamento de pneus em frota de caminhão de carga**. XIII SIMPEP – Bauru-SP, Brasil. 6 a 8 de novembro de 2006.

SOUZA, Paulo Fernando de Almeida. **Análise de indicadores de sustentabilidade ambiental**: o exemplo do transporte marítimo de hidrocarbonetos na baía de todos os santos. Brasília, 2003. 153 p.

SPIELMANN, Michael; SCHOLZ, Roland W. **Life cycle inventories of transport services**: background data for freight transport. The International Journal of Life Cycle Assessment October, 2005, Volume 10, Issue 1, pp 85-94. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1065/lca2004.10.181.10>> acessado em 14 de janeiro de 2014.

SUPPEN, Nydia; ONOSATO, Masahiko; TERAMOTO KOJI, Yoshimi Takeuchi. La serie ISO 14040: análisis de ciclo de vida. **Avaliação do ciclo de vida: a ISO 14040 na América Latina**. Caldeira-Pires, A.; Souza-Paula, M.C.; Villas Bôas, R. (Orgs.). Brasília: Abipti, 2005. pp. 27-39.

TANIMOTO, Armando H. **A economia medida pela Análise de Fluxo de Massa (AFM)**: a desmaterialização da economia nos países desenvolvidos sustentada pelos recursos naturais dos países emergentes, a exemplo do Brasil. Tese de Doutorado. Brasília: CDS-UnB, 2010. 154p.

TRANSPORTES BERTOLINI – TBL. **Vídeo Transporte Bertolini Institucional**. 14/02/2013. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=uyVrLsNr5k8#t=168>> acessado em 06 de janeiro de 2014

UGAYA, Cássia Maria Lie. Cenários ambientais da renovação da frota de automóveis no Brasil. **Avaliação do ciclo de vida: a ISO 14040 na América Latina**. Caldeira-Pires, A.; Souza-Paula, M.C.; Villas Bôas, R. (Orgs.). Brasília: Abipti, 2005. pp. 281-308.

VAN ZELM, R.; HUIJBREGTS, M.A.J.; DEN HOLLANDER, H.A.; VAN JAARVELD, H.A.; SAUTER, F.J.; STRUIJS, J.; VAN WIJNEN, H.J.; VAN DE MEENT, D. European characterization factors for human health damage of PM10 and ozone in life cycle impact assessment. **Atmospheric Environment**, n.42, 441-453. 2008. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/atmosenv> acessado em 14 de janeiro de 2014.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. **Transporte e meio ambiente: conceitos e informações para análise de impactos**. São Paulo: Ed. do Autor, 2006. 200p.

VEIGA, José Eli da. **Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI**. Rio de Janeiro: Garamond, 2010. 220p.

VIANNA, J.N.S.; WEHRMANN, M.E.S.F.; DUARTE, L.M.G. Soybean and the contribution of oilseeds to biodiesel production in Brazil. **Sustainable Development: Energy, Environment and Natural Disasters**. Laura M. G. Duarte and Paulo Pinto. (Org.) Évora: Fundação Luis de Molina. 2009. pp 71-91

VOLKSWAGEN. **Ficha técnica Constellation 19320 Tractor**. 03/2008. Disponível em: <<http://www.man-la.com/produtos-volkswagen/advantech/caminhoes/familia/constellation>> acessado em 08 de agosto de 2013

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Metric: disability-adjusted life years (DALY): quantifying the burden of disease from mortality and morbidity**. 2014. Disponível em: <http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/metrics_daly/en/> acessado em 15 de fevereiro de 2014.

APÉNDICE

**Emissões anuais na fase de produção de diesel e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qty	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
001		Diesel [Refinery products]	3326449,01	kg				0				
002		High radioactive waste [Radioactive waste]	0,27889949	kg				0				
003		Low radioactive wastes [Radioactive waste]	4,49409157	kg				0				
004		Medium radioactive wastes [Radioactive waste]	2,23840783	kg				0				
005		Radioactive tailings [Radioactive waste]	219,312845	kg				0				
006		1,1,1-Trichloroethane [Halogenated organic emissions to air]	3,28E-06	kg				0	5,929E-10	1,95E-15	146	4,79E-04
007		1,2-Dibromoethane [Halogenated organic emissions to fresh water]	2,37E-11	kg	4,80E-01			1,136E-11				
008	van Zelm (2008)	1,3,5-Trimethylbenzene [Group NMVOC to air]	5,71E-11	kg			3,90E-08	2,226E-18				
009		Acenaphthene [Hydrocarbons to fresh water]	0,00087196	kg		2,20E-03		1,918E-06				
010		Acenaphthene [Hydrocarbons to sea water]	0,00413977	kg		2,20E-03		9,108E-06				
011	ReCiPe 2008	Acenaphthylene [Hydrocarbons to fresh water]	0,00037443	kg		5,95E-08		2,228E-11				
012	ReCiPe 2008	Acenaphthylene [Hydrocarbons to sea water]	0,00177521	kg		1,23E-10		2,184E-13				
013		Acetaldehyde (Ethanal) [Group NMVOC to air]	0,03900361	kg	6,40E-03		3,20E-02	0,0014977				
014		Acetic acid [Group NMVOC to air]	0,28152369	kg				0				
015		Acetic acid [Hydrocarbons to fresh water]	0,00020004	kg				0				
016		Acetic acid [Hydrocarbons to sea water]	7,32E-08	kg				0				
017	van Zelm (2008)	Acetone (dimethylcetone) [Group NMVOC to air]	0,0377914	kg		2,40E-04	3,90E-08	9,071E-06	6,193E-09	2,34E-10		
018		Acid (calculated as H+) [Inorganic emissions to fresh water]	0,00089232	kg				0				
019		Acrolein [Group NMVOC to air]	0,00134064	kg		2,20E+00	5,00E+01	0,0699812				
020		Acrylonitrile [Hydrocarbons to fresh water]	2,87E-09	kg	5,80E-02		3,00E-01	1,026E-09				
021		Adsorbable organic halogen compounds (AOX) [Analytical measures to fresh water]	1,20613009	kg				0				
022		Adsorbable organic halogen compounds (AOX) [Analytical measures to sea water]	1,54E-06	kg				0				
023	van Zelm (2008)	Aldehyde (unspecified) [Group NMVOC to air]	0,00089842	kg			3,90E-08	3,504E-11	3,615E-08	3,25E-11		
024	van Zelm (2008)	Alkane (unspecified) [Group NMVOC to air]	0,41980092	kg			3,90E-08	1,637E-08				
025	van Zelm (2008)	Alkene (unspecified) [Group NMVOC to air]	0,28421154	kg			3,90E-08	1,108E-08				
026		Aluminium (+III) [Inorganic emissions to fresh water]	1,22529385	kg				0				
027		Aluminium (+III) [Inorganic emissions to industrial soil]	0,01173521	kg				0				
028		Aluminium (+III) [Inorganic emissions to sea water]	4,13E-06	kg				0				
029		Aluminium [Particles to air]	0,00017928	kg				0				
030		Aluminium oxide (dust) [Particles to air]	-0,0015279	kg				0				
031		Americium (Am241) [Radioactive emissions to fresh water]	3,7432065	Bq				0				
032		Ammonia [Inorganic emissions to air]	1354,52828	kg			6,10E-02	82,626225				
033		Ammonia [Inorganic emissions to fresh water]	0,43146376	kg			6,10E-02	0,0263193				
034		Ammonia [Inorganic emissions to industrial soil]	0,01077064	kg			6,10E-02	0,000657				
035		Ammonia [Inorganic emissions to sea water]	1,39E-07	kg			6,10E-02	8,481E-09				
036		Ammonium (total N) [Inorganic emissions to fresh water]	1,06E-08	kg				0				
037		Ammonium / ammonia [Inorganic emissions to fresh water]	11,1451027	kg			6,10E-02	0,6798513				
038		Ammonium / ammonia [Inorganic emissions to sea water]	1,11E-06	kg			6,10E-02	6,781E-08				
039		Ammonium [Inorganic emissions to air]	0,00010222	kg				0				
040		Ammonium nitrate [Inorganic emissions to air]	7,46E-11	kg				0				
041		Anthracene [Group PAH to air]	0,00018999	kg			3,90E-04	7,41E-08				
042		Anthracene [Hydrocarbons to fresh water]	0,00163048	kg			3,90E-04	6,359E-07				

**Emissões anuais na fase de produção de diesel e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qty	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
043		Anthracene [Hydrocarbons to sea water]	0,00774542	kg		3,90E-04		3,021E-06				
044		Antimony (Sb124) [Radioactive emissions to air]	407,839013	Bq				0				
045	ReCiPe 2008	Antimony (Sb124) [Radioactive emissions to fresh water]	11641,2972	Bq	6,33E-13			7,369E-09				
046	ReCiPe 2008	Antimony (Sb125) [Radioactive emissions to fresh water]	13223,9585	Bq	1,15E-14			1,521E-10				
047		Antimony [Heavy metals to air]	0,00144608	kg		1,30E+00		0,0018799				
048		Antimony [Heavy metals to fresh water]	9,29E-10	kg		1,30E+00		1,207E-09				
049		Antimony [Heavy metals to industrial soil]	6,61E-10	kg		1,30E+00		8,597E-10				
050		Argon (Ar41) [Radioactive emissions to air]	17060061,2	Bq				0				
051		Argon [Inorganic emissions to air]	0,03685343	kg				0				
052	van Zelm (2008)	Aromatic hydrocarbons (unspecified) [Group NMVOC to air]	0,01427477	kg			3,90E-08	5,567E-10				
053		Aromatic hydrocarbons (unspecified) [Hydrocarbons to fresh water]	0,135556	kg				0				
054		Aromatic hydrocarbons (unspecified) [Hydrocarbons to sea water]	0,01697848	kg				0				
055		Arsenic (+V) [Heavy metals to air]	0,01791094	kg	8,00E-02	3,40E+01		0,6104048				
056		Arsenic (+V) [Heavy metals to fresh water]	0,63835742	kg	8,00E-02	3,40E+01		21,755221				
057		Arsenic (+V) [Heavy metals to industrial soil]	5,66E-06	kg	8,00E-02	3,40E+01		0,0001929				
058		Arsenic (+V) [Heavy metals to sea water]	2,89026712	kg	8,00E-02	3,40E+01		98,500303				
059		Arsenic trioxide [Heavy metals to air]	8,03E-07	kg				0				
060		Barium [Inorganic emissions to air]	0,04416938	kg		2,60E-01		0,011484				
061		Barium [Inorganic emissions to fresh water]	5,33091744	kg		2,60E-01		1,3860385				
062		Barium [Inorganic emissions to sea water]	25,219153	kg		2,60E-01		6,5569798				
063		Benzene [Group NMVOC to air]	2,06704068	kg	5,80E-03		3,10E-03	0,0183967	1,436E-08	2,97E-08		
064		Benzene [Hydrocarbons to fresh water]	1,99990543	kg	5,80E-03		3,10E-03	0,0177992				
065		Benzene [Hydrocarbons to sea water]	9,46728959	kg	5,80E-03		3,10E-03	0,0842589				
066		Benzo(a)anthracene [Group PAH to air]	9,56E-05	kg				0				
067		Benzo(a)anthracene [Hydrocarbons to fresh water]	9,98E-05	kg				0				
068		Benzo(a)anthracene [Hydrocarbons to sea water]	0,00047242	kg				0				
069		Benzo(a)pyrene [Group PAH to air]	9,61E-05	kg	1,10E+00			0,0001057				
070		Benzo(ghi)perylene [Group PAH to air]	8,53E-05	kg				0				
071		Benzofluoranthene [Group PAH to air]	0,00017055	kg				0				
072		Benzofluoranthene [Hydrocarbons to fresh water]	1,22E-05	kg				0				
073		Benzofluoranthene [Hydrocarbons to sea water]	5,75E-05	kg				0				
074		Beryllium [Inorganic emissions to air]	0,00030891	kg	3,80E+00	8,40E-02	2,80E-03	0,0012007				
075		Beryllium [Inorganic emissions to fresh water]	2,83E-05	kg	3,80E+00	8,40E-02	2,80E-03	0,00011				
076		Beryllium [Inorganic emissions to industrial soil]	2,28E-10	kg	3,80E+00	8,40E-02	2,80E-03	8,843E-10				
077		Beryllium [Inorganic emissions to sea water]	3,12E-08	kg	3,80E+00	8,40E-02	2,80E-03	1,214E-07				
078		Biological oxygen demand (BOD) [Analytical measures to fresh water]	17,8679237	kg				0				
079		Biological oxygen demand (BOD) [Analytical measures to sea water]	1,69784784	kg				0				
080		Boron [Inorganic emissions to air]	6,60E-07	kg		4,30E-03		2,837E-09				
081		Boron [Inorganic emissions to fresh water]	0,32056777	kg		4,30E-03		0,0013784				
082		Boron [Inorganic emissions to sea water]	7,56E-08	kg		4,30E-03		3,251E-10				
083		Boron compounds (unspecified) [Inorganic emissions to air]	0,37397862	kg		4,30E-03		0,0016081				
084		Bromate [Inorganic emissions to fresh water]	1,73E-11	kg	1,70E-01	1,00E-01		4,676E-12				

**Emissões anuais na fase de produção de diesel e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qnt	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
085		Bromide [Inorganic emissions to industrial soil]	1,30E-07	kg	1,70E-01	1,00E-01		3,498E-08				
086		Bromine [Inorganic emissions to air]	0,08384238	kg	1,70E-01	1,00E-01		0,0226374				
087		Bromine [Inorganic emissions to fresh water]	1,57E-09	kg	1,70E-01	1,00E-01		4,25E-10				
088	van Zelm (2008)	Butadiene [Group NMVOC to air]	8,28E-10	kg			3,90E-08	3,23E-17	5,606E-08	4,64E-17		
089	van Zelm (2008)	Butane (n-butane) [Group NMVOC to air]	175,130855	kg			3,90E-08	6,83E-06	2,319E-08	4,06E-06		
090	van Zelm (2008)	Butene [Group NMVOC to air]	1,71E-07	kg			3,90E-08	6,662E-15	2,319E-08	3,96E-15		
091		Cadmium (+II) [Heavy metals to agricultural soil]	0,46705739	kg	2,80E+00	5,40E+00		3,8298706				
092		Cadmium (+II) [Heavy metals to air]	0,00897898	kg	2,80E+00	5,40E+00		0,0736276				
093		Cadmium (+II) [Heavy metals to fresh water]	0,27859585	kg	2,80E+00	5,40E+00		2,284486				
094		Cadmium (+II) [Heavy metals to industrial soil]	4,45E-05	kg	2,80E+00	5,40E+00		0,0003651				
095		Cadmium (+II) [Heavy metals to sea water]	1,23662782	kg	2,80E+00	5,40E+00		10,140348				
096		Calcium (+II) [Inorganic emissions to fresh water]	153,948402	kg				0				
097		Calcium (+II) [Inorganic emissions to industrial soil]	48,2647795	kg				0				
098		Calcium (+II) [Inorganic emissions to sea water]	8,27E-06	kg				0				
099	van Zelm (2008)	Caprolactam [Group NMVOC to air]	6,97E-07	kg			3,90E-08	2,719E-14				
100	ReCiPe 2008	Carbon (C14) [Radioactive emissions to air]	21176328	Bq	1,64E-10			0,0034729				
101		Carbon (C14) [Radioactive emissions to fresh water]	516,980003	Bq				0				
102	ReCiPe 2008	Carbon (C14) [Radioactive emissions to sea water]	99109,8853	Bq	9,14E-13			9,059E-08				
103		Carbon dioxide (biotic) [Inorganic emissions to air]	17077,292	kg				0			1	1,71E+04
104		Carbon dioxide [Inorganic emissions to air]	1181817,01	kg				0			1	1,18E+06
105		Carbon disulphide [Inorganic emissions to air]	4,40E-09	kg		5,90E-03	2,20E-01	9,946E-10				
106	ReCiPe 2012	Carbon monoxide [Inorganic emissions to air]	1365,63968	kg			1,78E-09	2,429E-06	1,779E-09	2,43E-06		
107		Carbon, organically bound [Organic emissions to fresh water]	2041,88486	kg				0				
108		Carbonate [Inorganic emissions to fresh water]	623,971019	kg				0				
109		Carbonate [Inorganic emissions to sea water]	1586,43557	kg				0				
110	ReCiPe 2008	Cesium (Cs134) [Radioactive emissions to air]	71,8773304	Bq	9,25E-12			6,649E-10				
111	ReCiPe 2008	Cesium (Cs134) [Radioactive emissions to fresh water]	4517,44505	Bq	1,11E-10			5,014E-07				
112	ReCiPe 2008	Cesium (Cs134) [Radioactive emissions to sea water]	1190,50913	Bq	6,09E-14			7,25E-11				
113	ReCiPe 2008	Cesium (Cs137) [Radioactive emissions to air]	69,381067	Bq	1,04E-11			7,216E-10				
114	ReCiPe 2008	Cesium (Cs137) [Radioactive emissions to fresh water]	19921,1798	Bq	1,29E-10			2,57E-06				
115	ReCiPe 2008	Cesium (Cs137) [Radioactive emissions to sea water]	15923,0596	Bq	6,09E-14			9,697E-10				
116		Chemical oxygen demand (COD) [Analytical measures to fresh water]	237,951185	kg				0				
117		Chemical oxygen demand (COD) [Analytical measures to sea water]	138,763596	kg				0				
118		Chlorate [Inorganic emissions to fresh water]	3,49E-07	kg				0				
119		Chloride (unspecified) [Inorganic emissions to air]	3,58635824	kg				0				
120		Chloride [Inorganic emissions to fresh water]	28691,4663	kg				0				
121		Chloride [Inorganic emissions to industrial soil]	0,96214586	kg				0				
122		Chloride [Inorganic emissions to sea water]	125286,814	kg				0				
123		Chlorinated hydrocarbons (unspecified) [Halogenated organic emissions to fresh water]	8,17E-10	kg				0	4,875E-09	3,98E-18		
124		Chlorine (dissolved) [Inorganic emissions to fresh water]	1,07561419	kg		7,60E-03		0,0081747				
125		Chlorine [Inorganic emissions to air]	0,03373163	kg		7,60E-03		0,0002564				
126		Chlorine [Inorganic emissions to industrial soil]	2,94E-07	kg		7,60E-03		2,234E-09				

**Emissões anuais na fase de produção de diesel e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qnt	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
127		Chloromethane (methyl chloride) [Halogenated organic emissions to fresh water]	9,68E-08	kg				0			13	1,26E-06
128		Chromium (+III) [Heavy metals to agricultural soil]	10,8301962	kg		7,50E-05		0,0008123				
129		Chromium (+III) [Heavy metals to air]	0,00016393	kg		7,50E-05		1,23E-08				
130		Chromium (+III) [Heavy metals to fresh water]	0,09678804	kg		7,50E-05		7,259E-06				
131		Chromium (+III) [Heavy metals to industrial soil]	1,73E-07	kg		7,50E-05		1,297E-11				
132		Chromium (+VI) [Heavy metals to air]	1,64E-09	kg	1,90E+01	4,40E-02	2,40E+01	7,074E-08				
133		Chromium (+VI) [Heavy metals to fresh water]	0,00089018	kg	1,90E+01	4,40E-02	2,40E+01	0,0383169				
134		Chromium (+VI) [Heavy metals to industrial soil]	1,26E-09	kg	1,90E+01	4,40E-02	2,40E+01	5,422E-08				
135	ReCiPe 2008	Chromium (unspecified) [Heavy metals to agricultural soil]	-4,99E-07	kg		4,24E-09		-2,12E-15				
136	ReCiPe 2008	Chromium (unspecified) [Heavy metals to air]	0,04897591	kg			2,20E-07	1,077E-08				
137		Chromium (unspecified) [Heavy metals to fresh water]	0,99399701	kg				0				
138	ReCiPe 2008	Chromium (unspecified) [Heavy metals to industrial soil]	0,00035839	kg		9,81E-11		3,516E-14				
139		Chromium (unspecified) [Heavy metals to sea water]	4,72451237	kg				0				
140		Chrysene [Group PAH to air]	0,00023481	kg				0				
141		Chrysene [Hydrocarbons to fresh water]	0,00036529	kg				0				
142		Chrysene [Hydrocarbons to sea water]	0,00172881	kg				0				
143		Clean gas [Other emissions to air]	43833,1734	kg				0				
144		Cobalt (Co58) [Radioactive emissions to air]	275,785715	Bq				0				
145		Cobalt (Co58) [Radioactive emissions to fresh water]	66747,0236	Bq				0				
146		Cobalt (Co60) [Radioactive emissions to air]	718,213953	Bq				0				
147		Cobalt (Co60) [Radioactive emissions to fresh water]	57649,7958	Bq				0				
148		Cobalt (Co60) [Radioactive emissions to sea water]	1904,81461	Bq				0				
149	ReCiPe 2008	Cobalt [Heavy metals to air]	0,02009746	kg			0,00302	6,069E-05				
150	ReCiPe 2008	Cobalt [Heavy metals to fresh water]	5,93E-05	kg		1,31E-25		7,773E-30				
151	ReCiPe 2008	Cobalt [Heavy metals to industrial soil]	4,51E-07	kg		2,62E-25		1,182E-31				
152	ReCiPe 2008	Cobalt [Heavy metals to sea water]	7,06E-07	kg		8,64E-26		6,103E-32				
153		Copper (+II) [Heavy metals to agricultural soil]	10,8301922	kg		7,90E-03		0,0855585				
154		Copper (+II) [Heavy metals to air]	0,05167421	kg		7,90E-03		0,0004082				
155		Copper (+II) [Heavy metals to fresh water]	1,67940943	kg		7,90E-03		0,0132673				
156		Copper (+II) [Heavy metals to industrial soil]	0,00094031	kg		7,90E-03		7,428E-06				
157		Copper (+II) [Heavy metals to sea water]	4,21014553	kg		7,90E-03		0,0332601				
158		Copper ion (+II/+III) [Inorganic emissions to fresh water]	2,69E-08	kg		7,90E-03		2,127E-10				
159		Cresol (methyl phenol) [Hydrocarbons to fresh water]	1,37E-09	kg		4,40E-03		6,01E-12				
160		Cresol (methyl phenol) [Hydrocarbons to sea water]	1,05E-09	kg		4,40E-03		4,615E-12				
161		Cumene (isopropylbenzene) [Group NMVOC to air]	2,52E-10	kg		2,00E-03	6,50E-04	6,676E-13	3,294E-08	8,30E-18		
162		Curium (Cm alpha) [Radioactive emissions to fresh water]	4,9608763	Bq				0				
163		Cyanide (unspecified) [Inorganic emissions to air]	0,08478203	kg		1,00E-02		0,0008478				
164		Cyanide [Inorganic emissions to fresh water]	0,01830685	kg		1,00E-02		0,0001831				
165		Cyclohexane (hexahydro benzene) [Group NMVOC to air]	1,03E-07	kg			7,00E-04	7,192E-11				
166		Dibenz(a)anthracene [Group PAH to air]	5,31E-05	kg	3,00E-01			1,594E-05				
167	ReCiPe 2008	Dichloroethane (ethylene dichloride) [Halogenated organic emissions to air]	3,45E-10	kg			2,29E-05	7,904E-15				
168	ReCiPe 2008	Dichloroethane (ethylene dichloride) [Halogenated organic emissions to fresh water]	5,37E-12	kg		1,20E-05		6,439E-17				

**Emissões anuais na fase de produção de diesel e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qnt	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
169	ReCiPe 2008	Dichloromethane (methylene chloride) [Halogenated organic emissions to air]	4,25E-11	kg			1,62E-05	6,892E-16	4,480E-09	1,91E-19	8,7	3,70E-10
170		Dichloropropane [Halogenated organic emissions to fresh water]	4,56E-13	kg	4,70E-03		8,70E-01	3,99E-13				
171	van Zelm (2008)	Diethylamine [Group NMVOC to air]	-5,49E-13	kg			3,90E-08	-2,14E-20				
172	van Zelm (2008)	Dimethylamine [Group NMVOC to air]	5,46E-09	kg			3,90E-08	2,128E-16				
173		Dioxins (unspec.) [Halogenated organic emissions to air]	1,82E-09	kg				0				
174	van Zelm (2008)	Dust (> PM10) [Particles to air]	19,5058929	kg			2,60E-04	0,0050715				
175	ReCiPe 2008	Dust (PM2,5 - PM10) [Particles to air]	107,673198	kg			0,00026	0,027995				
176	ReCiPe 2008	Dust (PM2.5) [Particles to air]	63,9938737	kg			0,00026	0,0166384				
177	van Zelm (2008)	Ethane [Group NMVOC to air]	468,349957	kg			3,90E-08	1,827E-05	6,588E-08	3,09E-05		
178	van Zelm (2008)	Ethanol [Group NMVOC to air]	0,07222819	kg			3,90E-08	2,817E-09	2,629E-08	1,90E-09		
179	van Zelm (2008)	Ethene (ethylene) [Group NMVOC to air]	0,00073727	kg			3,90E-08	2,875E-11	8,103E-09	5,97E-12		
180		Ethyl benzene [Group NMVOC to air]	0,2774635	kg	2,20E-04	2,30E-03	3,30E-04	0,0007908				
181		Ethyl benzene [Hydrocarbons to fresh water]	0,10887817	kg	2,20E-04	2,30E-03	3,30E-04	0,0003103				
182		Ethyl benzene [Hydrocarbons to sea water]	0,51541214	kg	2,20E-04	2,30E-03	3,30E-04	0,0014689				
183		Exhaust [Other emissions to air]	1083059,04	kg				0				
184	van Zelm (2008)	Fluoranthene [Group NMVOC to air]	0,00061876	kg		3,10E-03	3,90E-08	1,918E-06				
185		Fluoranthene [Hydrocarbons to fresh water]	0,00011443	kg		3,10E-03		3,547E-07				
186		Fluoranthene [Hydrocarbons to sea water]	0,00055122	kg		3,10E-03		1,709E-06				
187	van Zelm (2008)	Fluorene [Group NMVOC to air]	0,00196336	kg		3,10E-03	3,90E-08	6,086E-06				
188		Fluoride [Inorganic emissions to air]	1,05126628	kg		4,50E-01		0,4730698				
189		Fluoride [Inorganic emissions to fresh water]	146,479237	kg		4,50E-01		65,915657				
190		Fluoride [Inorganic emissions to industrial soil]	0,00051028	kg		4,50E-01		0,0002296				
191		Fluoride [Inorganic emissions to sea water]	-0,0010924	kg		4,50E-01		-0,000492				
192		Fluorides [Inorganic emissions to air]	0,2198288	kg		4,50E-01		0,098923				
193		Fluorine [Inorganic emissions to air]	5,20E-05	kg		4,50E-01		2,34E-05				
194		Fluorine [Inorganic emissions to fresh water]	0,00849842	kg		4,50E-01		0,0038243				
195	van Zelm (2008)	Formaldehyde (methanal) [Group NMVOC to air]	1,16747372	kg	7,60E-01	7,30E-03	3,90E-08	0,8958026	3,419E-08	3,99E-08		
196		Formaldehyde (methanal) [Hydrocarbons to fresh water]	2,47E-10	kg	7,60E-01	7,30E-03		1,899E-10				
197		Halogenated hydrocarbons (unspecified) [Halogenated organic emissions to air]	9,63E-09	kg				0				
198		Heavy metals to air (unspecified) [Heavy metals to air]	0,00020596	kg				0				
199		Heavy metals to water (unspecified) [Heavy metals to fresh water]	1,42E-09	kg				0				
200		Helium [Inorganic emissions to air]	8,29E-06	kg				0				
201	van Zelm (2008)	Heptane (isomers) [Group NMVOC to air]	5,97023889	kg			3,90E-08	2,328E-07	3,254E-08	1,94E-07		
202	van Zelm (2008)	Hexamethylene diamine (HMDA) [Group NMVOC to air]	4,88E-11	kg			3,90E-08	1,903E-18				
203		Hexane (isomers) [Group NMVOC to air]	102,075585	kg			7,70E-03	0,785982	3,175E-08	3,24E-06		
204		Hexane (isomers) [Hydrocarbons to fresh water]	1,54E-10	kg			7,70E-03	1,183E-12				
205		Hexane (isomers) [Hydrocarbons to sea water]	1,15E-10	kg			7,70E-03	8,818E-13				
206		Hydrocarbons (unspecified) [Hydrocarbons to fresh water]	0,00938479	kg				0				
207		Hydrocarbons (unspecified) [Organic emissions to air (group VOC)]	0,16368772	kg				0			7,5	1,23E+00
208		Hydrocarbons, chloro-/fluoro- [Halogenated organic emissions to air]	6,68E-08	kg				0				
209		Hydrogen (H3) [Radioactive emissions to air]	58772039,8	Bq				0				
210		Hydrogen (H3) [Radioactive emissions to fresh water]	1243865623	Bq				0				

**Emissões anuais na fase de produção de diesel e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qty	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
211		Hydrogen (H3) [Radioactive emissions to sea water]	130211936	Bq				0				
212		Hydrogen [Inorganic emissions to air]	23,9344032	kg				0				
213		Hydrogen arsenic (arsine) [Heavy metals to air]	6,67E-05	kg				0				
214		Hydrogen bromine (hydrobromic acid) [Inorganic emissions to air]	1,22E-06	kg				0				
215		Hydrogen chloride [Inorganic emissions to air]	9,79241524	kg			9,30E-02	0,9106946				
216		Hydrogen chloride [Inorganic emissions to fresh water]	0,000502	kg			9,30E-02	4,669E-05				
217		Hydrogen cyanide (prussic acid) [Inorganic emissions to air]	7,05E-05	kg		2,20E-02	4,50E-01	3,328E-05				
218		Hydrogen cyanide (prussic acid) [Inorganic emissions to fresh water]	1,40E-10	kg		2,20E-02	4,50E-01	6,592E-11				
219		Hydrogen fluoride (hydrofluoric acid) [Inorganic emissions to fresh water]	0,00072428	kg				0				
220	ReCiPe 2008	Hydrogen fluoride [Inorganic emissions to air]	0,80830469	kg			0,000186	0,0001503				
221		Hydrogen iodide [Inorganic emissions to air]	1,60E-10	kg				0				
222		Hydrogen peroxide [Inorganic emissions to fresh water]	0,04417964	kg	1,90E-04			8,394E-06				
223		Hydrogen phosphorous [Inorganic emissions to air]	4,80E-07	kg				0				
224		Hydrogen sulphide [Inorganic emissions to air]	22,3097264	kg			4,40E-01	9,8162796				
225		Hydroxide [Inorganic emissions to fresh water]	0,00225933	kg				0				
226		Indeno[1,2,3-cd]pyrene [Group PAH to air]	6,35E-05	kg				0				
227		Inert gases [Radioactive emissions to air]	1,28E-16	Bq				0				
228		Iodine (I129) [Radioactive emissions to air]	8,33514037	Bq				0				
229		Iodine (I129) [Radioactive emissions to fresh water]	544,188235	Bq				0				
230		Iodine (I131) [Radioactive emissions to air]	529120,285	Bq				0				
231		Iodine (I131) [Radioactive emissions to fresh water]	2279,69554	Bq				0				
232		Iodine (I131) [Radioactive emissions to sea water]	17411,1961	Bq				0				
233		Iron [Heavy metals to air]	0,4406004	kg				0				
234		Iron [Heavy metals to fresh water]	92,4408687	kg				0				
235		Iron [Heavy metals to industrial soil]	0,00407277	kg				0				
236		Iron [Heavy metals to sea water]	1,08E-05	kg				0				
237	van Zelm (2008)	Isopropanol [Group NMVOC to air]	0,00021325	kg			3,90E-08	8,317E-12				
238		Krypton (Kr85) [Radioactive emissions to air]	151270243	Bq				0				
239		Krypton (Kr85m) [Radioactive emissions to air]	88197447	Bq				0				
240		Lanthanides [Heavy metals to air]	1,47E-10	kg				0				
241		Lead (+II) [Heavy metals to agricultural soil]	16,2453592	kg		7,50E+00		121,84019				
242		Lead (+II) [Heavy metals to air]	0,22905957	kg		7,50E+00		1,7179468				
243		Lead (+II) [Heavy metals to fresh water]	0,74635084	kg		7,50E+00		5,5976313				
244		Lead (+II) [Heavy metals to industrial soil]	3,39E-06	kg		7,50E+00		2,544E-05				
245		Lead (+II) [Heavy metals to sea water]	0,84574058	kg		7,50E+00		6,3430543				
246	ReCiPe 2008	Lead (Pb210) [Radioactive emissions to air]	2021,25428	Bq	1,17E-12			2,365E-09				
247		Lead dioxide [Inorganic emissions to air]	7,46E-10	kg				0				
248		Magnesium (+II) [Inorganic emissions to fresh water]	12,679303	kg				0				
249		Magnesium (+III) [Inorganic emissions to industrial soil]	0,47915026	kg				0				
250		Magnesium [Inorganic emissions to sea water]	0,29637189	kg				0				
251		Magnesium chloride [Inorganic emissions to fresh water]	4,44E-05	kg				0				
252		Manganese (+II) [Heavy metals to air]	0,28680659	kg			2,30E+01	6,5965515				

**Emissões anuais na fase de produção de diesel e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qty	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
253		Manganese (+II) [Heavy metals to fresh water]	85,6500257	kg		1,90E-01		16,273505				
254		Manganese (+II) [Heavy metals to industrial soil]	0,0001213	kg		1,90E-01		2,305E-05				
255		Manganese (+II) [Heavy metals to sea water]	1,35E-06	kg		1,90E-01		2,556E-07				
256	ReCiPe 2008	Manganese (Mn54) [Radioactive emissions to fresh water]	5774,76822	Bq	2,46E-13			1,421E-09				
257	van Zelm (2008)	Mercaptan (unspecified) [Group NMVOC to air]	0,00484675	kg			3,90E-08	1,89E-10				
258		Mercury (+II) [Heavy metals to agricultural soil]	0,10830196	kg		3,80E+00		0,4115475				
259		Mercury (+II) [Heavy metals to air]	0,2003165	kg			2,30E+00	0,4607279				
260		Mercury (+II) [Heavy metals to fresh water]	0,00615619	kg		3,80E+00		0,0233935				
261		Mercury (+II) [Heavy metals to industrial soil]	1,99E-09	kg		3,80E+00		7,579E-09				
262		Mercury (+II) [Heavy metals to sea water]	0,00666669	kg		3,80E+00		0,0253334				
263		meta-Cresol [Group NMVOC to air]	3,51E-08	kg		4,40E-03		1,543E-10				
264		Metal ions (unspecific) [Inorganic emissions to fresh water]	0,00114363	kg				0				
265		Metals (unspecified) [Particles to air]	1,49E-06	kg				0				
266		Metals (unspecified) [Particles to fresh water]	1,33E-08	kg				0				
267	van Zelm (2008)	Methacrylate [Group NMVOC to air]	2,01E-08	kg			3,90E-08	7,83E-16				
268	ReCiPe 2012	Methane [Organic emissions to air (group VOC)]	10026,73	kg			3,95E-10	3,964E-06	3,953E-10	3,96E-06	25	2,51E+05
269		Methanol [Group NMVOC to air]	0,07137816	kg		4,40E-04		3,141E-05	9,223E-09	6,58E-10		
270		Methanol [Hydrocarbons to fresh water]	6,91777481	kg		4,40E-04		0,0030438				
271		Methyl methacrylate (MMA) [Group NMVOC to air]	2,53E-06	kg		8,10E-04	1,60E-01	4,063E-07				
272		Molybdenum [Heavy metals to air]	0,01826632	kg		7,70E-01		0,0140651				
273		Molybdenum [Heavy metals to fresh water]	0,04893756	kg		7,70E-01		0,0376819				
274		Molybdenum [Heavy metals to sea water]	4,01E-10	kg		7,70E-01		3,09E-10				
275		Naphthalene [Group PAH to air]	0,01995089	kg	1,10E-02	1,10E-02	6,10E-02	0,0016559				
276		Naphthalene [Hydrocarbons to fresh water]	0,06285276	kg	1,10E-02	1,10E-02	6,10E-02	0,0052168				
277		Naphthalene [Organic emissions to sea water]	0,29744335	kg	1,10E-02	1,10E-02	6,10E-02	0,0246878				
278	van Zelm (2008)	n-Butyl acetate [Group NMVOC to air]	9,65E-06	kg			3,90E-08	3,762E-13				
279		Nickel (+II) [Heavy metals to agricultural soil]	5,41509772	kg	2,00E-01			1,0830195				
280		Nickel (+II) [Heavy metals to air]	0,22526288	kg	2,00E-01			0,0450526				
281		Nickel (+II) [Heavy metals to fresh water]	0,91700214	kg		2,20E-02		0,020174				
282		Nickel (+II) [Heavy metals to industrial soil]	1,45E-05	kg	2,00E-01			2,891E-06				
283		Nickel (+II) [Heavy metals to sea water]	1,58671043	kg		2,20E-02		0,0349076				
284		Nitrate [Inorganic emissions to fresh water]	2511,71887	kg		1,70E-02		42,699221				
285		Nitrate [Inorganic emissions to sea water]	2,0942887	kg		1,70E-02		0,0356029				
286		Nitrite [Inorganic emissions to fresh water]	0,00012578	kg		1,70E-02		2,138E-06				
287		Nitrite [Inorganic emissions to sea water]	0,00053999	kg		1,70E-02		9,18E-06				
288		Nitrogen (as total N) [Inorganic emissions to fresh water]	0,00265454	kg				0				
289	van Zelm (2008)	Nitrogen (atmospheric nitrogen) [Inorganic emissions to air]	136,639817	kg			5,70E-05	0,0077885				
290		Nitrogen [Inorganic emissions to fresh water]	2,56E-10	kg				0				
291	van Zelm (2008)	Nitrogen dioxide [Inorganic emissions to air]	0,04291423	kg			5,70E-05	2,446E-06	3,900E-08	1,67E-09		
292	van Zelm (2008)	Nitrogen monoxide [Inorganic emissions to air]	70,5735536	kg			5,70E-05	0,0040227	3,900E-08	2,75E-06		
293		Nitrogen organic bounded [Inorganic emissions to fresh water]	147,82721	kg				0				
294	van Zelm (2008)	Nitrogen oxides [Inorganic emissions to air]	2680,19719	kg			5,70E-05	0,1527712	3,900E-08	1,05E-04		

**Emissões anuais na fase de produção de diesel e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qty	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
295		Nitrogenous Matter (unspecified, as N) [Analytical measures to fresh water]	0,31776541	kg				0				
296		Nitrogen trifluoride [Inorganic emissions to air]	1,09E-06	kg				0			17200	1,87E-02
297	van Zelm (2008)	Nitrous oxide (laughing gas) [Inorganic emissions to air]	261,563011	kg			5,70E-05	0,0149091			298	7,79E+04
298	van Zelm (2008)	NM VOC (unspecified) [Group NM VOC to air]	778,625569	kg			3,90E-08	3,037E-05	3,900E-08	3,04E-05		
299	van Zelm (2008)	Octane [Group NM VOC to air]	3,28437522	kg			3,90E-08	1,281E-07				
300		Oil (unspecified) [Hydrocarbons to fresh water]	11,0023402	kg				0				
301		Oil (unspecified) [Hydrocarbons to sea water]	48,1284838	kg				0				
302		Oil (unspecified) [Organic emissions to industrial soil]	0,00020368	kg				0				
303		Organic chlorine compounds (unspecified) [Organic emissions to fresh water]	4,36E-08	kg		7,60E-03		3,311E-10				
304		Organic chlorine compounds [Organic emissions to air (group VOC)]	2,33E-06	kg		7,60E-03		1,77E-08			7,5	1,75E-05
305		Organic compounds (dissolved) [Organic emissions to fresh water]	5,55E-06	kg				0				
306		Organic compounds (unspecified) [Organic emissions to fresh water]	0,885874	kg				0				
307		Overburden (deposited) [Stockpile goods]	803811,211	kg				0				
308		Oxygen [Inorganic emissions to air]	10,372628	kg				0				
309		Palladium [Heavy metals to air]	2,46E-12	kg				0				
310	van Zelm (2008)	para-Cresol [Group NM VOC to air]	3,47E-08	kg			3,90E-08	1,352E-15				
311	van Zelm (2008)	Pentane (n-pentane) [Group NM VOC to air]	60,5891589	kg			3,90E-08	2,363E-06	2,602E-08	1,58E-06		
312		Phenanthrene [Group PAH to air]	0,00626688	kg				0				
313		Phenol (hydroxy benzene) [Group NM VOC to air]	2,47E-05	kg		2,80E-03		6,929E-08				
314		Phenol (hydroxy benzene) [Hydrocarbons to fresh water]	2,03585458	kg		2,80E-03		0,0057004				
315		Phenol (hydroxy benzene) [Hydrocarbons to sea water]	9,57034754	kg		2,80E-03		0,026797				
316		Phosphate [Inorganic emissions to fresh water]	35,5162274	kg				0				
317	ReCiPe 2012	Phosphorus [Inorganic emissions to fresh water]	0,18378363	kg		6,55E-03		0,0012036				
318	ReCiPe 2012	Phosphorus [Inorganic emissions to industrial soil]	0,07148569	kg		6,62E-03		0,0004731				
319	ReCiPe 2012	Phosphorus [Inorganic emissions to sea water]	9,69E-06	kg		7,60E-04		7,359E-09				
320	ReCiPe 2008	Plutonium (Pu alpha) [Radioactive emissions to air]	0,00021779	Bq	6,44E-11			1,403E-14				
321		Plutonium (Pu alpha) [Radioactive emissions to fresh water]	14,8921515	Bq				0				
322	ReCiPe 2008	Polonium (Po210) [Radioactive emissions to air]	3031,88142	Bq	1,17E-12			3,547E-09				
323		Polychlorinated biphenyls (PCB unspecified) [Halogenated organic emissions to air]	0,00012105	kg	8,80E-03			1,065E-06				
324		Polychlorinated dibenzo-p-dioxins (2,3,7,8 - TCDD) [Halogenated organic emissions to air]	1,02E-08	kg			70,7	7,207E-07				
325		Polychlorinated dibenzo-p-dioxins (2,3,7,8 - TCDD) [Halogenated organic emissions to fresh water]	1,17E-12	kg				0				
326		Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) [Group PAH to air]	0,02719873	kg				0				
327		Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH, unsp.) [Hydrocarbons to fresh water]	0,00170131	kg				0				
328		Polycyclic aromatic hydrocarbons (unspecified) [Organic emissions to industrial soil]	4,95E-06	kg				0				
329		Potassium (+) [Inorganic emissions to industrial soil]	0,3495225	kg				0				
330		Potassium [Inorganic emissions to fresh water]	382,417307	kg				0				
331	van Zelm (2008)	Propane [Group NM VOC to air]	830,184608	kg			3,90E-08	3,238E-05	1,159E-08	9,63E-06		
332	van Zelm (2008)	Propene (propylene) [Group NM VOC to air]	0,02518875	kg			3,90E-08	9,824E-10				
333	van Zelm (2008)	Propionic acid (propane acid) [Group NM VOC to air]	1,52E-06	kg			3,90E-08	5,932E-14	9,882E-09	1,50E-14		
334	van Zelm (2008)	Propylene glycol methyl ether acetate [Group NM VOC to air]	6,51E-05	kg			3,90E-08	2,539E-12				
335		Protactinium (Pa234m) [Radioactive emissions to air]	0,89964528	Bq				0				
336		Protactinium (Pa234m) [Radioactive emissions to fresh water]	4203,94988	Bq				0				

**Emissões anuais na fase de produção de diesel e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qty	Unid	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
337		R 114 (dichlorotetrafluoroethane) [Halogenated organic emissions to air]	0,00066174	kg				0			10000	6,62E+00
338		R 116 (hexafluoroethane) [Halogenated organic emissions to air]	-1,62E-05	kg				0			12200	-1,98E-01
339		R 125 (pentafluoroethane) [Halogenated organic emissions to air]	2,77E-05	kg				0			3500	9,70E-02
340	ReCiPe 2008	R 134a (tetrafluoroethane) [Halogenated organic emissions to air]	1,76E-05	kg			9,95E-08	1,75E-12			1430	2,52E-02
341		R 143 (trifluoroethane) [Halogenated organic emissions to air]	2,48E-05	kg				0			330	8,17E-03
342		R 22 (chlorodifluoromethane) [Halogenated organic emissions to air]	5,95E-06	kg			2,70E-05	1,607E-10			1810	1,08E-02
343		R 23 (trifluoromethane) [Halogenated organic emissions to air]	0,00018997	kg				0			14800	2,81E+00
344		R 245fa [Halogenated organic emissions to air]	0,0004927	kg				0			1030	5,07E-01
345		R32 (difluoromethane) [Halogenated organic emissions to air]	4,16E-06	kg				0			675	2,81E-03
346		Radium (Ra226) [Radioactive emissions to air]	14542,8014	Bq				0				
347		Radium (Ra226) [Radioactive emissions to fresh water]	20100893,4	Bq				0				
348		Radon (Rn222) [Radioactive emissions to air]	1072240699	Bq				0				
349		Rhodium [Heavy metals to air]	2,38E-12	kg				0				
350		Ruthenium (Ru106) [Radioactive emissions to fresh water]	786,588177	Bq				0				
351		Ruthenium (Ru106) [Radioactive emissions to sea water]	53572,911	Bq				0				
352		Scandium [Inorganic emissions to air]	8,17E-11	kg				0				
353		Selenium [Heavy metals to air]	0,03665256	kg		1,80E+00		0,0659746				
354		Selenium [Heavy metals to fresh water]	0,02245102	kg		1,80E+00		0,0404118				
355		Selenium [Heavy metals to industrial soil]	1,67E-08	kg		1,80E+00		3,011E-08				
356		Silicate particles [Inorganic emissions to fresh water]	1,44E-06	kg				0				
357		Silicium tetrafluoride [Inorganic emissions to air]	1,91E-07	kg				0				
358		Silicon dioxide (silica) [Particles to air]	1,68E-05	kg				0				
359		Silicon dioxide (silica) [Particles to fresh water]	5,34E-18	kg				0				
360		Silver (Ag110m) [Radioactive emissions to fresh water]	14765,8214	Bq				0				
361		Silver [Heavy metals to air]	0,00017928	kg		7,70E+00		0,0013805				
362		Silver [Heavy metals to fresh water]	0,00012819	kg		7,70E+00		0,0009871				
363		Silver [Heavy metals to sea water]	1,19E-09	kg		7,70E+00		9,175E-09				
364		Sodium (+) [Inorganic emissions to fresh water]	541,084638	kg				0				
365		Sodium (+) [Inorganic emissions to industrial soil]	3,77055391	kg				0				
366		Sodium (+) [Inorganic emissions to sea water]	33,9067246	kg				0				
367		Sodium chloride (rock salt) [Inorganic emissions to fresh water]	0,00481618	kg				0				
368		Sodium hypochlorite [Inorganic emissions to fresh water]	0,51906049	kg				0				
369		Sodium sulphate [Inorganic emissions to fresh water]	0,9578717	kg				0				
370		Soil loss by erosion into water [Particles to fresh water]	18953,1452	kg				0				
371		Solids (dissolved) [Analytical measures to fresh water]	1,24467603	kg				0				
372		Solids (suspended) [Particles to fresh water]	10829,0808	kg				0				
373		Solids (suspended) [Particles to sea water]	1351,24577	kg				0				
374		Spoil (deposited) [Stockpile goods]	10633,2102	kg				0				
375		Strontium (Sr90) [Radioactive emissions to fresh water]	679,777443	Bq				0				
376	ReCiPe 2008	Strontium (Sr90) [Radioactive emissions to sea water]	2693,52691	Bq		3,16E-15		8,512E-12				
377		Strontium [Heavy metals to fresh water]	1,66953914	kg			1,20E-03	0,0020034				
378		Strontium [Heavy metals to industrial soil]	0,00027929	kg			1,20E-03	3,351E-07				

**Emissões anuais na fase de produção de diesel e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qnt	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
379		Strontium [Heavy metals to sea water]	0,03516366	kg		1,20E-03		4,22E-05				
380		Strontium [Inorganic emissions to air]	3,23E-09	kg		1,20E-03		3,878E-12				
381		Styrene [Group NMVOC to air]	3,22E-06	kg	3,30E-02	3,90E-04	8,30E-03	1,344E-07	9,355E-09	3,01E-14		
382		Sulphate [Inorganic emissions to fresh water]	744,478643	kg				0				
383		Sulphate [Inorganic emissions to industrial soil]	0,0024586	kg				0				
384		Sulphate [Inorganic emissions to sea water]	668,245023	kg				0				
385		Sulphide [Inorganic emissions to fresh water]	61,7634753	kg				0				
386		Sulphide [Inorganic emissions to industrial soil]	0,00140646	kg				0				
387		Sulphide [Inorganic emissions to sea water]	288,834726	kg				0				
388		Sulphite [Inorganic emissions to fresh water]	0,09699271	kg				0				
389		Sulphur [Inorganic emissions to air]	0,00042502	kg				0				
390		Sulphur [Inorganic emissions to fresh water]	5,40E-08	kg				0				
391		Sulphur [Inorganic emissions to sea water]	0,00012392	kg				0				
392	van Zelm (2008)	Sulphur dioxide [Inorganic emissions to air]	4520,93526	kg			5,10E-05	0,2305677	3,162E-09	1,43E-05		
393		Sulphur hexafluoride [Inorganic emissions to air]	1,50E-06	kg				0			22800	3,43E-02
394		Sulphur trioxide [Inorganic emissions to air]	8,93E-08	kg				0				
395		Sulphuric acid [Inorganic emissions to air]	0,00359189	kg				0				
396		Sulphuric acid [Inorganic emissions to fresh water]	9,77E-05	kg				0				
397		Tailings (deposited) [Stockpile goods]	10823,3465	kg				0				
398		Tantalum [Heavy metals to fresh water]	6,26E-10	kg				0				
399		Tellurium [Heavy metals to air]	1,62E-05	kg				0				
400	ReCiPe 2008	Tetrachloroethene (perchloroethylene) [Halogenated organic emissions to air]	3,61E-11	kg			5,36E-05	1,935E-15	1,910E-09	6,90E-20		
401		Tetrafluoromethane [Halogenated organic emissions to air]	-3,74E-05	kg				0			7390	-2,77E-01
402	ReCiPe 2012	Thallium [Heavy metals to air]	0,00011203	kg		1,78E-01		1,998E-05				
403	ReCiPe 2012	Thallium [Heavy metals to fresh water]	2,82E-05	kg		2,03E-01		5,714E-06				
404		Thorium (Th230) [Radioactive emissions to air]	3032,06639	Bq				0				
405		Thorium (Th230) [Radioactive emissions to fresh water]	459744,021	Bq				0				
406		Thorium (Th234) [Radioactive emissions to air]	0,93288614	Bq				0				
407		Thorium (Th234) [Radioactive emissions to fresh water]	4203,95015	Bq				0				
408		Tin (+IV) [Heavy metals to air]	0,01962349	kg				0				
409		Tin (+IV) [Heavy metals to fresh water]	1,20E-08	kg		8,78E-08		1,052E-15				
410		Tin (+IV) [Heavy metals to sea water]	1,43E-09	kg		3,74E-08		5,337E-17				
411		Tin oxide [Inorganic emissions to air]	5,85E-12	kg				0				
412		Titanium [Heavy metals to air]	0,00382528	kg	2,20E-04	9,80E-04	4,70E-03	2,257E-05				
413		Titanium [Heavy metals to fresh water]	0,00610036	kg				0				
414		Titanium [Heavy metals to sea water]	1,45E-10	kg				0				
415		Toluene (methyl benzene) [Group NMVOC to air]	0,17918038	kg	2,20E-04	9,80E-04	4,70E-03	0,0010572	4,196E-08	7,52E-09		
416		Toluene (methyl benzene) [Hydrocarbons to fresh water]	1,21628575	kg				0				
417		Toluene (methyl benzene) [Hydrocarbons to sea water]	5,75735813	kg	2,20E-04	9,80E-04	4,70E-03	0,0339684				
418		Total dissolved organic bounded carbon [Analytical measures to fresh water]	8,02E-05	kg				0				
419		Total organic bounded carbon [Analytical measures to fresh water]	33,5492916	kg				0				
420		Total organic bounded carbon [Analytical measures to sea water]	1,69784784	kg				0				

**Emissões anuais na fase de produção de diesel e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qnt	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
421	ReCiPe 2008	Trichloroethene (isomers) [Halogenated organic emissions to air]	1,19E-05	kg			1,25E-07	1,483E-12	2,141E-08	2,54E-13		
422		Tungsten [Heavy metals to fresh water]	1,72E-05	kg				0				
423		Unused primary energy from hydro power [Other emissions to fresh water]	16417,4949	MJ				0				
424		Unused primary energy from solar energy [Other emissions to air]	37859,2658	MJ				0				
425		Unused primary energy from wind power [Other emissions to air]	64847,0434	MJ				0				
426		Uranium (total) [Radioactive emissions to air]	4,33914013	Bq			6,33E-12	2,747E-11				
427	ReCiPe 2008	Uranium (U234) [Radioactive emissions to air]	13237,9645	Bq	7,50E-11			9,928E-07				
428	ReCiPe 2008	Uranium (U234) [Radioactive emissions to fresh water]	182738,347	Bq	1,87E-12			3,417E-07				
429	ReCiPe 2008	Uranium (U234) [Radioactive emissions to sea water]	158,486528	Bq	1,76E-14			2,789E-12				
430	ReCiPe 2008	Uranium (U235) [Radioactive emissions to air]	143,13319	Bq	1,64E-11			2,347E-09				
431	ReCiPe 2008	Uranium (U235) [Radioactive emissions to fresh water]	740,334916	Bq	1,76E-12			1,303E-09				
432	ReCiPe 2008	Uranium (U238) [Radioactive emissions to air]	15924,8204	Bq	1,64E-11			2,612E-07				
433	ReCiPe 2008	Uranium (U238) [Radioactive emissions to fresh water]	181932,13	Bq	1,76E-12			3,202E-07				
434	ReCiPe 2008	Uranium (U238) [Radioactive emissions to sea water]	158,486528	Bq	1,87E-14			2,964E-12				
435		Uranium [Radioactive emissions to fresh water]	22437,3689	Bq	1,76E-12			3,949E-08				
436		Used air [Other emissions to air]	47853,0198	kg				0				
437	ReCiPe 2012	Vanadium (+III) [Heavy metals to air]	0,63424792	kg		1,42E-02		0,0090127				
438	ReCiPe 2012	Vanadium (+III) [Heavy metals to fresh water]	0,02610489	kg		1,07E-02		0,0002804				
439	ReCiPe 2012	Vanadium (+III) [Heavy metals to sea water]	3,76E-07	kg		2,29E-02		8,598E-09				
440		Vinyl chloride (VCM; chloroethene) [Halogenated organic emissions to air]	0,00037097	kg	3,80E-02	6,90E-01	5,70E-02	0,0002912				
441		Vinyl chloride (VCM; chloroethene) [Halogenated organic emissions to fresh water]	4,51E-07	kg	3,80E-02	6,90E-01	5,70E-02	3,54E-07				
442		Waste (deposited) [Stockpile goods]	20976,4228	kg				0				
443		Waste heat [Other emissions to air]	3592093,69	MJ				0				
444		Waste heat [Other emissions to fresh water]	120461,154	MJ				0				
445		Waste heat [Other emissions to sea water]	5931,23512	MJ				0				
446		Water (evapotranspiration) [Inorganic emissions to air]	159251098	kg				0				
447		Water (river water from technosphere, cooling water) [Other emissions to fresh water]	2120533,95	kg				0				
448		Water (river water from technosphere, turbined) [Other emissions to fresh water]	419680764	kg				0				
449		Water (river water from technosphere, waste water) [Other emissions to fresh water]	4257794,68	kg				0				
450		Water (sea water from technosphere, waste water) [Other emissions to sea water]	3449132,95	kg				0				
451		Water vapour [Inorganic emissions to air]	4092694,87	kg				0				
452		Xenon (Xe131m) [Radioactive emissions to air]	12321624,4	Bq				0				
453		Xenon (Xe133) [Radioactive emissions to air]	203513064	Bq				0				
454		Xenon (Xe133m) [Radioactive emissions to air]	9217513,77	Bq				0				
455		Xenon (Xe135) [Radioactive emissions to air]	334066753	Bq				0				
456		Xenon (Xe135m) [Radioactive emissions to air]	17190753,9	Bq				0				
457		Xenon (Xe137) [Radioactive emissions to air]	57354486,6	Bq				0				
458		Xenon (Xe138) [Radioactive emissions to air]	62975712,6	Bq				0				
459		Xylene (dimethyl benzene) [Group NMVOC to air]	1,20445252	kg	2,10E-04	6,10E-04	7,20E-03	0,0096597				
460		Xylene (isomers; dimethyl benzene) [Hydrocarbons to fresh water]	0,43460705	kg	2,10E-04	6,10E-04	7,20E-03	0,0034855				
461		Xylene (isomers; dimethyl benzene) [Hydrocarbons to sea water]	2,05735738	kg	2,10E-04	6,10E-04	7,20E-03	0,0165				
462		Zinc (+II) [Heavy metals to agricultural soil]	43,3207703	kg		1,10E-01		4,7652847				

**Emissões anuais na fase de produção de diesel e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qty	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)		
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL	
463		Zinc (+II) [Heavy metals to air]	0,11837706	kg		1,10E-01		0,0130215					
464		Zinc (+II) [Heavy metals to fresh water]	0,43249409	kg		1,10E-01		0,0475744					
465		Zinc (+II) [Heavy metals to industrial soil]	2,73E-05	kg		1,10E-01		3,007E-06					
466		Zinc (+II) [Heavy metals to sea water]	0,01764451	kg		1,10E-01		0,0019409					
467		Zinc oxide [Inorganic emissions to air]	1,17E-11	kg				0					
468		Zinc sulphate [Inorganic emissions to air]	0,00140272	kg				0					
					TOTAL ANUAL				516,592		0,00021		1.527.519,21

* Fonte de dados para categoria de Potencial de Toxicidade humana. Todo dado em que a fonte não é destacada é de origem Hujibregts (2005)

**Emissões anuais na fase de produção de pneus e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qty	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
001		Styrene-butadiene-rubber (SBR) [Plastics]	54787,111	kg								
002		High radioactive waste [Radioactive waste]	0,06342937	kg								
003		Low radioactive wastes [Radioactive waste]	0,94054487	kg								
004		Medium radioactive wastes [Radioactive waste]	0,47076947	kg								
005		Radioactive tailings [Radioactive waste]	46,1059844	kg								
006		1,1,1-Trichloroethane [Halogenated organic emissions to air]	6,72E-07	kg					5,929E-10	3,98E-16	146	9,81E-05
007		1,2-Dibromoethane [Halogenated organic emissions to fresh water]	4,84E-12	kg	4,80E-01			2,33E-12				
008	van Zelm (2008)	1,3,5-Trimethylbenzene [Group NMVOC to air]	1,17E-11	kg			3,90E-08	4,56E-19				
009		Acenaphthene [Hydrocarbons to fresh water]	1,44E-05	kg			2,20E-03	3,17E-08				
010		Acenaphthene [Hydrocarbons to sea water]	7,76E-05	kg			2,20E-03	1,71E-07				
011	ReCiPe 2008	Acenaphthylene [Hydrocarbons to fresh water]	5,99E-06	kg			5,95E-08	3,57E-13				
012	ReCiPe 2008	Acenaphthylene [Hydrocarbons to sea water]	3,06E-05	kg			1,23E-10	3,76E-15				
013		Acetaldehyde (Ethanal) [Group NMVOC to air]	0,0227746	kg	6,40E-03		3,20E-02	8,75E-04				
014		Acetic acid [Group NMVOC to air]	0,18139013	kg				0,00E+00				
015		Acetic acid [Hydrocarbons to fresh water]	4,22E-05	kg				0,00E+00				
016		Acetic acid [Hydrocarbons to sea water]	1,50E-08	kg				0,00E+00				
017	van Zelm (2008)	Acetone (dimethylcetone) [Group NMVOC to air]	0,02213916	kg			2,40E-04	3,90E-08	5,31E-06	6,193E-09	1,37E-10	
018		Acid (calculated as H+) [Inorganic emissions to fresh water]	0,00029947	kg				0,00E+00				
019		Acrolein [Group NMVOC to air]	4,56E-05	kg			2,20E+00	5,00E+01	2,38E-03			
020		Acrylonitrile [Hydrocarbons to fresh water]	5,87E-10	kg	5,80E-02		3,00E-01	2,10E-10				
021		Adsorbable organic halogen compounds (AOX) [Analytical measures to fresh water]	0,26162079	kg				0,00E+00				
022		Adsorbable organic halogen compounds (AOX) [Analytical measures to sea water]	7,40E-08	kg				0,00E+00				
023	van Zelm (2008)	Aldehyde (unspecified) [Group NMVOC to air]	0,00018898	kg			3,90E-08	7,37E-12	3,615E-08	6,83E-12		
024	van Zelm (2008)	Alkane (unspecified) [Group NMVOC to air]	0,13110198	kg			3,90E-08	5,11E-09				
025	van Zelm (2008)	Alkene (unspecified) [Group NMVOC to air]	0,04749504	kg			3,90E-08	1,85E-09				
026		Aluminium (+III) [Inorganic emissions to fresh water]	0,15495195	kg				0,00E+00				
027		Aluminium (+III) [Inorganic emissions to industrial soil]	0,00048894	kg				0,00E+00				
028		Aluminium (+III) [Inorganic emissions to sea water]	3,48E-06	kg				0,00E+00				
029		Aluminium [Particles to air]	3,67E-05	kg				0,00E+00				
030		Aluminium oxide (dust) [Particles to air]	0,0001273	kg				0,00E+00				
031		Americium (Am241) [Radioactive emissions to fresh water]	0,78050945	Bq				0,00E+00				
032		Ammonia [Inorganic emissions to air]	3,59141048	kg			6,10E-02	2,19E-01				
033		Ammonia [Inorganic emissions to fresh water]	0,07347032	kg			6,10E-02	4,48E-03				
034		Ammonia [Inorganic emissions to industrial soil]	0,00605668	kg			6,10E-02	3,69E-04				
035		Ammonia [Inorganic emissions to sea water]	2,85E-08	kg			6,10E-02	1,74E-09				
036		Ammonium (total N) [Inorganic emissions to fresh water]	2,22E-09	kg				0,00E+00				
037		Ammonium / ammonia [Inorganic emissions to fresh water]	2,48493935	kg			6,10E-02	1,52E-01				
038		Ammonium / ammonia [Inorganic emissions to sea water]	9,38E-07	kg			6,10E-02	5,72E-08				
039		Ammonium [Inorganic emissions to air]	1,16E-05	kg				0,00E+00				
040		Ammonium nitrate [Inorganic emissions to air]	1,58E-11	kg				0,00E+00				
041		Anthracene [Group PAH to air]	6,47E-06	kg			3,90E-04	2,52E-09				
042		Anthracene [Hydrocarbons to fresh water]	2,73E-05	kg			3,90E-04	1,06E-08				
043		Anthracene [Hydrocarbons to sea water]	0,0001502	kg			3,90E-04	5,86E-08				

**Emissões anuais na fase de produção de pneus e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qty	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
044		Antimony (Sb124) [Radioactive emissions to air]	86,1555037	Bq				0,00E+00				
045	ReCiPe 2008	Antimony (Sb124) [Radioactive emissions to fresh water]	2452,39737	Bq	6,33E-13			1,55E-09				
046	ReCiPe 2008	Antimony (Sb125) [Radioactive emissions to fresh water]	2784,50881	Bq	1,15E-14			3,20E-11				
047		Antimony [Heavy metals to air]	0,00011435	kg		1,30E+00		1,49E-04				
048		Antimony [Heavy metals to fresh water]	1,56E-09	kg		1,30E+00		2,03E-09				
049		Antimony [Heavy metals to industrial soil]	6,48E-11	kg		1,30E+00		8,43E-11				
050		Argon (Ar41) [Radioactive emissions to air]	3579432,43	Bq				0,00E+00				
051		Argon [Inorganic emissions to air]	0,00763462	kg				0,00E+00				
052	van Zelm (2008)	Aromatic hydrocarbons (unspecified) [Group NMVOC to air]	0,00880118	kg			3,90E-08	3,43E-10				
053		Aromatic hydrocarbons (unspecified) [Hydrocarbons to fresh water]	0,00422502	kg				0,00E+00				
054		Aromatic hydrocarbons (unspecified) [Hydrocarbons to sea water]	0,00081743	kg				0,00E+00				
055		Arsenic (+V) [Heavy metals to air]	0,00116863	kg	8,00E-02	3,40E+01		3,98E-02				
056		Arsenic (+V) [Heavy metals to fresh water]	0,01112869	kg	8,00E-02	3,40E+01		3,79E-01				
057		Arsenic (+V) [Heavy metals to industrial soil]	6,07E-08	kg	8,00E-02	3,40E+01		2,07E-06				
058		Arsenic (+V) [Heavy metals to sea water]	0,04368165	kg	8,00E-02	3,40E+01		1,49E+00				
059		Arsenic trioxide [Heavy metals to air]	2,64E-08	kg				0,00E+00				
060		Barium [Inorganic emissions to air]	0,0050333	kg		2,60E-01		1,31E-03				
061		Barium [Inorganic emissions to fresh water]	0,0820954	kg		2,60E-01		2,13E-02				
062		Barium [Inorganic emissions to sea water]	0,38412186	kg		2,60E-01		9,99E-02				
063		Benzene [Group NMVOC to air]	0,33792157	kg	5,80E-03		3,10E-03	3,01E-03	1,436E-08	4,85E-09		
064		Benzene [Hydrocarbons to fresh water]	0,03086611	kg	5,80E-03		3,10E-03	2,75E-04				
065		Benzene [Hydrocarbons to sea water]	0,14722065	kg	5,80E-03		3,10E-03	1,31E-03				
066		Benzo(a)anthracene [Group PAH to air]	3,25E-06	kg				0,00E+00				
067		Benzo(a)anthracene [Hydrocarbons to fresh water]	1,55E-06	kg				0,00E+00				
068		Benzo(a)anthracene [Hydrocarbons to sea water]	7,43E-06	kg				0,00E+00				
069		Benzo(a)pyrene [Group PAH to air]	2,46E-05	kg	1,10E+00			2,71E-05				
070		Benzo(ghi)perylene [Group PAH to air]	2,90E-06	kg				0,00E+00				
071		Benzofluoranthene [Group PAH to air]	5,81E-06	kg				0,00E+00				
072		Benzofluoranthene [Hydrocarbons to fresh water]	1,86E-07	kg				0,00E+00				
073		Benzofluoranthene [Hydrocarbons to sea water]	8,69E-07	kg				0,00E+00				
074		Beryllium [Inorganic emissions to air]	2,43E-05	kg	3,80E+00	8,40E-02	2,80E-03	9,46E-05				
075		Beryllium [Inorganic emissions to fresh water]	5,95E-06	kg	3,80E+00	8,40E-02	2,80E-03	2,31E-05				
076		Beryllium [Inorganic emissions to industrial soil]	7,51E-12	kg	3,80E+00	8,40E-02	2,80E-03	2,92E-11				
077		Beryllium [Inorganic emissions to sea water]	6,39E-09	kg	3,80E+00	8,40E-02	2,80E-03	2,48E-08				
078		Biological oxygen demand (BOD) [Analytical measures to fresh water]	1,092799	kg				0,00E+00				
079		Biological oxygen demand (BOD) [Analytical measures to sea water]	0,08174311	kg				0,00E+00				
080		Boron [Inorganic emissions to air]	2,18E-08	kg		4,30E-03		9,37E-11				
081		Boron [Inorganic emissions to fresh water]	0,06155944	kg		4,30E-03		2,65E-04				
082		Boron [Inorganic emissions to sea water]	1,55E-08	kg		4,30E-03		6,66E-11				
083		Boron compounds (unspecified) [Inorganic emissions to air]	0,04889361	kg		4,30E-03		2,10E-04				
084		Bromate [Inorganic emissions to fresh water]	3,55E-12	kg	1,70E-01	1,00E-01		9,57E-13				
085		Bromide [Inorganic emissions to industrial soil]	8,52E-08	kg	1,70E-01	1,00E-01		2,30E-08				

**Emissões anuais na fase de produção de pneus e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qty	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
086		Bromine [Inorganic emissions to air]	0,00954286	kg	1,70E-01	1,00E-01		2,58E-03				
087		Bromine [Inorganic emissions to fresh water]	2,97E-09	kg	1,70E-01	1,00E-01		8,03E-10				
088	van Zelm (2008)	Butadiene [Group NMVOC to air]	1,70E-10	kg			3,90E-08	6,61E-18	5,606E-08	9,50E-18		
089	van Zelm (2008)	Butane (n-butane) [Group NMVOC to air]	8,85394945	kg			3,90E-08	3,45E-07	2,319E-08	2,05E-07		
090	van Zelm (2008)	Butene [Group NMVOC to air]	0,00064056	kg			3,90E-08	2,50E-11	2,319E-08	1,49E-11		
091		Cadmium (+II) [Heavy metals to agricultural soil]	0,00091213	kg	2,80E+00	5,40E+00		7,48E-03				
092		Cadmium (+II) [Heavy metals to air]	0,00140668	kg	2,80E+00	5,40E+00		1,15E-02				
093		Cadmium (+II) [Heavy metals to fresh water]	0,00452389	kg	2,80E+00	5,40E+00		3,71E-02				
094		Cadmium (+II) [Heavy metals to industrial soil]	2,27E-06	kg	2,80E+00	5,40E+00		1,86E-05				
095		Cadmium (+II) [Heavy metals to sea water]	0,01908702	kg	2,80E+00	5,40E+00		1,57E-01				
096		Calcium (+II) [Inorganic emissions to fresh water]	35,3702552	kg				0,00E+00				
097		Calcium (+II) [Inorganic emissions to industrial soil]	1,92784179	kg				0,00E+00				
098		Calcium (+II) [Inorganic emissions to sea water]	1,69E-06	kg				0,00E+00				
099	van Zelm (2008)	Caprolactam [Group NMVOC to air]	1,47E-07	kg			3,90E-08	5,75E-15				
100	ReCiPe 2008	Carbon (C14) [Radioactive emissions to air]	4569196,52	Bq	1,64E-10			7,49E-04				
101		Carbon (C14) [Radioactive emissions to fresh water]	113,102391	Bq				0,00E+00				
102	ReCiPe 2008	Carbon (C14) [Radioactive emissions to sea water]	83651,8408	Bq	9,14E-13			7,65E-08				
103		Carbon dioxide (biotic) [Inorganic emissions to air]	3457,91977	kg				0,00E+00			1	3,46E+03
104		Carbon dioxide [Inorganic emissions to air]	184672,589	kg				0,00E+00			1	1,85E+05
105		Carbon disulphide [Inorganic emissions to air]	9,01E-10	kg		5,90E-03	2,20E-01	2,04E-10				
106	ReCiPe 2012	Carbon monoxide [Inorganic emissions to air]	344,21072	kg			1,78E-09	6,12E-07	1,779E-09	6,12E-07		
107		Carbon, organically bound [Organic emissions to fresh water]	4,46755854	kg				0,00E+00				
108		Carbonate [Inorganic emissions to fresh water]	5,31656588	kg				0,00E+00				
109		Carbonate [Inorganic emissions to sea water]	24,1635359	kg				0,00E+00				
110	ReCiPe 2008	Cesium (Cs134) [Radioactive emissions to air]	15,202537	Bq	9,25E-12			1,41E-10				
111	ReCiPe 2008	Cesium (Cs134) [Radioactive emissions to fresh water]	943,263953	Bq	1,11E-10			1,05E-07				
112	ReCiPe 2008	Cesium (Cs134) [Radioactive emissions to sea water]	1004,82692	Bq	6,09E-14			6,12E-11				
113	ReCiPe 2008	Cesium (Cs137) [Radioactive emissions to air]	14,5750068	Bq	1,04E-11			1,52E-10				
114	ReCiPe 2008	Cesium (Cs137) [Radioactive emissions to fresh water]	4168,7732	Bq	1,29E-10			5,38E-07				
115	ReCiPe 2008	Cesium (Cs137) [Radioactive emissions to sea water]	13439,56	Bq	6,09E-14			8,18E-10				
116		Chemical oxygen demand (COD) [Analytical measures to fresh water]	15,69104	kg				0,00E+00				
117		Chemical oxygen demand (COD) [Analytical measures to sea water]	2,67264742	kg				0,00E+00				
118		Chlorate [Inorganic emissions to fresh water]	7,14E-08	kg				0,00E+00				
119		Chloride (unspecified) [Inorganic emissions to air]	0,13076768	kg				0,00E+00				
120		Chloride [Inorganic emissions to fresh water]	1121,56223	kg				0,00E+00				
121		Chloride [Inorganic emissions to industrial soil]	0,2943511	kg				0,00E+00				
122		Chloride [Inorganic emissions to sea water]	1910,03822	kg				0,00E+00				
123		Chlorinated hydrocarbons (unspecified) [Halogenated organic emissions to fresh water]	1,67E-10	kg				0,00E+00	4,875E-09	8,16E-19		
124		Chlorine (dissolved) [Inorganic emissions to fresh water]	0,21461336	kg		7,60E-03		1,63E-03				
125		Chlorine [Inorganic emissions to air]	0,01585535	kg		7,60E-03		1,21E-04				
126		Chlorine [Inorganic emissions to industrial soil]	3,30E-08	kg		7,60E-03		2,51E-10				
127		Chloromethane (methyl chloride) [Halogenated organic emissions to fresh water]	2,03E-08	kg				0,00E+00			13	2,64E-07

**Emissões anuais na fase de produção de pneus e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qty	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
128		Chromium (+III) [Heavy metals to agricultural soil]	0,02114426	kg		7,50E-05		1,59E-06				
129		Chromium (+III) [Heavy metals to air]	7,20E-06	kg		7,50E-05		5,40E-10				
130		Chromium (+III) [Heavy metals to fresh water]	0,00060707	kg		7,50E-05		4,55E-08				
131		Chromium (+III) [Heavy metals to industrial soil]	2,68E-08	kg		7,50E-05		2,01E-12				
132		Chromium (+VI) [Heavy metals to air]	5,83E-11	kg	1,90E+01	4,40E-02	2,40E+01	2,51E-09				
133		Chromium (+VI) [Heavy metals to fresh water]	0,00043001	kg	1,90E+01	4,40E-02	2,40E+01	1,85E-02				
134		Chromium (+VI) [Heavy metals to industrial soil]	1,42E-10	kg	1,90E+01	4,40E-02	2,40E+01	6,09E-09				
135	ReCiPe 2008	Chromium (unspecified) [Heavy metals to agricultural soil]	-1,36E-07	kg		4,24E-09		-5,78E-16				
136	ReCiPe 2008	Chromium (unspecified) [Heavy metals to air]	0,0023832	kg			2,20E-07	5,24E-10				
137		Chromium (unspecified) [Heavy metals to fresh water]	0,02533767	kg				0,00E+00				
138	ReCiPe 2008	Chromium (unspecified) [Heavy metals to industrial soil]	3,39E-06	kg		9,81E-11		3,32E-16				
139		Chromium (unspecified) [Heavy metals to sea water]	0,1986975	kg				0,00E+00				
140		Chrysene [Group PAH to air]	7,99E-06	kg				0,00E+00				
141		Chrysene [Hydrocarbons to fresh water]	5,60E-06	kg				0,00E+00				
142		Chrysene [Hydrocarbons to sea water]	2,64E-05	kg				0,00E+00				
143		Clean gas [Other emissions to air]	12285,4507	kg				0,00E+00				
144		Cobalt (Co58) [Radioactive emissions to air]	57,3370794	Bq				0,00E+00				
145		Cobalt (Co58) [Radioactive emissions to fresh water]	14090,3527	Bq				0,00E+00				
146		Cobalt (Co60) [Radioactive emissions to air]	148,216433	Bq				0,00E+00				
147		Cobalt (Co60) [Radioactive emissions to fresh water]	12017,1836	Bq				0,00E+00				
148		Cobalt (Co60) [Radioactive emissions to sea water]	1607,72307	Bq				0,00E+00				
149	ReCiPe 2008	Cobalt [Heavy metals to air]	0,00070701	kg			0,00302	2,14E-06				
150	ReCiPe 2008	Cobalt [Heavy metals to fresh water]	2,87E-05	kg		1,31E-25		3,76E-30				
151	ReCiPe 2008	Cobalt [Heavy metals to industrial soil]	1,10E-07	kg		2,62E-25		2,87E-32				
152	ReCiPe 2008	Cobalt [Heavy metals to sea water]	2,46E-07	kg		8,64E-26		2,13E-32				
153		Copper (+II) [Heavy metals to agricultural soil]	0,02114319	kg		7,90E-03		1,67E-04				
154		Copper (+II) [Heavy metals to air]	0,00286687	kg		7,90E-03		2,26E-05				
155		Copper (+II) [Heavy metals to fresh water]	0,03861991	kg		7,90E-03		3,05E-04				
156		Copper (+II) [Heavy metals to industrial soil]	3,97E-05	kg		7,90E-03		3,14E-07				
157		Copper (+II) [Heavy metals to sea water]	0,06673185	kg		7,90E-03		5,27E-04				
158		Copper ion (+II/+III) [Inorganic emissions to fresh water]	5,69E-09	kg		7,90E-03		4,50E-11				
159		Cresol (methyl phenol) [Hydrocarbons to fresh water]	2,80E-10	kg		4,40E-03		1,23E-12				
160		Cresol (methyl phenol) [Hydrocarbons to sea water]	2,15E-10	kg		4,40E-03		9,45E-13				
161		Cumene (isopropylbenzene) [Group NMVOC to air]	2,83E-11	kg		2,00E-03	6,50E-04	7,50E-14	3,294E-08	9,33E-19		
162		Curium (Cm alpha) [Radioactive emissions to fresh water]	1,03441016	Bq				0,00E+00				
163		Cyanide (unspecified) [Inorganic emissions to air]	0,00290781	kg		1,00E-02		2,91E-05				
164		Cyanide [Inorganic emissions to fresh water]	0,08107412	kg		1,00E-02		8,11E-04				
165		Cyclohexane (hexahydro benzene) [Group NMVOC to air]	2,13E-08	kg			7,00E-04	1,49E-11				
166		Dibenz(a)anthracene [Group PAH to air]	1,81E-06	kg	3,00E-01			5,43E-07				
167	ReCiPe 2008	Dichloroethane (ethylene dichloride) [Halogenated organic emissions to air]	7,07E-11	kg			2,29E-05	1,62E-15				
168	ReCiPe 2008	Dichloroethane (ethylene dichloride) [Halogenated organic emissions to fresh water]	1,10E-12	kg		1,20E-05		1,32E-17				
169	ReCiPe 2008	Dichloromethane (methylene chloride) [Halogenated organic emissions to air]	1,42E-11	kg			1,62E-05	2,29E-16	4,480E-09	6,34E-20	8,7	1,23E-10

**Emissões anuais na fase de produção de pneus e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qty	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
170		Dichloropropane [Halogenated organic emissions to fresh water]	9,34E-14	kg	4,70E-03		8,70E-01	8,17E-14				
171	van Zelm (2008)	Diethylamine [Group NMVOC to air]	-2,74E-13	kg			3,90E-08	-1,07E-20				
172	van Zelm (2008)	Dimethylamine [Group NMVOC to air]	1,15E-09	kg			3,90E-08	4,50E-17				
173		Dioxins (unspec.) [Halogenated organic emissions to air]	3,85E-10	kg				0,00E+00				
174	van Zelm (2008)	Dust (> PM10) [Particles to air]	3,31787051	kg			2,60E-04	8,63E-04				
175	ReCiPe 2008	Dust (PM2,5 - PM10) [Particles to air]	3,84963912	kg			0,00026	1,00E-03				
176	ReCiPe 2008	Dust (PM2.5) [Particles to air]	3,55167142	kg			0,00026	9,23E-04				
177	van Zelm (2008)	Ethane [Group NMVOC to air]	27,7816978	kg			3,90E-08	1,08E-06	6,588E-08	1,83E-06		
178	van Zelm (2008)	Ethanol [Group NMVOC to air]	0,04419402	kg			3,90E-08	1,72E-09	2,629E-08	1,16E-09		
179	van Zelm (2008)	Ethene (ethylene) [Group NMVOC to air]	4,39E-05	kg			3,90E-08	1,71E-12	8,103E-09	3,55E-13		
180		Ethyl benzene [Group NMVOC to air]	0,04311399	kg	2,20E-04	2,30E-03	3,30E-04	1,23E-04				
181		Ethyl benzene [Hydrocarbons to fresh water]	0,00168012	kg	2,20E-04	2,30E-03	3,30E-04	4,79E-06				
182		Ethyl benzene [Hydrocarbons to sea water]	0,00801105	kg	2,20E-04	2,30E-03	3,30E-04	2,28E-05				
183		Exhaust [Other emissions to air]	819060,519	kg				0,00E+00				
184	van Zelm (2008)	Fluoranthene [Group NMVOC to air]	2,11E-05	kg		3,10E-03	3,90E-08	6,53E-08				
185		Fluoranthene [Hydrocarbons to fresh water]	2,52E-06	kg		3,10E-03		7,81E-09				
186		Fluoranthene [Hydrocarbons to sea water]	1,91E-05	kg		3,10E-03		5,91E-08				
187	van Zelm (2008)	Fluorene [Group NMVOC to air]	6,68E-05	kg		3,10E-03	3,90E-08	2,07E-07				
188		Fluoride [Inorganic emissions to air]	0,00953223	kg		4,50E-01		4,29E-03				
189		Fluoride [Inorganic emissions to fresh water]	27,9757227	kg		4,50E-01		1,26E+01				
190		Fluoride [Inorganic emissions to industrial soil]	0,00033635	kg		4,50E-01		1,51E-04				
191		Fluoride [Inorganic emissions to sea water]	7,72E-05	kg		4,50E-01		3,48E-05				
192		Fluorides [Inorganic emissions to air]	0,00045469	kg		4,50E-01		2,05E-04				
193		Fluorine [Inorganic emissions to air]	1,10E-05	kg		4,50E-01		4,95E-06				
194		Fluorine [Inorganic emissions to fresh water]	0,0002821	kg		4,50E-01		1,27E-04				
195	van Zelm (2008)	Formaldehyde (methanal) [Group NMVOC to air]	0,73042129	kg	7,60E-01	7,30E-03	3,90E-08	5,60E-01	3,419E-08	2,50E-08		
196		Formaldehyde (methanal) [Hydrocarbons to fresh water]	5,23E-11	kg	7,60E-01	7,30E-03		4,02E-11				
197		Halogenated hydrocarbons (unspecified) [Halogenated organic emissions to air]	1,97E-09	kg				0,00E+00				
198		Heavy metals to air (unspecified) [Heavy metals to air]	2,79E-05	kg				0,00E+00				
199		Heavy metals to water (unspecified) [Heavy metals to fresh water]	5,85E-10	kg				0,00E+00				
200		Helium [Inorganic emissions to air]	1,73E-06	kg				0,00E+00				
201	van Zelm (2008)	Heptane (isomers) [Group NMVOC to air]	0,10239761	kg			3,90E-08	3,99E-09	3,254E-08	3,33E-09		
202	van Zelm (2008)	Hexamethylene diamine (HMDA) [Group NMVOC to air]	9,99E-12	kg			3,90E-08	3,90E-19				
203		Hexane (isomers) [Group NMVOC to air]	16,7731054	kg			7,70E-03	1,29E-01	3,175E-08	5,33E-07		
204		Hexane (isomers) [Hydrocarbons to fresh water]	3,15E-11	kg			7,70E-03	2,42E-13				
205		Hexane (isomers) [Hydrocarbons to sea water]	2,34E-11	kg			7,70E-03	1,81E-13				
206		Hydrocarbons (unspecified) [Hydrocarbons to fresh water]	0,48750416	kg				0,00E+00				
207		Hydrocarbons (unspecified) [Organic emissions to air (group VOC)]	0,01584945	kg				0,00E+00			7,5	1,19E-01
208		Hydrocarbons, chloro-/fluoro- [Halogenated organic emissions to air]	1,41E-08	kg				0,00E+00				
209		Hydrogen (H3) [Radioactive emissions to air]	12835978,2	Bq				0,00E+00				
210		Hydrogen (H3) [Radioactive emissions to fresh water]	263011379	Bq				0,00E+00				
211		Hydrogen (H3) [Radioactive emissions to sea water]	109902944	Bq				0,00E+00				

**Emissões anuais na fase de produção de pneus e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qty	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
212		Hydrogen [Inorganic emissions to air]	0,06118158	kg				0,00E+00				
213		Hydrogen arsenic (arsine) [Heavy metals to air]	2,19E-06	kg				0,00E+00				
214		Hydrogen bromine (hydrobromic acid) [Inorganic emissions to air]	2,77E-07	kg				0,00E+00				
215		Hydrogen chloride [Inorganic emissions to air]	1,0478732	kg			9,30E-02	9,75E-02				
216		Hydrogen chloride [Inorganic emissions to fresh water]	3,36E-05	kg			9,30E-02	3,12E-06				
217		Hydrogen cyanide (prussic acid) [Inorganic emissions to air]	4,23E-06	kg		2,20E-02	4,50E-01	1,99E-06				
218		Hydrogen cyanide (prussic acid) [Inorganic emissions to fresh water]	2,86E-11	kg		2,20E-02	4,50E-01	1,35E-11				
219		Hydrogen fluoride (hydrofluoric acid) [Inorganic emissions to fresh water]	3,11E-05	kg				0,00E+00				
220	ReCiPe 2008	Hydrogen fluoride [Inorganic emissions to air]	0,06873177	kg			0,000186	1,28E-05				
221		Hydrogen iodide [Inorganic emissions to air]	3,27E-11	kg				0,00E+00				
222		Hydrogen peroxide [Inorganic emissions to fresh water]	0,00934503	kg	1,90E-04			1,78E-06				
223		Hydrogen phosphorous [Inorganic emissions to air]	1,05E-07	kg				0,00E+00				
224		Hydrogen sulphide [Inorganic emissions to air]	1,85395658	kg			4,40E-01	8,16E-01				
225		Hydroxide [Inorganic emissions to fresh water]	0,00046266	kg				0,00E+00				
226		Indeno[1,2,3-cd]pyrene [Group PAH to air]	2,16E-06	kg				0,00E+00				
227		Inert gases [Radioactive emissions to air]	2,62E-17	Bq				0,00E+00				
228		Iodine (I129) [Radioactive emissions to air]	1,75333058	Bq				0,00E+00				
229		Iodine (I129) [Radioactive emissions to fresh water]	113,674957	Bq				0,00E+00				
230		Iodine (I131) [Radioactive emissions to air]	108915,384	Bq				0,00E+00				
231		Iodine (I131) [Radioactive emissions to fresh water]	476,777904	Bq				0,00E+00				
232		Iodine (I131) [Radioactive emissions to sea water]	14695,5936	Bq				0,00E+00				
233		Iron [Heavy metals to air]	0,01780693	kg				0,00E+00				
234		Iron [Heavy metals to fresh water]	17,6255284	kg				0,00E+00				
235		Iron [Heavy metals to industrial soil]	0,00018637	kg				0,00E+00				
236		Iron [Heavy metals to sea water]	4,74E-06	kg				0,00E+00				
237	van Zelm (2008)	Isopropanol [Group NMVOC to air]	4,50E-05	kg			3,90E-08	1,75E-12				
238		Krypton (Kr85) [Radioactive emissions to air]	31560574,3	Bq				0,00E+00				
239		Krypton (Kr85m) [Radioactive emissions to air]	18162954,5	Bq				0,00E+00				
240		Lanthanides [Heavy metals to air]	3,08E-11	kg				0,00E+00				
241		Lead (+II) [Heavy metals to agricultural soil]	0,03171651	kg			7,50E+00	2,38E-01				
242		Lead (+II) [Heavy metals to air]	0,01263244	kg			7,50E+00	9,47E-02				
243		Lead (+II) [Heavy metals to fresh water]	0,01955825	kg			7,50E+00	1,47E-01				
244		Lead (+II) [Heavy metals to industrial soil]	1,59E-07	kg			7,50E+00	1,19E-06				
245		Lead (+II) [Heavy metals to sea water]	0,01468062	kg			7,50E+00	1,10E-01				
246	ReCiPe 2008	Lead (Pb210) [Radioactive emissions to air]	424,822705	Bq	1,17E-12			4,97E-10				
247		Lead dioxide [Inorganic emissions to air]	1,06E-10	kg				0,00E+00				
248		Magnesium (+III) [Inorganic emissions to fresh water]	1,96242821	kg				0,00E+00				
249		Magnesium (+III) [Inorganic emissions to industrial soil]	0,00482046	kg				0,00E+00				
250		Magnesium [Inorganic emissions to sea water]	0,01426918	kg				0,00E+00				
251		Magnesium chloride [Inorganic emissions to fresh water]	9,15E-06	kg				0,00E+00				
252		Manganese (+II) [Heavy metals to air]	0,01680047	kg			2,30E+01	3,86E-01				
253		Manganese (+II) [Heavy metals to fresh water]	16,1013445	kg			1,90E-01	3,06E+00				

**Emissões anuais na fase de produção de pneus e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qty	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
254		Manganese (+II) [Heavy metals to industrial soil]	3,88E-06	kg		1,90E-01		7,38E-07				
255		Manganese (+II) [Heavy metals to sea water]	6,82E-07	kg		1,90E-01		1,29E-07				
256	ReCiPe 2008	Manganese (Mn54) [Radioactive emissions to fresh water]	1201,01096	Bq	2,46E-13			2,95E-10				
257	van Zelm (2008)	Mercaptan (unspecified) [Group NMVOC to air]	0,00022041	kg			3,90E-08	8,60E-12				
258		Mercury (+II) [Heavy metals to agricultural soil]	0,00021144	kg		3,80E+00		8,03E-04				
259		Mercury (+II) [Heavy metals to air]	0,05474097	kg			2,30E+00	1,26E-01				
260		Mercury (+II) [Heavy metals to fresh water]	0,00027217	kg		3,80E+00		1,03E-03				
261		Mercury (+II) [Heavy metals to industrial soil]	3,56E-10	kg		3,80E+00		1,35E-09				
262		Mercury (+II) [Heavy metals to sea water]	0,00011788	kg		3,80E+00		4,48E-04				
263		meta-Cresol [Group NMVOC to air]	7,42E-09	kg		4,40E-03		3,26E-11				
264		Metal ions (unspecific) [Inorganic emissions to fresh water]	20,7870343	kg				0,00E+00				
265		Metals (unspecified) [Particles to air]	3,05E-07	kg				0,00E+00				
266		Metals (unspecified) [Particles to fresh water]	2,00E-09	kg				0,00E+00				
267	van Zelm (2008)	Methacrylate [Group NMVOC to air]	4,11E-09	kg			3,90E-08	1,60E-16				
268	ReCiPe 2012	Methane [Organic emissions to air (group VOC)]	667,439236	kg			3,95E-10	2,64E-07	3,953E-10	2,64E-07	25	1,67E+04
269		Methanol [Group NMVOC to air]	0,0441201	kg		4,40E-04		1,94E-05	9,223E-09	4,07E-10		
270		Methanol [Hydrocarbons to fresh water]	0,46416464	kg		4,40E-04		2,04E-04				
271		Methyl methacrylate (MMA) [Group NMVOC to air]	5,18E-07	kg		8,10E-04	1,60E-01	8,33E-08				
272		Molybdenum [Heavy metals to air]	0,00057957	kg		7,70E-01		4,46E-04				
273		Molybdenum [Heavy metals to fresh water]	0,00748677	kg		7,70E-01		5,76E-03				
274		Molybdenum [Heavy metals to sea water]	8,21E-11	kg		7,70E-01		6,33E-11				
275		Naphthalene [Group PAH to air]	0,00067913	kg	1,10E-02	1,10E-02	6,10E-02	5,64E-05				
276		Naphthalene [Hydrocarbons to fresh water]	0,00096259	kg	1,10E-02	1,10E-02	6,10E-02	7,99E-05				
277		Naphthalene [Organic emissions to sea water]	0,00452167	kg	1,10E-02	1,10E-02	6,10E-02	3,75E-04				
278	van Zelm (2008)	n-Butyl acetate [Group NMVOC to air]	1,98E-06	kg			3,90E-08	7,70E-14				
279		Nickel (+II) [Heavy metals to agricultural soil]	0,01057203	kg	2,00E-01			2,11E-03				
280		Nickel (+II) [Heavy metals to air]	0,01001599	kg	2,00E-01			2,00E-03				
281		Nickel (+II) [Heavy metals to fresh water]	0,07592063	kg		2,20E-02		1,67E-03				
282		Nickel (+II) [Heavy metals to industrial soil]	1,50E-06	kg	2,00E-01			3,00E-07				
283		Nickel (+II) [Heavy metals to sea water]	0,02491147	kg		2,20E-02		5,48E-04				
284		Nitrate [Inorganic emissions to fresh water]	6,58215945	kg		1,70E-02		1,12E-01				
285		Nitrate [Inorganic emissions to sea water]	0,06335824	kg		1,70E-02		1,08E-03				
286		Nitrite [Inorganic emissions to fresh water]	2,63E-05	kg		1,70E-02		4,47E-07				
287		Nitrite [Inorganic emissions to sea water]	0,00045576	kg		1,70E-02		7,75E-06				
288		Nitrogen (as total N) [Inorganic emissions to fresh water]	0,00055793	kg				0,00E+00				
289	van Zelm (2008)	Nitrogen (atmospheric nitrogen) [Inorganic emissions to air]	1400,55358	kg			5,70E-05	7,98E-02				
290		Nitrogen [Inorganic emissions to fresh water]	9,37E-11	kg				0,00E+00				
291	van Zelm (2008)	Nitrogen dioxide [Inorganic emissions to air]	0,05561379	kg			5,70E-05	3,17E-06	3,900E-08	2,17E-09		
292	van Zelm (2008)	Nitrogen monoxide [Inorganic emissions to air]	0,14688456	kg			5,70E-05	8,37E-06	3,900E-08	5,73E-09		
293		Nitrogen organic bounded [Inorganic emissions to fresh water]	1,01049835	kg				0,00E+00				
294	van Zelm (2008)	Nitrogen oxides [Inorganic emissions to air]	216,923982	kg			5,70E-05	1,24E-02	3,900E-08	8,46E-06		
295		Nitrogenous Matter (unspecified, as N) [Analytical measures to fresh water]	0,01735939	kg				0,00E+00				

**Emissões anuais na fase de produção de pneus e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qty	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
296		Nitrogen trifluoride [Inorganic emissions to air]	2,30E-07	kg				0,00E+00			17200	3,96E-03
297	van Zelm (2008)	Nitrous oxide (laughing gas) [Inorganic emissions to air]	3,89433121	kg			5,70E-05	2,22E-04			298	1,16E+03
298	van Zelm (2008)	NM VOC (unspecified) [Group NM VOC to air]	55,6842173	kg			3,90E-08	2,17E-06	3,90E-08	2,17E-06		
299	van Zelm (2008)	Octane [Group NM VOC to air]	0,05633144	kg			3,90E-08	2,20E-09				
300		Oil (unspecified) [Hydrocarbons to fresh water]	0,20555837	kg				0,00E+00				
301		Oil (unspecified) [Hydrocarbons to sea water]	0,73508169	kg				0,00E+00				
302		Oil (unspecified) [Organic emissions to industrial soil]	4,18E-05	kg				0,00E+00				
303		Organic chlorine compounds (unspecified) [Organic emissions to fresh water]	8,94E-09	kg			7,60E-03	6,80E-11				
304		Organic chlorine compounds [Organic emissions to air (group VOC)]	4,77E-07	kg			7,60E-03	3,62E-09			7,5	3,58E-06
305		Organic compounds (dissolved) [Organic emissions to fresh water]	1,14E-06	kg				0,00E+00				
306		Organic compounds (unspecified) [Organic emissions to fresh water]	0,42813258	kg				0,00E+00				
307		Overburden (deposited) [Stockpile goods]	125142,567	kg				0,00E+00				
308		Oxygen [Inorganic emissions to air]	1,3547271	kg				0,00E+00				
309		Palladium [Heavy metals to air]	8,94E-13	kg				0,00E+00				
310	van Zelm (2008)	para-Cresol [Group NM VOC to air]	7,34E-09	kg			3,90E-08	2,86E-16				
311	van Zelm (2008)	Pentane (n-pentane) [Group NM VOC to air]	4,43806658	kg			3,90E-08	1,73E-07	2,602E-08	1,15E-07		
312		Phenanthrene [Group PAH to air]	0,00021332	kg				0,00E+00				
313		Phenol (hydroxy benzene) [Group NM VOC to air]	5,28E-06	kg			2,80E-03	1,48E-08				
314		Phenol (hydroxy benzene) [Hydrocarbons to fresh water]	0,08211304	kg			2,80E-03	2,30E-04				
315		Phenol (hydroxy benzene) [Hydrocarbons to sea water]	0,14576968	kg			2,80E-03	4,08E-04				
316		Phosphate [Inorganic emissions to fresh water]	0,20509043	kg				0,00E+00				
317	ReCiPe 2012	Phosphorus [Inorganic emissions to fresh water]	0,08281831	kg			6,55E-03	5,42E-04				
318	ReCiPe 2012	Phosphorus [Inorganic emissions to industrial soil]	0,00116717	kg			6,62E-03	7,72E-06				
319	ReCiPe 2012	Phosphorus [Inorganic emissions to sea water]	8,18E-06	kg			7,60E-04	6,21E-09				
320	ReCiPe 2008	Plutonium (Pu alpha) [Radioactive emissions to air]	4,51E-05	Bq		6,44E-11		2,91E-15				
321		Plutonium (Pu alpha) [Radioactive emissions to fresh water]	3,10519512	Bq				0,00E+00				
322	ReCiPe 2008	Polonium (Po210) [Radioactive emissions to air]	637,234057	Bq		1,17E-12		7,46E-10				
323		Polychlorinated biphenyls (PCB unspecified) [Halogenated organic emissions to air]	4,00E-06	kg		8,80E-03		3,52E-08				
324		Polychlorinated dibenzo-p-dioxins (2,3,7,8 - TCDD) [Halogenated organic emissions to air]	1,69E-09	kg			70,7	1,20E-07				
325		Polychlorinated dibenzo-p-dioxins (2,3,7,8 - TCDD) [Halogenated organic emissions to fresh water]	2,40E-13	kg				0,00E+00				
326		Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) [Group PAH to air]	0,00155535	kg				0,00E+00				
327		Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH, unsp.) [Hydrocarbons to fresh water]	6,77E-05	kg				0,00E+00				
328		Polycyclic aromatic hydrocarbons (unspecified) [Organic emissions to industrial soil]	1,04E-06	kg				0,00E+00				
329		Polycyclic hydrocarbons [Organic emissions to air (group VOC)]	1,79E-24	kg				0,00E+00				
330		Potassium (+I) [Inorganic emissions to industrial soil]	0,00400942	kg				0,00E+00				
331		Potassium [Inorganic emissions to fresh water]	0,50401704	kg				0,00E+00				
332	van Zelm (2008)	Propane [Group NM VOC to air]	26,2948239	kg			3,90E-08	1,03E-06	1,159E-08	3,05E-07		
333	van Zelm (2008)	Propene (propylene) [Group NM VOC to air]	0,00391772	kg			3,90E-08	1,53E-10				
334	van Zelm (2008)	Propionic acid (propane acid) [Group NM VOC to air]	1,42E-05	kg			3,90E-08	5,55E-13	9,882E-09	1,41E-13		
335	van Zelm (2008)	Propylene glycol methyl ether acetate [Group NM VOC to air]	1,38E-05	kg			3,90E-08	5,37E-13				
336		Protactinium (Pa234m) [Radioactive emissions to air]	0,18999907	Bq				0,00E+00				
337		Protactinium (Pa234m) [Radioactive emissions to fresh water]	887,846132	Bq				0,00E+00				

**Emissões anuais na fase de produção de pneus e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qty	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
338		R 114 (dichlorotetrafluoroethane) [Halogenated organic emissions to air]	0,00058378	kg				0,00E+00			10000	5,84E+00
339		R 116 (hexafluoroethane) [Halogenated organic emissions to air]	4,76E-07	kg				0,00E+00			12200	5,81E-03
340		R 125 (pentafluoroethane) [Halogenated organic emissions to air]	4,06E-06	kg				0,00E+00			3500	1,42E-02
341	ReCiPe 2008	R 134a (tetrafluoroethane) [Halogenated organic emissions to air]	2,61E-06	kg			9,95E-08	2,59E-13			1430	3,73E-03
342		R 143 (trifluoroethane) [Halogenated organic emissions to air]	3,63E-06	kg				0,00E+00			330	1,20E-03
343		R 22 (chlorodifluoromethane) [Halogenated organic emissions to air]	1,09E-06	kg			2,70E-05	2,93E-11			1810	1,97E-03
344		R 23 (trifluoromethane) [Halogenated organic emissions to air]	2,78E-05	kg				0,00E+00			14800	4,12E-01
345		R 245fa [Halogenated organic emissions to air]	7,22E-05	kg				0,00E+00			1030	7,43E-02
346		R32 (difluoromethane) [Halogenated organic emissions to air]	6,09E-07	kg				0,00E+00			675	4,11E-04
347		Radium (Ra226) [Radioactive emissions to air]	2788,98952	Bq				0,00E+00				
348		Radium (Ra226) [Radioactive emissions to fresh water]	4347707,5	Bq				0,00E+00				
349		Radon (Rn222) [Radioactive emissions to air]	207450682	Bq				0,00E+00				
350		Rhodium [Heavy metals to air]	8,63E-13	kg				0,00E+00				
351		Ruthenium (Ru106) [Radioactive emissions to fresh water]	164,446752	Bq				0,00E+00				
352		Ruthenium (Ru106) [Radioactive emissions to sea water]	45217,2112	Bq				0,00E+00				
353		Scandium [Inorganic emissions to air]	1,71E-11	kg				0,00E+00				
354		Selenium [Heavy metals to air]	0,00282221	kg		1,80E+00		5,08E-03				
355		Selenium [Heavy metals to fresh water]	0,00143978	kg		1,80E+00		2,59E-03				
356		Selenium [Heavy metals to industrial soil]	7,25E-10	kg		1,80E+00		1,30E-09				
357		Silicate particles [Inorganic emissions to fresh water]	2,94E-07	kg				0,00E+00				
358		Silicium tetrafluoride [Inorganic emissions to air]	4,04E-08	kg				0,00E+00				
359		Silicon dioxide (silica) [Particles to air]	3,45E-06	kg				0,00E+00				
360		Silicon dioxide (silica) [Particles to fresh water]	1,09E-18	kg				0,00E+00				
361		Silver (Ag110m) [Radioactive emissions to fresh water]	3102,82658	Bq				0,00E+00				
362		Silver [Heavy metals to air]	3,67E-05	kg		7,70E+00		2,83E-04				
363		Silver [Heavy metals to fresh water]	5,93E-05	kg		7,70E+00		4,57E-04				
364		Silver [Heavy metals to sea water]	2,44E-10	kg		7,70E+00		1,88E-09				
365		Sodium (+I) [Inorganic emissions to fresh water]	316,734061	kg				0,00E+00				
366		Sodium (+I) [Inorganic emissions to industrial soil]	0,02773765	kg				0,00E+00				
367		Sodium (+I) [Inorganic emissions to sea water]	1,63244379	kg				0,00E+00				
368		Sodium chloride (rock salt) [Inorganic emissions to fresh water]	0,00099156	kg				0,00E+00				
369		Sodium hypochlorite [Inorganic emissions to fresh water]	0,27055602	kg				0,00E+00				
370		Sodium sulphate [Inorganic emissions to fresh water]	0,20261212	kg				0,00E+00				
371		Soil loss by erosion into water [Particles to fresh water]	37,0680862	kg				0,00E+00				
372		Solids (dissolved) [Analytical measures to fresh water]	0,35256357	kg				0,00E+00				
373		Solids (suspended) [Particles to fresh water]	345,06065	kg				0,00E+00				
374		Solids (suspended) [Particles to sea water]	65,055909	kg				0,00E+00				
375		Spoil (deposited) [Stockpile goods]	591,301813	kg				0,00E+00				
376		Strontium (Sr90) [Radioactive emissions to fresh water]	141,133215	Bq				0,00E+00				
377	ReCiPe 2008	Strontium (Sr90) [Radioactive emissions to sea water]	2273,4209	Bq		3,16E-15		7,18E-12				
378		Strontium [Heavy metals to fresh water]	0,06288428	kg			1,20E-03	7,55E-05				
379		Strontium [Heavy metals to industrial soil]	5,72E-05	kg			1,20E-03	6,86E-08				

**Emissões anuais na fase de produção de pneus e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qty	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
380		Strontium [Heavy metals to sea water]	0,00169314	kg		1,20E-03		2,03E-06				
381		Strontium [Inorganic emissions to air]	6,75E-10	kg		1,20E-03		8,10E-13				
382		Styrene [Group NMVOC to air]	6,72E-07	kg	3,30E-02	3,90E-04	8,30E-03	2,80E-08	9,355E-09	6,28E-15		
383		Sulphate [Inorganic emissions to fresh water]	61,326148	kg				0,00E+00				
384		Sulphate [Inorganic emissions to industrial soil]	0,00015546	kg				0,00E+00				
385		Sulphate [Inorganic emissions to sea water]	10,1797632	kg				0,00E+00				
386		Sulphide [Inorganic emissions to fresh water]	0,95831868	kg				0,00E+00				
387		Sulphide [Inorganic emissions to industrial soil]	0,00051858	kg				0,00E+00				
388		Sulphide [Inorganic emissions to sea water]	4,39933733	kg				0,00E+00				
389		Sulphite [Inorganic emissions to fresh water]	0,01862482	kg				0,00E+00				
390		Sulphur [Inorganic emissions to air]	7,94E-05	kg				0,00E+00				
391		Sulphur [Inorganic emissions to fresh water]	1,11E-08	kg				0,00E+00				
392		Sulphur [Inorganic emissions to sea water]	0,00010457	kg				0,00E+00				
393	van Zelm (2008)	Sulphur dioxide [Inorganic emissions to air]	166,368472	kg			5,10E-05	8,48E-03	3,162E-09	5,26E-07		
394		Sulphur hexafluoride [Inorganic emissions to air]	3,09E-07	kg				0,00E+00			22800	7,04E-03
395		Sulphur trioxide [Inorganic emissions to air]	1,83E-08	kg				0,00E+00				
396		Sulphuric acid [Inorganic emissions to air]	0,00012345	kg				0,00E+00				
397		Sulphuric acid [Inorganic emissions to fresh water]	2,00E-05	kg				0,00E+00				
398		Tailings (deposited) [Stockpile goods]	93,0592612	kg				0,00E+00				
399		Tantalum [Heavy metals to fresh water]	1,32E-10	kg				0,00E+00				
400		Tellurium [Heavy metals to air]	8,47E-07	kg				0,00E+00				
401	ReCiPe 2008	Tetrachloroethene (perchloroethylene) [Halogenated organic emissions to air]	7,39E-12	kg			5,36E-05	3,96E-16	1,910E-09	1,41E-20		
402		Tetrafluoromethane [Halogenated organic emissions to air]	3,16E-05	kg				0,00E+00			7390	2,34E-01
403	ReCiPe 2012	Thallium [Heavy metals to air]	5,87E-06	kg			1,78E-01	1,05E-06				
404	ReCiPe 2012	Thallium [Heavy metals to fresh water]	9,27E-07	kg			2,03E-01	1,88E-07				
405		Thorium (Th230) [Radioactive emissions to air]	637,273122	Bq				0,00E+00				
406		Thorium (Th230) [Radioactive emissions to fresh water]	98274,6422	Bq				0,00E+00				
407		Thorium (Th234) [Radioactive emissions to air]	0,1948691	Bq				0,00E+00				
408		Thorium (Th234) [Radioactive emissions to fresh water]	887,846171	Bq				0,00E+00				
409		Tin (+IV) [Heavy metals to air]	0,0010992	kg				0,00E+00				
410		Tin (+IV) [Heavy metals to fresh water]	2,52E-09	kg			8,78E-08	2,21E-16				
411		Tin (+IV) [Heavy metals to sea water]	2,92E-10	kg			3,74E-08	1,09E-17				
412		Tin oxide [Inorganic emissions to air]	1,20E-12	kg				0,00E+00				
413		Titanium [Heavy metals to air]	0,00019873	kg	2,20E-04	9,80E-04	4,70E-03	1,17E-06				
414		Titanium [Heavy metals to fresh water]	0,00106663	kg				0,00E+00				
415		Titanium [Heavy metals to sea water]	2,97E-11	kg				0,00E+00				
416		Toluene (methyl benzene) [Group NMVOC to air]	0,02175759	kg	2,20E-04	9,80E-04	4,70E-03	1,28E-04	4,196E-08	9,13E-10		
417		Toluene (methyl benzene) [Hydrocarbons to fresh water]	0,01874194	kg				0,00E+00				
418		Toluene (methyl benzene) [Hydrocarbons to sea water]	0,08911236	kg	2,20E-04	9,80E-04	4,70E-03	5,26E-04				
419		Total dissolved organic bounded carbon [Analytical measures to fresh water]	1,69E-05	kg				0,00E+00				
420		Total organic bounded carbon [Analytical measures to fresh water]	2,70555674	kg				0,00E+00				
421		Total organic bounded carbon [Analytical measures to sea water]	0,08174311	kg				0,00E+00				

**Emissões anuais na fase de produção de pneus e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qty	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
422	ReCiPe 2008	Trichloroethene (isomers) [Halogenated organic emissions to air]	2,49E-06	kg			1,25E-07	3,11E-13	2,14E-08	5,33E-14		
423		Tungsten [Heavy metals to fresh water]	3,64E-06	kg				0,00E+00				
424		Unused primary energy from hydro power [Other emissions to fresh water]	1975,79215	MJ				0,00E+00				
425		Unused primary energy from solar energy [Other emissions to air]	7764,76927	MJ				0,00E+00				
426		Unused primary energy from wind power [Other emissions to air]	13480,9839	MJ				0,00E+00				
427		Uranium (total) [Radioactive emissions to air]	0,88852127	Bq			6,33E-12	5,62E-12				
428	ReCiPe 2008	Uranium (U234) [Radioactive emissions to air]	2549,5445	Bq	7,50E-11			1,91E-07				
429	ReCiPe 2008	Uranium (U234) [Radioactive emissions to fresh water]	37483,3719	Bq	1,87E-12			7,01E-08				
430	ReCiPe 2008	Uranium (U234) [Radioactive emissions to sea water]	133,767583	Bq	1,76E-14			2,35E-12				
431	ReCiPe 2008	Uranium (U235) [Radioactive emissions to air]	30,2276497	Bq	1,64E-11			4,96E-10				
432	ReCiPe 2008	Uranium (U235) [Radioactive emissions to fresh water]	155,77827	Bq	1,76E-12			2,74E-10				
433	ReCiPe 2008	Uranium (U238) [Radioactive emissions to air]	2668,6744	Bq	1,64E-11			4,38E-08				
434	ReCiPe 2008	Uranium (U238) [Radioactive emissions to fresh water]	37313,9074	Bq	1,76E-12			6,57E-08				
435	ReCiPe 2008	Uranium (U238) [Radioactive emissions to sea water]	133,767583	Bq	1,87E-14			2,50E-12				
436		Uranium [Radioactive emissions to fresh water]	4310,0814	Bq	1,76E-12			7,59E-09				
437		Used air [Other emissions to air]	255502,665	kg				0,00E+00				
438	ReCiPe 2012	Vanadium (+III) [Heavy metals to air]	0,01919635	kg		1,42E-02		2,73E-04				
439	ReCiPe 2012	Vanadium (+III) [Heavy metals to fresh water]	0,00224976	kg		1,07E-02		2,42E-05				
440	ReCiPe 2012	Vanadium (+III) [Heavy metals to sea water]	7,69E-08	kg		2,29E-02		1,76E-09				
441		Vinyl chloride (VCM; chloroethene) [Halogenated organic emissions to air]	1,79E-05	kg	3,80E-02	6,90E-01	5,70E-02	1,40E-05				
442		Vinyl chloride (VCM; chloroethene) [Halogenated organic emissions to fresh water]	9,23E-08	kg	3,80E-02	6,90E-01	5,70E-02	7,25E-08				
443		Waste (deposited) [Stockpile goods]	1257,40607	kg				0,00E+00				
444		Waste heat [Other emissions to air]	587455,719	MJ				0,00E+00				
445		Waste heat [Other emissions to fresh water]	24969,9962	MJ				0,00E+00				
446		Waste heat [Other emissions to sea water]	285,557773	MJ				0,00E+00				
447		Water (evapotranspiration) [Inorganic emissions to air]	312115,416	kg				0,00E+00				
448		Water (river water from technosphere, cooling water) [Other emissions to fresh water]	484317,135	kg				0,00E+00				
449		Water (river water from technosphere, turbined) [Other emissions to fresh water]	65829243,2	kg				0,00E+00				
450		Water (river water from technosphere, waste water) [Other emissions to fresh water]	198889,531	kg				0,00E+00				
451		Water (sea water from technosphere, waste water) [Other emissions to sea water]	78351,4802	kg				0,00E+00				
452		Water vapour [Inorganic emissions to air]	768646,759	kg				0,00E+00				
453		Xenon (Xe131m) [Radioactive emissions to air]	2554418,54	Bq				0,00E+00				
454		Xenon (Xe133) [Radioactive emissions to air]	42452965,5	Bq				0,00E+00				
455		Xenon (Xe133m) [Radioactive emissions to air]	1910348,89	Bq				0,00E+00				
456		Xenon (Xe135) [Radioactive emissions to air]	68916065,8	Bq				0,00E+00				
457		Xenon (Xe135m) [Radioactive emissions to air]	3536759,4	Bq				0,00E+00				
458		Xenon (Xe137) [Radioactive emissions to air]	11797194,1	Bq				0,00E+00				
459		Xenon (Xe138) [Radioactive emissions to air]	12953349,8	Bq				0,00E+00				
460		Xylene (dimethyl benzene) [Group NMVOC to air]	0,1822798	kg	2,10E-04	6,10E-04	7,20E-03	1,46E-03				
461		Xylene (isomers; dimethyl benzene) [Hydrocarbons to fresh water]	0,0067083	kg	2,10E-04	6,10E-04	7,20E-03	5,38E-05				
462		Xylene (isomers; dimethyl benzene) [Hydrocarbons to sea water]	0,0319929	kg	2,10E-04	6,10E-04	7,20E-03	2,57E-04				
463		Zinc (+II) [Heavy metals to agricultural soil]	0,08457314	kg		1,10E-01		9,30E-03				

**Emissões anuais na fase de produção de pneus e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qty	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
464		Zinc (+II) [Heavy metals to air]	0,0100184	kg		1,10E-01		1,10E-03				
465		Zinc (+II) [Heavy metals to fresh water]	0,01637049	kg		1,10E-01		1,80E-03				
466		Zinc (+II) [Heavy metals to industrial soil]	1,32E-06	kg		1,10E-01		1,45E-07				
467		Zinc (+II) [Heavy metals to sea water]	0,00085285	kg		1,10E-01		9,38E-05				
468		Zinc oxide [Inorganic emissions to air]	2,40E-12	kg				0,00E+00				
469		Zinc sulphate [Inorganic emissions to air]	4,61E-05	kg				0,00E+00				
TOTAL ANUAL								21,267		0,000015		205.983,716

* Fonte de dados para categoria de Potencial de Toxicidade humana. Todo dado em que a fonte não é destacada é de origem Hujibregts (2005)

**Emissões anuais na fase de produção de óleo lubrificante e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qnt	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
001		Lubricating oil [Operating materials]	13040,0829	kg								
002		High radioactive waste [Radioactive waste]	0,00344022	kg								
003		Low radioactive wastes [Radioactive waste]	0,05642231	kg								
004		Medium radioactive wastes [Radioactive waste]	0,02874561	kg								
005		Radioactive tailings [Radioactive waste]	2,69991481	kg								
006		1,1,1-Trichloroethane [Halogenated organic emissions to air]	4,76E-08	kg				0,00E+00	5,929E-10	2,82E-17	146	6,94E-06
007		1,2-Dibromoethane [Halogenated organic emissions to fresh water]	3,43E-13	kg	4,80E-01			1,65E-13				
008	van Zelm (2008)	1,3,5-Trimethylbenzene [Group NMVOC to air]	8,27E-13	kg			3,90E-08	3,23E-20				
009		Acenaphthene [Hydrocarbons to fresh water]	3,48E-06	kg		2,20E-03		7,65E-09				
010		Acenaphthene [Hydrocarbons to sea water]	1,66E-05	kg		2,20E-03		3,65E-08				
011	ReCiPe 2008	Acenaphthylene [Hydrocarbons to fresh water]	1,49E-06	kg		5,95E-08		8,88E-14				
012	ReCiPe 2008	Acenaphthylene [Hydrocarbons to sea water]	7,10E-06	kg		1,23E-10		8,73E-16				
013		Acetaldehyde (Ethanal) [Group NMVOC to air]	0,00012984	kg	6,40E-03		3,20E-02	4,99E-06				
014		Acetic acid [Group NMVOC to air]	0,00114898	kg				0,00E+00				
015		Acetic acid [Hydrocarbons to fresh water]	2,92E-06	kg				0,00E+00				
016		Acetic acid [Hydrocarbons to sea water]	1,06E-09	kg				0,00E+00				
017	van Zelm (2008)	Acetone (dimethylcetone) [Group NMVOC to air]	0,00012544	kg		2,40E-04	3,90E-08	3,01E-08	6,193E-09	7,77E-13		
018		Acid (calculated as H+) [Inorganic emissions to fresh water]	1,62E-05	kg				0,00E+00				
019		Acrolein [Group NMVOC to air]	5,58E-06	kg		2,20E+00	5,00E+01	2,91E-04				
020		Acrylonitrile [Hydrocarbons to fresh water]	4,15E-11	kg	5,80E-02		3,00E-01	1,49E-11				
021		Adsorbable organic halogen compounds (AOX) [Analytical measures to fresh water]	0,0070632	kg				0,00E+00				
022		Adsorbable organic halogen compounds (AOX) [Analytical measures to sea water]	6,57E-09	kg				0,00E+00				
023	van Zelm (2008)	Aldehyde (unspecified) [Group NMVOC to air]	1,11E-05	kg			3,90E-08	4,33E-13	3,615E-08	4,01E-13		
024	van Zelm (2008)	Alkane (unspecified) [Group NMVOC to air]	0,0038642	kg			3,90E-08	1,51E-10				
025	van Zelm (2008)	Alkene (unspecified) [Group NMVOC to air]	0,0033906	kg			3,90E-08	1,32E-10				
026		Aluminium (+III) [Inorganic emissions to fresh water]	0,00903546	kg				0,00E+00				
027		Aluminium (+III) [Inorganic emissions to industrial soil]	3,99E-06	kg				0,00E+00				
028		Aluminium (+III) [Inorganic emissions to sea water]	5,41E-08	kg				0,00E+00				
029		Aluminium [Particles to air]	2,60E-06	kg				0,00E+00				
030		Aluminium oxide (dust) [Particles to air]	9,22E-06	kg				0,00E+00				
031		Americium (Am241) [Radioactive emissions to fresh water]	0,03755074	Bq				0,00E+00				
032		Ammonia [Inorganic emissions to air]	0,11738708	kg			6,10E-02	7,16E-03				
033		Ammonia [Inorganic emissions to fresh water]	0,00445563	kg			6,10E-02	2,72E-04				
034		Ammonia [Inorganic emissions to industrial soil]	2,04E-05	kg			6,10E-02	1,24E-06				
035		Ammonia [Inorganic emissions to sea water]	2,02E-09	kg			6,10E-02	1,23E-10				
036		Ammonium (total N) [Inorganic emissions to fresh water]	9,95E-11	kg				0,00E+00				
037		Ammonium / ammonia [Inorganic emissions to fresh water]	0,00228983	kg			6,10E-02	1,40E-04				
038		Ammonium / ammonia [Inorganic emissions to sea water]	1,46E-08	kg			6,10E-02	8,89E-10				
039		Ammonium [Inorganic emissions to air]	7,83E-07	kg				0,00E+00				
040		Ammonium nitrate [Inorganic emissions to air]	1,04E-12	kg				0,00E+00				
041		Anthracene [Group PAH to air]	7,90E-07	kg		3,90E-04		3,08E-10				

**Emissões anuais na fase de produção de óleo lubrificante e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qnt	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
042		Anthracene [Hydrocarbons to fresh water]	6,50E-06	kg		3,90E-04		2,54E-09				
043		Anthracene [Hydrocarbons to sea water]	3,11E-05	kg		3,90E-04		1,21E-08				
044		Antimony (Sb124) [Radioactive emissions to air]	4,82853156	Bq				0,00E+00				
045	ReCiPe 2008	Antimony (Sb124) [Radioactive emissions to fresh water]	140,823676	Bq	6,33E-13			8,91E-11				
046	ReCiPe 2008	Antimony (Sb125) [Radioactive emissions to fresh water]	160,54017	Bq	1,15E-14			1,85E-12				
047		Antimony [Heavy metals to air]	1,01E-05	kg		1,30E+00		1,31E-05				
048		Antimony [Heavy metals to fresh water]	3,94E-12	kg		1,30E+00		5,12E-12				
049		Antimony [Heavy metals to industrial soil]	4,84E-12	kg		1,30E+00		6,29E-12				
050		Argon (Ar41) [Radioactive emissions to air]	212756,747	Bq				0,00E+00				
051		Argon [Inorganic emissions to air]	0,00053538	kg				0,00E+00				
052	van Zelm (2008)	Aromatic hydrocarbons (unspecified) [Group NMVOC to air]	4,99E-05	kg			3,90E-08	1,95E-12				
053		Aromatic hydrocarbons (unspecified) [Hydrocarbons to fresh water]	0,00056017	kg				0,00E+00				
054		Aromatic hydrocarbons (unspecified) [Hydrocarbons to sea water]	7,26E-05	kg				0,00E+00				
055		Arsenic (+V) [Heavy metals to air]	0,0002149	kg	8,00E-02	3,40E+01		7,32E-03				
056		Arsenic (+V) [Heavy metals to fresh water]	0,00262337	kg	8,00E-02	3,40E+01		8,94E-02				
057		Arsenic (+V) [Heavy metals to industrial soil]	7,33E-10	kg	8,00E-02	3,40E+01		2,50E-08				
058		Arsenic (+V) [Heavy metals to sea water]	0,01151826	kg	8,00E-02	3,40E+01		3,93E-01				
059		Arsenic trioxide [Heavy metals to air]	3,31E-09	kg				0,00E+00				
060		Barium [Inorganic emissions to air]	0,00038659	kg		2,60E-01		1,01E-04				
061		Barium [Inorganic emissions to fresh water]	0,02125944	kg		2,60E-01		5,53E-03				
062		Barium [Inorganic emissions to sea water]	0,10051983	kg		2,60E-01		2,61E-02				
063		Benzene [Group NMVOC to air]	0,03100672	kg	5,80E-03		3,10E-03	2,76E-04	1,436E-08	4,45E-10		
064		Benzene [Hydrocarbons to fresh water]	0,00796999	kg	5,80E-03		3,10E-03	7,09E-05				
065		Benzene [Hydrocarbons to sea water]	0,03775396	kg	5,80E-03		3,10E-03	3,36E-04				
066		Benzo(a)anthracene [Group PAH to air]	3,98E-07	kg				0,00E+00				
067		Benzo(a)anthracene [Hydrocarbons to fresh water]	3,98E-07	kg				0,00E+00				
068		Benzo(a)anthracene [Hydrocarbons to sea water]	1,88E-06	kg				0,00E+00				
069		Benzo(a)pyrene [Group PAH to air]	2,83E-07	kg	1,10E+00			3,11E-07				
070		Benzo(ghi)perylene [Group PAH to air]	3,55E-07	kg				0,00E+00				
071		Benzo(a)fluoranthene [Group PAH to air]	7,09E-07	kg				0,00E+00				
072		Benzo(a)fluoranthene [Hydrocarbons to fresh water]	4,85E-08	kg				0,00E+00				
073		Benzo(a)fluoranthene [Hydrocarbons to sea water]	2,29E-07	kg				0,00E+00				
074		Beryllium [Inorganic emissions to air]	2,01E-06	kg	3,80E+00	8,40E-02	2,80E-03	7,80E-06				
075		Beryllium [Inorganic emissions to fresh water]	3,49E-07	kg	3,80E+00	8,40E-02	2,80E-03	1,35E-06				
076		Beryllium [Inorganic emissions to industrial soil]	9,40E-13	kg	3,80E+00	8,40E-02	2,80E-03	3,66E-12				
077		Beryllium [Inorganic emissions to sea water]	4,53E-10	kg	3,80E+00	8,40E-02	2,80E-03	1,76E-09				
078		Biological oxygen demand (BOD) [Analytical measures to fresh water]	0,1159859	kg				0,00E+00				
079		Biological oxygen demand (BOD) [Analytical measures to sea water]	0,00725718	kg				0,00E+00				
080		Boron [Inorganic emissions to air]	2,73E-09	kg		4,30E-03		1,17E-11				
081		Boron [Inorganic emissions to fresh water]	0,00443068	kg		4,30E-03		1,91E-05				
082		Boron [Inorganic emissions to sea water]	1,10E-09	kg		4,30E-03		4,71E-12				

**Emissões anuais na fase de produção de óleo lubrificante e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qty	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
083		Boron compounds (unspecified) [Inorganic emissions to air]	0,00393525	kg		4,30E-03		1,69E-05				
084		Bromate [Inorganic emissions to fresh water]	2,51E-13	kg	1,70E-01	1,00E-01		6,78E-14				
085		Bromide [Inorganic emissions to industrial soil]	1,87E-09	kg	1,70E-01	1,00E-01		5,06E-10				
086		Bromine [Inorganic emissions to air]	0,00081681	kg	1,70E-01	1,00E-01		2,21E-04				
087		Bromine [Inorganic emissions to fresh water]	2,27E-11	kg	1,70E-01	1,00E-01		6,12E-12				
088	van Zelm (2008)	Butadiene [Group NMVOC to air]	1,20E-11	kg			3,90E-08	4,68E-19	5,606E-08	6,73E-19		
089	van Zelm (2008)	Butane (n-butane) [Group NMVOC to air]	0,74313946	kg			3,90E-08	2,90E-08	2,319E-08	1,72E-08		
090	van Zelm (2008)	Butene [Group NMVOC to air]	8,05E-05	kg			3,90E-08	3,14E-12	2,319E-08	1,87E-12		
091		Cadmium (+II) [Heavy metals to agricultural soil]	5,51E-06	kg	2,80E+00	5,40E+00		4,52E-05				
092		Cadmium (+II) [Heavy metals to air]	8,36E-05	kg	2,80E+00	5,40E+00		6,85E-04				
093		Cadmium (+II) [Heavy metals to fresh water]	0,00111764	kg	2,80E+00	5,40E+00		9,16E-03				
094		Cadmium (+II) [Heavy metals to industrial soil]	1,66E-07	kg	2,80E+00	5,40E+00		1,36E-06				
095		Cadmium (+II) [Heavy metals to sea water]	0,00493067	kg	2,80E+00	5,40E+00		4,04E-02				
096		Calcium (+II) [Inorganic emissions to fresh water]	0,69703823	kg				0,00E+00				
097		Calcium (+II) [Inorganic emissions to industrial soil]	0,01564987	kg				0,00E+00				
098		Calcium (+II) [Inorganic emissions to sea water]	1,20E-07	kg				0,00E+00				
099	van Zelm (2008)	Caprolactam [Group NMVOC to air]	1,02E-08	kg			3,90E-08	3,97E-16				
100	ReCiPe 2008	Carbon (C14) [Radioactive emissions to air]	268548,983	Bq	1,64E-10			4,40E-05				
101		Carbon (C14) [Radioactive emissions to fresh water]	5,82764344	Bq				0,00E+00				
102	ReCiPe 2008	Carbon (C14) [Radioactive emissions to sea water]	1299,22555	Bq	9,14E-13			1,19E-09				
103		Carbon dioxide (biotic) [Inorganic emissions to air]	209,758341	kg				0,00E+00			1	2,10E+02
104		Carbon dioxide [Inorganic emissions to air]	12376,4753	kg				0,00E+00			1	1,24E+04
105		Carbon disulphide [Inorganic emissions to air]	6,38E-11	kg		5,90E-03	2,20E-01	1,44E-11				
106	ReCiPe 2012	Carbon monoxide [Inorganic emissions to air]	9,08151317	kg			1,78E-09	1,62E-08	1,779E-09	1,62E-08		
107		Carbon, organically bound [Organic emissions to fresh water]	0,08749406	kg				0,00E+00				
108		Carbonate [Inorganic emissions to fresh water]	1,3396767	kg				0,00E+00				
109		Carbonate [Inorganic emissions to sea water]	6,32329797	kg				0,00E+00				
110	ReCiPe 2008	Cesium (Cs134) [Radioactive emissions to air]	0,83969455	Bq	9,25E-12			7,77E-12				
111	ReCiPe 2008	Cesium (Cs134) [Radioactive emissions to fresh water]	57,7730554	Bq	1,11E-10			6,41E-09				
112	ReCiPe 2008	Cesium (Cs134) [Radioactive emissions to sea water]	15,6063129	Bq	6,09E-14			9,50E-13				
113	ReCiPe 2008	Cesium (Cs137) [Radioactive emissions to air]	0,85125459	Bq	1,04E-11			8,85E-12				
114	ReCiPe 2008	Cesium (Cs137) [Radioactive emissions to fresh water]	247,965815	Bq	1,29E-10			3,20E-08				
115	ReCiPe 2008	Cesium (Cs137) [Radioactive emissions to sea water]	208,734436	Bq	6,09E-14			1,27E-11				
116		Chemical oxygen demand (COD) [Analytical measures to fresh water]	1,80445508	kg				0,00E+00				
117		Chemical oxygen demand (COD) [Analytical measures to sea water]	0,55799223	kg				0,00E+00				
118		Chlorate [Inorganic emissions to fresh water]	5,06E-09	kg				0,00E+00				
119		Chloride (unspecified) [Inorganic emissions to air]	0,06843063	kg				0,00E+00				
120		Chloride [Inorganic emissions to fresh water]	128,120834	kg				0,00E+00				
121		Chloride [Inorganic emissions to industrial soil]	0,00185157	kg				0,00E+00				
122		Chloride [Inorganic emissions to sea water]	499,390102	kg				0,00E+00				
123		Chlorinated hydrocarbons (unspecified) [Halogenated organic emissions to fresh water]	1,18E-11	kg				0,00E+00	4,875E-09	5,77E-20		

**Emissões anuais na fase de produção de óleo lubrificante e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qnt	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
124		Chlorine (dissolved) [Inorganic emissions to fresh water]	0,01271357	kg		7,60E-03		9,66E-05				
125		Chlorine [Inorganic emissions to air]	9,49E-06	kg		7,60E-03		7,21E-08				
126		Chlorine [Inorganic emissions to industrial soil]	2,23E-09	kg		7,60E-03		1,70E-11				
127		Chloromethane (methyl chloride) [Halogenated organic emissions to fresh water]	1,37E-09	kg				0,00E+00			13	1,78E-08
128		Chromium (+III) [Heavy metals to agricultural soil]	0,00012747	kg		7,50E-05		9,56E-09				
129		Chromium (+III) [Heavy metals to air]	5,73E-07	kg		7,50E-05		4,30E-11				
130		Chromium (+III) [Heavy metals to fresh water]	2,60E-05	kg		7,50E-05		1,95E-09				
131		Chromium (+III) [Heavy metals to industrial soil]	1,86E-09	kg		7,50E-05		1,39E-13				
132		Chromium (+VI) [Heavy metals to air]	6,97E-12	kg	1,90E+01	4,40E-02	2,40E+01	3,00E-10				
133		Chromium (+VI) [Heavy metals to fresh water]	2,26E-07	kg	1,90E+01	4,40E-02	2,40E+01	9,72E-06				
134		Chromium (+VI) [Heavy metals to industrial soil]	9,56E-12	kg	1,90E+01	4,40E-02	2,40E+01	4,11E-10				
135	ReCiPe 2008	Chromium (unspecified) [Heavy metals to agricultural soil]	-1,00E-08	kg		4,24E-09		-4,25E-17				
136	ReCiPe 2008	Chromium (unspecified) [Heavy metals to air]	0,00075499	kg			2,20E-07	1,66E-10				
137		Chromium (unspecified) [Heavy metals to fresh water]	0,00427242	kg				0,00E+00				
138	ReCiPe 2008	Chromium (unspecified) [Heavy metals to industrial soil]	2,56E-08	kg		9,81E-11		2,51E-18				
139		Chromium (unspecified) [Heavy metals to sea water]	0,01961816	kg				0,00E+00				
140		Chrysene [Group PAH to air]	9,77E-07	kg				0,00E+00				
141		Chrysene [Hydrocarbons to fresh water]	1,46E-06	kg				0,00E+00				
142		Chrysene [Hydrocarbons to sea water]	6,89E-06	kg				0,00E+00				
143		Clean gas [Other emissions to air]	13,3023177	kg				0,00E+00				
144		Cobalt (Co58) [Radioactive emissions to air]	3,67109226	Bq				0,00E+00				
145		Cobalt (Co58) [Radioactive emissions to fresh water]	794,585717	Bq				0,00E+00				
146		Cobalt (Co60) [Radioactive emissions to air]	10,0461325	Bq				0,00E+00				
147		Cobalt (Co60) [Radioactive emissions to fresh water]	751,073917	Bq				0,00E+00				
148		Cobalt (Co60) [Radioactive emissions to sea water]	24,9701007	Bq				0,00E+00				
149	ReCiPe 2008	Cobalt [Heavy metals to air]	0,00036572	kg			0,00302	1,10E-06				
150	ReCiPe 2008	Cobalt [Heavy metals to fresh water]	1,47E-08	kg		1,31E-25		1,92E-33				
151	ReCiPe 2008	Cobalt [Heavy metals to industrial soil]	3,52E-09	kg		2,62E-25		9,21E-34				
152	ReCiPe 2008	Cobalt [Heavy metals to sea water]	1,00E-08	kg		8,64E-26		8,66E-34				
153		Copper (+II) [Heavy metals to agricultural soil]	0,00012739	kg		7,90E-03		1,01E-06				
154		Copper (+II) [Heavy metals to air]	0,00077857	kg		7,90E-03		6,15E-06				
155		Copper (+II) [Heavy metals to fresh water]	0,00693377	kg		7,90E-03		5,48E-05				
156		Copper (+II) [Heavy metals to industrial soil]	3,28E-07	kg		7,90E-03		2,59E-09				
157		Copper (+II) [Heavy metals to sea water]	0,01680507	kg		7,90E-03		1,33E-04				
158		Copper ion (+II/+III) [Inorganic emissions to fresh water]	3,93E-10	kg		7,90E-03		3,10E-12				
159		Cresol (methyl phenol) [Hydrocarbons to fresh water]	1,98E-11	kg		4,40E-03		8,71E-14				
160		Cresol (methyl phenol) [Hydrocarbons to sea water]	1,52E-11	kg		4,40E-03		6,69E-14				
161		Cumene (isopropylbenzene) [Group NMVOC to air]	1,91E-12	kg		2,00E-03	6,50E-04	5,07E-15	3,294E-08	6,30E-20		
162		Curium (Cm alpha) [Radioactive emissions to fresh water]	0,04976605	Bq				0,00E+00				
163		Cyanide (unspecified) [Inorganic emissions to air]	0,0016188	kg		1,00E-02		1,62E-05				
164		Cyanide [Inorganic emissions to fresh water]	0,00032598	kg		1,00E-02		3,26E-06				

**Emissões anuais na fase de produção de óleo lubrificante e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qty	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
165		Cyclohexane (hexahydro benzene) [Group NMVOC to air]	1,51E-09	kg			7,00E-04	1,06E-12				
166		Dibenz(a)anthracene [Group PAH to air]	2,21E-07	kg	3,00E-01			6,63E-08				
167	ReCiPe 2008	Dichloroethane (ethylene dichloride) [Halogenated organic emissions to air]	5,00E-12	kg			2,29E-05	1,15E-16				
168	ReCiPe 2008	Dichloroethane (ethylene dichloride) [Halogenated organic emissions to fresh water]	7,78E-14	kg		1,20E-05		9,34E-19				
169	ReCiPe 2008	Dichloromethane (methylene chloride) [Halogenated organic emissions to air]	2,43E-13	kg			1,62E-05	3,93E-18	4,480E-09	1,09E-21	8,7	2,11E-12
170		Dichloropropane [Halogenated organic emissions to fresh water]	6,61E-15	kg	4,70E-03		8,70E-01	5,78E-15				
171	van Zelm (2008)	Diethylamine [Group NMVOC to air]	-7,30E-14	kg			3,90E-08	-2,85E-21				
172	van Zelm (2008)	Dimethylamine [Group NMVOC to air]	7,96E-11	kg			3,90E-08	3,10E-18				
173		Dioxins (unspec.) [Halogenated organic emissions to air]	3,82E-11	kg				0,00E+00				
174	van Zelm (2008)	Dust (> PM10) [Particles to air]	0,23999739	kg			2,60E-04	6,24E-05				
175	ReCiPe 2008	Dust (PM2,5 - PM10) [Particles to air]	0,59933465	kg			0,00026	1,56E-04				
176	ReCiPe 2008	Dust (PM2.5) [Particles to air]	0,2048668	kg			0,00026	5,33E-05				
177	van Zelm (2008)	Ethane [Group NMVOC to air]	2,03209261	kg			3,90E-08	7,93E-08	6,588E-08	1,34E-07		
178	van Zelm (2008)	Ethanol [Group NMVOC to air]	0,00025875	kg			3,90E-08	1,01E-11	2,629E-08	6,80E-12		
179	van Zelm (2008)	Ethene (ethylene) [Group NMVOC to air]	1,07E-06	kg			3,90E-08	4,16E-14	8,103E-09	8,65E-15		
180		Ethyl benzene [Group NMVOC to air]	0,00336582	kg	2,20E-04	2,30E-03	3,30E-04	9,59E-06				
181		Ethyl benzene [Hydrocarbons to fresh water]	0,00043389	kg	2,20E-04	2,30E-03	3,30E-04	1,24E-06				
182		Ethyl benzene [Hydrocarbons to sea water]	0,00205536	kg	2,20E-04	2,30E-03	3,30E-04	5,86E-06				
183		Exhaust [Other emissions to air]	8158,12586	kg				0,00E+00				
184	van Zelm (2008)	Fluoranthene [Group NMVOC to air]	2,57E-06	kg		3,10E-03	3,90E-08	7,98E-09				
185		Fluoranthene [Hydrocarbons to fresh water]	4,58E-07	kg		3,10E-03		1,42E-09				
186		Fluoranthene [Hydrocarbons to sea water]	2,26E-06	kg		3,10E-03		7,02E-09				
187	van Zelm (2008)	Fluorene [Group NMVOC to air]	8,17E-06	kg		3,10E-03	3,90E-08	2,53E-08				
188		Fluoride [Inorganic emissions to air]	0,00045552	kg		4,50E-01		2,05E-04				
189		Fluoride [Inorganic emissions to fresh water]	2,02863809	kg		4,50E-01		9,13E-01				
190		Fluoride [Inorganic emissions to industrial soil]	1,91E-06	kg		4,50E-01		8,59E-07				
191		Fluoride [Inorganic emissions to sea water]	5,62E-06	kg		4,50E-01		2,53E-06				
192		Fluorides [Inorganic emissions to air]	4,45E-06	kg		4,50E-01		2,00E-06				
193		Fluorine [Inorganic emissions to air]	6,39E-07	kg		4,50E-01		2,88E-07				
194		Fluorine [Inorganic emissions to fresh water]	3,52E-05	kg		4,50E-01		1,58E-05				
195	van Zelm (2008)	Formaldehyde (methanal) [Group NMVOC to air]	0,00590038	kg	7,60E-01	7,30E-03	3,90E-08	4,53E-03	3,419E-08	2,02E-10		
196		Formaldehyde (methanal) [Hydrocarbons to fresh water]	3,61E-12	kg	7,60E-01	7,30E-03		2,77E-12				
197		Halogenated hydrocarbons (unspecified) [Halogenated organic emissions to air]	1,39E-10	kg				0,00E+00				
198		Heavy metals to air (unspecified) [Heavy metals to air]	1,90E-06	kg				0,00E+00				
199		Heavy metals to water (unspecified) [Heavy metals to fresh water]	6,07E-12	kg				0,00E+00				
200		Helium [Inorganic emissions to air]	1,19E-07	kg				0,00E+00				
201	van Zelm (2008)	Heptane (isomers) [Group NMVOC to air]	0,02379207	kg			3,90E-08	9,28E-10	3,254E-08	7,74E-10		
202	van Zelm (2008)	Hexamethylene diamine (HMDA) [Group NMVOC to air]	7,07E-13	kg			3,90E-08	2,76E-20				
203		Hexane (isomers) [Group NMVOC to air]	0,03659008	kg			7,70E-03	2,82E-04	3,175E-08	1,16E-09		
204		Hexane (isomers) [Hydrocarbons to fresh water]	2,23E-12	kg			7,70E-03	1,72E-14				
205		Hexane (isomers) [Hydrocarbons to sea water]	1,66E-12	kg			7,70E-03	1,28E-14				

**Emissões anuais na fase de produção de óleo lubrificante e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qnt	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
206		Hydrocarbons (unspecified) [Hydrocarbons to fresh water]	0,00010219	kg				0,00E+00				
207		Hydrocarbons (unspecified) [Organic emissions to air (group VOC)]	0,00114216	kg				0,00E+00			7,5	8,57E-03
208		Hydrocarbons, chloro-/fluoro- [Halogenated organic emissions to air]	9,74E-10	kg				0,00E+00				
209		Hydrogen (H3) [Radioactive emissions to air]	718134,033	Bq				0,00E+00				
210		Hydrogen (H3) [Radioactive emissions to fresh water]	14601956,1	Bq				0,00E+00				
211		Hydrogen (H3) [Radioactive emissions to sea water]	1706940,48	Bq				0,00E+00				
212		Hydrogen [Inorganic emissions to air]	0,0018756	kg				0,00E+00				
213		Hydrogen arsenic (arsine) [Heavy metals to air]	2,75E-07	kg				0,00E+00				
214		Hydrogen bromine (hydrobromic acid) [Inorganic emissions to air]	1,49E-08	kg				0,00E+00				
215		Hydrogen chloride [Inorganic emissions to air]	0,07868226	kg				9,30E-02	7,32E-03			
216		Hydrogen chloride [Inorganic emissions to fresh water]	2,12E-06	kg				9,30E-02	1,97E-07			
217		Hydrogen cyanide (prussic acid) [Inorganic emissions to air]	2,54E-07	kg			2,20E-02	4,50E-01	1,20E-07			
218		Hydrogen cyanide (prussic acid) [Inorganic emissions to fresh water]	2,02E-12	kg			2,20E-02	4,50E-01	9,56E-13			
219		Hydrogen fluoride (hydrofluoric acid) [Inorganic emissions to fresh water]	2,40E-07	kg					0,00E+00			
220	ReCiPe 2008	Hydrogen fluoride [Inorganic emissions to air]	0,00603719	kg				0,000186	1,12E-06			
221		Hydrogen iodide [Inorganic emissions to air]	2,32E-12	kg					0,00E+00			
222		Hydrogen peroxide [Inorganic emissions to fresh water]	0,00064426	kg		1,90E-04			1,22E-07			
223		Hydrogen phosphorous [Inorganic emissions to air]	7,27E-09	kg					0,00E+00			
224		Hydrogen sulphide [Inorganic emissions to air]	0,15052898	kg				4,40E-01	6,62E-02			
225		Hydroxide [Inorganic emissions to fresh water]	3,28E-05	kg					0,00E+00			
226		Indeno[1,2,3-cd]pyrene [Group PAH to air]	2,64E-07	kg					0,00E+00			
227		Inert gases [Radioactive emissions to air]	1,86E-18	Bq					0,00E+00			
228		Iodine (I129) [Radioactive emissions to air]	0,08413672	Bq					0,00E+00			
229		Iodine (I129) [Radioactive emissions to fresh water]	5,46653568	Bq					0,00E+00			
230		Iodine (I131) [Radioactive emissions to air]	7555,15379	Bq					0,00E+00			
231		Iodine (I131) [Radioactive emissions to fresh water]	29,1050632	Bq					0,00E+00			
232		Iodine (I131) [Radioactive emissions to sea water]	228,242327	Bq					0,00E+00			
233		Iron [Heavy metals to air]	0,00551345	kg					0,00E+00			
234		Iron [Heavy metals to fresh water]	1,26300859	kg					0,00E+00			
235		Iron [Heavy metals to industrial soil]	4,66E-06	kg					0,00E+00			
236		Iron [Heavy metals to sea water]	1,50E-07	kg					0,00E+00			
237	van Zelm (2008)	Isopropanol [Group NMVOC to air]	3,11E-06	kg				3,90E-08	1,21E-13			
238		Krypton (Kr85) [Radioactive emissions to air]	1543813,45	Bq					0,00E+00			
239		Krypton (Kr85m) [Radioactive emissions to air]	1250483,42	Bq					0,00E+00			
240		Lanthanides [Heavy metals to air]	2,08E-12	kg					0,00E+00			
241		Lead (+II) [Heavy metals to agricultural soil]	0,0001912	kg				7,50E+00	1,43E-03			
242		Lead (+II) [Heavy metals to air]	0,00207293	kg				7,50E+00	1,55E-02			
243		Lead (+II) [Heavy metals to fresh water]	0,00176178	kg				7,50E+00	1,32E-02			
244		Lead (+II) [Heavy metals to industrial soil]	4,43E-09	kg				7,50E+00	3,32E-08			
245		Lead (+II) [Heavy metals to sea water]	0,00338389	kg				7,50E+00	2,54E-02			
246	ReCiPe 2008	Lead (Pb210) [Radioactive emissions to air]	24,8831542	Bq		1,17E-12			2,91E-11			

**Emissões anuais na fase de produção de óleo lubrificante e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qty	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
247		Lead dioxide [Inorganic emissions to air]	7,25E-12	kg				0,00E+00				
248		Magnesium (+III) [Inorganic emissions to fresh water]	0,14527421	kg				0,00E+00				
249		Magnesium (+III) [Inorganic emissions to industrial soil]	2,44E-05	kg				0,00E+00				
250		Magnesium [Inorganic emissions to sea water]	0,00126681	kg				0,00E+00				
251		Magnesium chloride [Inorganic emissions to fresh water]	6,33E-07	kg				0,00E+00				
252		Manganese (+II) [Heavy metals to air]	0,0012235	kg			2,30E+01	2,81E-02				
253		Manganese (+II) [Heavy metals to fresh water]	1,1389737	kg		1,90E-01		2,16E-01				
254		Manganese (+II) [Heavy metals to industrial soil]	2,67E-08	kg		1,90E-01		5,07E-09				
255		Manganese (+II) [Heavy metals to sea water]	1,86E-08	kg		1,90E-01		3,54E-09				
256	ReCiPe 2008	Manganese (Mn54) [Radioactive emissions to fresh water]	76,3090499	Bq	2,46E-13			1,88E-11				
257	van Zelm (2008)	Mercaptan (unspecified) [Group NMVOC to air]	1,64E-06	kg			3,90E-08	6,41E-14				
258		Mercury (+II) [Heavy metals to agricultural soil]	1,27E-06	kg		3,80E+00		4,84E-06				
259		Mercury (+II) [Heavy metals to air]	0,00016129	kg			2,30E+00	3,71E-04				
260		Mercury (+II) [Heavy metals to fresh water]	3,35E-05	kg		3,80E+00		1,27E-04				
261		Mercury (+II) [Heavy metals to industrial soil]	2,33E-11	kg		3,80E+00		8,86E-11				
262		Mercury (+II) [Heavy metals to sea water]	2,67E-05	kg		3,80E+00		1,02E-04				
263		meta-Cresol [Group NMVOC to air]	5,11E-10	kg		4,40E-03		2,25E-12				
264		Metal ions (unspecific) [Inorganic emissions to fresh water]	1,67E-05	kg				0,00E+00				
265		Metals (unspecified) [Particles to air]	2,16E-08	kg				0,00E+00				
266		Metals (unspecified) [Particles to fresh water]	1,18E-10	kg				0,00E+00				
267	van Zelm (2008)	Methacrylate [Group NMVOC to air]	2,91E-10	kg			3,90E-08	1,14E-17				
268	ReCiPe 2012	Methane [Organic emissions to air (group VOC)]	43,8100503	kg			3,95E-10	1,73E-08	3,953E-10	1,73E-08	25	1,10E+03
269		Methanol [Group NMVOC to air]	0,00024934	kg		4,40E-04		1,10E-07	9,223E-09	2,30E-12		
270		Methanol [Hydrocarbons to fresh water]	0,00176704	kg		4,40E-04		7,77E-07				
271		Methyl methacrylate (MMA) [Group NMVOC to air]	3,66E-08	kg		8,10E-04	1,60E-01	5,89E-09				
272		Molybdenum [Heavy metals to air]	0,00034978	kg		7,70E-01		2,69E-04				
273		Molybdenum [Heavy metals to fresh water]	0,00067032	kg		7,70E-01		5,16E-04				
274		Molybdenum [Heavy metals to sea water]	5,82E-12	kg		7,70E-01		4,48E-12				
275		Naphthalene [Group PAH to air]	8,30E-05	kg	1,10E-02	1,10E-02	6,10E-02	6,89E-06				
276		Naphthalene [Hydrocarbons to fresh water]	0,00025045	kg	1,10E-02	1,10E-02	6,10E-02	2,08E-05				
277		Naphthalene [Organic emissions to sea water]	0,00118552	kg	1,10E-02	1,10E-02	6,10E-02	9,84E-05				
278	van Zelm (2008)	n-Butyl acetate [Group NMVOC to air]	1,40E-07	kg			3,90E-08	5,45E-15				
279		Nickel (+II) [Heavy metals to agricultural soil]	6,37E-05	kg	2,00E-01			1,27E-05				
280		Nickel (+II) [Heavy metals to air]	0,00364828	kg	2,00E-01			7,30E-04				
281		Nickel (+II) [Heavy metals to fresh water]	0,00234601	kg		2,20E-02		5,16E-05				
282		Nickel (+II) [Heavy metals to industrial soil]	4,75E-08	kg	2,00E-01			9,50E-09				
283		Nickel (+II) [Heavy metals to sea water]	0,00633103	kg		2,20E-02		1,39E-04				
284		Nitrate [Inorganic emissions to fresh water]	0,10242371	kg		1,70E-02		1,74E-03				
285		Nitrate [Inorganic emissions to sea water]	0,00869382	kg		1,70E-02		1,48E-04				
286		Nitrite [Inorganic emissions to fresh water]	1,18E-06	kg		1,70E-02		2,00E-08				
287		Nitrite [Inorganic emissions to sea water]	7,08E-06	kg		1,70E-02		1,20E-07				

**Emissões anuais na fase de produção de óleo lubrificante e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qnt	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
288		Nitrogen (as total N) [Inorganic emissions to fresh water]	3,27E-05	kg				0,00E+00				
289	van Zelm (2008)	Nitrogen (atmospheric nitrogen) [Inorganic emissions to air]	0,76666172	kg			5,70E-05	4,37E-05				
290		Nitrogen [Inorganic emissions to fresh water]	8,87E-13	kg				0,00E+00				
291	van Zelm (2008)	Nitrogen dioxide [Inorganic emissions to air]	0,00044863	kg			5,70E-05	2,56E-08	3,900E-08	1,75E-11		
292	van Zelm (2008)	Nitrogen monoxide [Inorganic emissions to air]	0,00083556	kg			5,70E-05	4,76E-08	3,900E-08	3,26E-11		
293		Nitrogen organic bounded [Inorganic emissions to fresh water]	0,36324644	kg				0,00E+00				
294	van Zelm (2008)	Nitrogen oxides [Inorganic emissions to air]	17,0226118	kg			5,70E-05	9,70E-04	3,900E-08	6,64E-07		
295		Nitrogenous Matter (unspecified, as N) [Analytical measures to fresh water]	0,00110669	kg				0,00E+00				
296		Nitrogen trifluoride [Inorganic emissions to air]	1,59E-08	kg				0,00E+00			17200	2,73E-04
297	van Zelm (2008)	Nitrous oxide (laughing gas) [Inorganic emissions to air]	0,20746515	kg			5,70E-05	1,18E-05			298	6,18E+01
298	van Zelm (2008)	NM VOC (unspecified) [Group NM VOC to air]	5,01482665	kg			3,90E-08	1,96E-07	3,900E-08	1,96E-07		
299	van Zelm (2008)	Octane [Group NM VOC to air]	0,0130886	kg			3,90E-08	5,10E-10				
300		Oil (unspecified) [Hydrocarbons to fresh water]	0,04498821	kg				0,00E+00				
301		Oil (unspecified) [Hydrocarbons to sea water]	0,19185103	kg				0,00E+00				
302		Oil (unspecified) [Organic emissions to industrial soil]	2,96E-06	kg				0,00E+00				
303		Organic chlorine compounds (unspecified) [Organic emissions to fresh water]	6,30E-10	kg			7,60E-03	4,79E-12				
304		Organic chlorine compounds [Organic emissions to air (group VOC)]	3,38E-08	kg			7,60E-03	2,57E-10			7,5	2,53E-07
305		Organic compounds (dissolved) [Organic emissions to fresh water]	8,04E-08	kg				0,00E+00				
306		Organic compounds (unspecified) [Organic emissions to fresh water]	0,00021427	kg				0,00E+00				
307		Overburden (deposited) [Stockpile goods]	8977,48537	kg				0,00E+00				
308		Oxygen [Inorganic emissions to air]	0,07024056	kg				0,00E+00				
309		Palladium [Heavy metals to air]	8,94E-15	kg				0,00E+00				
310	van Zelm (2008)	para-Cresol [Group NM VOC to air]	5,06E-10	kg			3,90E-08	1,97E-17				
311	van Zelm (2008)	Pentane (n-pentane) [Group NM VOC to air]	0,2640473	kg			3,90E-08	1,03E-08	2,602E-08	6,87E-09		
312		Phenanthrene [Group PAH to air]	2,61E-05	kg				0,00E+00				
313		Phenol (hydroxy benzene) [Group NM VOC to air]	3,58E-07	kg			2,80E-03	1,00E-09				
314		Phenol (hydroxy benzene) [Hydrocarbons to fresh water]	0,00828898	kg			2,80E-03	2,32E-05				
315		Phenol (hydroxy benzene) [Hydrocarbons to sea water]	0,03814602	kg			2,80E-03	1,07E-04				
316		Phosphate [Inorganic emissions to fresh water]	0,08787445	kg				0,00E+00				
317	ReCiPe 2012	Phosphorus [Inorganic emissions to fresh water]	4,57E-05	kg			6,55E-03	2,99E-07				
318	ReCiPe 2012	Phosphorus [Inorganic emissions to industrial soil]	5,83E-06	kg			6,62E-03	3,86E-08				
319	ReCiPe 2012	Phosphorus [Inorganic emissions to sea water]	1,27E-07	kg			7,60E-04	9,65E-11				
320	ReCiPe 2008	Plutonium (Pu alpha) [Radioactive emissions to air]	2,74E-06	Bq			6,44E-11	1,76E-16				
321		Plutonium (Pu alpha) [Radioactive emissions to fresh water]	0,14943516	Bq				0,00E+00				
322	ReCiPe 2008	Polonium (Po210) [Radioactive emissions to air]	37,3247313	Bq			1,17E-12	4,37E-11				
323		Polychlorinated biphenyls (PCB unspecified) [Halogenated organic emissions to air]	5,01E-07	kg			8,80E-03	4,41E-09				
324		Polychlorinated dibenzo-p-dioxins (2,3,7,8 - TCDD) [Halogenated organic emissions to air]	9,85E-11	kg			70,7	6,97E-09				
325		Polychlorinated dibenzo-p-dioxins (2,3,7,8 - TCDD) [Halogenated organic emissions to fresh water]	1,70E-14	kg				0,00E+00				
326		Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) [Group PAH to air]	0,00039064	kg				0,00E+00				
327		Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH, unsp.) [Hydrocarbons to fresh water]	3,25E-05	kg				0,00E+00				
328		Polycyclic aromatic hydrocarbons (unspecified) [Organic emissions to industrial soil]	7,21E-08	kg				0,00E+00				

**Emissões anuais na fase de produção de óleo lubrificante e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qnt	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
		Polycyclic hydrocarbons [Organic emissions to air (group VOC)]	1,20E-25					0,00E+00				
329		Potassium (+I) [Inorganic emissions to industrial soil]	2,08E-05	kg				0,00E+00				
330		Potassium [Inorganic emissions to fresh water]	0,00446974	kg				0,00E+00				
331	van Zelm (2008)	Propane [Group NMVOC to air]	3,40262976	kg			3,90E-08	1,33E-07	1,159E-08	3,95E-08		
332	van Zelm (2008)	Propene (propylene) [Group NMVOC to air]	0,00030597	kg			3,90E-08	1,19E-11				
333	van Zelm (2008)	Propionic acid (propane acid) [Group NMVOC to air]	7,16E-09	kg			3,90E-08	2,79E-16	9,882E-09	7,08E-17		
334	van Zelm (2008)	Propylene glycol methyl ether acetate [Group NMVOC to air]	9,49E-07	kg			3,90E-08	3,70E-14				
335		Protactinium (Pa234m) [Radioactive emissions to air]	0,01068822	Bq				0,00E+00				
336		Protactinium (Pa234m) [Radioactive emissions to fresh water]	49,9449438	Bq				0,00E+00				
337		R 114 (dichlorotetrafluoroethane) [Halogenated organic emissions to air]	8,52E-06	kg				0,00E+00			10000	8,52E-02
338		R 116 (hexafluoroethane) [Halogenated organic emissions to air]	3,66E-08	kg				0,00E+00			12200	4,47E-04
339		R 125 (pentafluoroethane) [Halogenated organic emissions to air]	3,04E-07	kg				0,00E+00			3500	1,07E-03
340	ReCiPe 2008	R 134a (tetrafluoroethane) [Halogenated organic emissions to air]	1,95E-07	kg				1,94E-14			1430	2,79E-04
341		R 143 (trifluoroethane) [Halogenated organic emissions to air]	2,72E-07	kg				0,00E+00			330	8,98E-05
342		R 22 (chlorodifluoromethane) [Halogenated organic emissions to air]	6,97E-08	kg			2,70E-05	1,88E-12			1810	1,26E-04
343		R 23 (trifluoromethane) [Halogenated organic emissions to air]	2,09E-06	kg				0,00E+00			14800	3,09E-02
344		R 245fa [Halogenated organic emissions to air]	5,41E-06	kg				0,00E+00			1030	5,57E-03
345		R32 (difluoromethane) [Halogenated organic emissions to air]	4,57E-08	kg				0,00E+00			675	3,08E-05
346		Radium (Ra226) [Radioactive emissions to air]	172,622592	Bq				0,00E+00				
347		Radium (Ra226) [Radioactive emissions to fresh water]	250475,4	Bq				0,00E+00				
348		Radon (Rn222) [Radioactive emissions to air]	12771806,3	Bq				0,00E+00				
349		Rhodium [Heavy metals to air]	8,63E-15	kg				0,00E+00				
350		Ruthenium (Ru106) [Radioactive emissions to fresh water]	7,37591207	Bq				0,00E+00				
351		Ruthenium (Ru106) [Radioactive emissions to sea water]	702,284082	Bq				0,00E+00				
352		Scandium [Inorganic emissions to air]	1,16E-12	kg				0,00E+00				
353		Selenium [Heavy metals to air]	0,00053999	kg			1,80E+00	9,72E-04				
354		Selenium [Heavy metals to fresh water]	0,00040191	kg			1,80E+00	7,23E-04				
355		Selenium [Heavy metals to industrial soil]	7,71E-11	kg			1,80E+00	1,39E-10				
356		Silicate particles [Inorganic emissions to fresh water]	2,08E-08	kg				0,00E+00				
357		Silicium tetrafluoride [Inorganic emissions to air]	2,79E-09	kg				0,00E+00				
358		Silicon dioxide (silica) [Particles to air]	2,44E-07	kg				0,00E+00				
359		Silicon dioxide (silica) [Particles to fresh water]	7,74E-20	kg				0,00E+00				
360		Silver (Ag110m) [Radioactive emissions to fresh water]	182,051553	Bq				0,00E+00				
361		Silver [Heavy metals to air]	2,60E-06	kg			7,70E+00	2,00E-05				
362		Silver [Heavy metals to fresh water]	1,53E-07	kg			7,70E+00	1,18E-06				
363		Silver [Heavy metals to sea water]	1,73E-11	kg			7,70E+00	1,33E-10				
364		Sodium (+I) [Inorganic emissions to fresh water]	1,74995824	kg				0,00E+00				
365		Sodium (+I) [Inorganic emissions to industrial soil]	0,00011194	kg				0,00E+00				
366		Sodium (+I) [Inorganic emissions to sea water]	0,14492888	kg				0,00E+00				
367		Sodium chloride (rock salt) [Inorganic emissions to fresh water]	6,99E-05	kg				0,00E+00				
368		Sodium hypochlorite [Inorganic emissions to fresh water]	0,0001531	kg				0,00E+00				

**Emissões anuais na fase de produção de óleo lubrificante e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qnt	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
369		Sodium sulphate [Inorganic emissions to fresh water]	0,01396831	kg				0,00E+00				
370		Soil loss by erosion into water [Particles to fresh water]	0,22671293	kg				0,00E+00				
371		Solids (dissolved) [Analytical measures to fresh water]	0,00921622	kg				0,00E+00				
372		Solids (suspended) [Particles to fresh water]	44,7186167	kg				0,00E+00				
373		Solids (suspended) [Particles to sea water]	5,77568451	kg				0,00E+00				
374		Spoil (deposited) [Stockpile goods]	54,3564367	kg				0,00E+00				
375		Strontium (Sr90) [Radioactive emissions to fresh water]	8,5916646	Bq				0,00E+00				
376	ReCiPe 2008	Strontium (Sr90) [Radioactive emissions to sea water]	35,309283	Bq		3,16E-15		1,12E-13				
377		Strontium [Heavy metals to fresh water]	0,02679592	kg			1,20E-03	3,22E-05				
378		Strontium [Heavy metals to industrial soil]	4,05E-06	kg			1,20E-03	4,86E-09				
379		Strontium [Heavy metals to sea water]	0,00015031	kg			1,20E-03	1,80E-07				
380		Strontium [Inorganic emissions to air]	4,59E-11	kg			1,20E-03	5,51E-14				
381		Styrene [Group NMVOC to air]	4,69E-08	kg		3,30E-02	3,90E-04	8,30E-03	1,95E-09	9,355E-09	4,38E-16	
382		Sulphate [Inorganic emissions to fresh water]	10,6639698	kg				0,00E+00				
383		Sulphate [Inorganic emissions to industrial soil]	1,18E-06	kg				0,00E+00				
384		Sulphate [Inorganic emissions to sea water]	2,66353959	kg				0,00E+00				
385		Sulphide [Inorganic emissions to fresh water]	0,25719178	kg				0,00E+00				
386		Sulphide [Inorganic emissions to industrial soil]	3,82E-06	kg				0,00E+00				
387		Sulphide [Inorganic emissions to sea water]	1,15125247	kg				0,00E+00				
388		Sulphite [Inorganic emissions to fresh water]	0,00134047	kg				0,00E+00				
389		Sulphur [Inorganic emissions to air]	5,00E-06	kg				0,00E+00				
390		Sulphur [Inorganic emissions to fresh water]	7,83E-10	kg				0,00E+00				
391		Sulphur [Inorganic emissions to sea water]	1,62E-06	kg				0,00E+00				
392	van Zelm (2008)	Sulphur dioxide [Inorganic emissions to air]	32,0029813	kg				5,10E-05	1,63E-03	3,162E-09	1,01E-07	
393		Sulphur hexafluoride [Inorganic emissions to air]	2,18E-08	kg					0,00E+00			22800
394		Sulphur trioxide [Inorganic emissions to air]	1,29E-09	kg					0,00E+00			4,96E-04
395		Sulphuric acid [Inorganic emissions to air]	1,51E-05	kg					0,00E+00			
396		Sulphuric acid [Inorganic emissions to fresh water]	1,42E-06	kg					0,00E+00			
397		Tailings (deposited) [Stockpile goods]	9,20733775	kg					0,00E+00			
398		Tantalum [Heavy metals to fresh water]	9,13E-12	kg					0,00E+00			
399		Tellurium [Heavy metals to air]	6,39E-08	kg					0,00E+00			
400	ReCiPe 2008	Tetrachloroethene (perchloroethylene) [Halogenated organic emissions to air]	5,23E-13	kg				5,36E-05	2,81E-17	1,910E-09	1,00E-21	
401		Tetrafluoromethane [Halogenated organic emissions to air]	2,26E-06	kg					0,00E+00			7390
402	ReCiPe 2012	Thallium [Heavy metals to air]	4,40E-07	kg				1,78E-01	7,84E-08			1,67E-02
403	ReCiPe 2012	Thallium [Heavy metals to fresh water]	1,16E-07	kg				2,03E-01	2,36E-08			
404		Thorium (Th230) [Radioactive emissions to air]	37,3269289	Bq					0,00E+00			
405		Thorium (Th230) [Radioactive emissions to fresh water]	5699,24007	Bq					0,00E+00			
406		Thorium (Th234) [Radioactive emissions to air]	0,0110533	Bq					0,00E+00			
407		Thorium (Th234) [Radioactive emissions to fresh water]	49,9449467	Bq					0,00E+00			
408		Tin (+IV) [Heavy metals to air]	0,00011788	kg					0,00E+00			
409		Tin (+IV) [Heavy metals to fresh water]	1,48E-10	kg				8,78E-08	1,30E-17			

**Emissões anuais na fase de produção de óleo lubrificante e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qnt	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
410		Tin (+IV) [Heavy metals to sea water]	2,07E-11	kg		3,74E-08		7,74E-19				
411		Tin oxide [Inorganic emissions to air]	8,49E-14	kg				0,00E+00				
412		Titanium [Heavy metals to air]	1,49E-05	kg	2,20E-04	9,80E-04	4,70E-03	8,77E-08				
413		Titanium [Heavy metals to fresh water]	6,46E-05	kg				0,00E+00				
414		Titanium [Heavy metals to sea water]	2,10E-12	kg				0,00E+00				
415		Toluene (methyl benzene) [Group NMVOC to air]	0,00172902	kg	2,20E-04	9,80E-04	4,70E-03	1,02E-05	4,196E-08	7,26E-11		
416		Toluene (methyl benzene) [Hydrocarbons to fresh water]	0,00484698	kg				0,00E+00				
417		Toluene (methyl benzene) [Hydrocarbons to sea water]	0,02295679	kg	2,20E-04	9,80E-04	4,70E-03	1,35E-04				
418		Total dissolved organic bounded carbon [Analytical measures to fresh water]	9,76E-07	kg				0,00E+00				
419		Total organic bounded carbon [Analytical measures to fresh water]	0,43352684	kg				0,00E+00				
420		Total organic bounded carbon [Analytical measures to sea water]	0,00725718	kg				0,00E+00				
421	ReCiPe 2008	Trichloroethene (isomers) [Halogenated organic emissions to air]	1,73E-07	kg			1,25E-07	2,16E-14	2,141E-08	3,70E-15		
422		Tungsten [Heavy metals to fresh water]	2,51E-07	kg				0,00E+00				
423		Unused primary energy from hydro power [Other emissions to fresh water]	136,733955	MJ				0,00E+00				
424		Unused primary energy from solar energy [Other emissions to air]	548,489069	MJ				0,00E+00				
425		Unused primary energy from wind power [Other emissions to air]	926,74859	MJ				0,00E+00				
426		Uranium (total) [Radioactive emissions to air]	0,06289092	Bq			6,33E-12	3,98E-13				
427	ReCiPe 2008	Uranium (U234) [Radioactive emissions to air]	157,487401	Bq	7,50E-11			1,18E-08				
428	ReCiPe 2008	Uranium (U234) [Radioactive emissions to fresh water]	2226,62194	Bq	1,87E-12			4,16E-09				
429	ReCiPe 2008	Uranium (U234) [Radioactive emissions to sea water]	2,07759041	Bq	1,76E-14			3,66E-14				
430	ReCiPe 2008	Uranium (U235) [Radioactive emissions to air]	1,76231697	Bq	1,64E-11			2,89E-11				
431	ReCiPe 2008	Uranium (U235) [Radioactive emissions to fresh water]	9,04172887	Bq	1,76E-12			1,59E-11				
432	ReCiPe 2008	Uranium (U238) [Radioactive emissions to air]	171,841739	Bq	1,64E-11			2,82E-09				
433	ReCiPe 2008	Uranium (U238) [Radioactive emissions to fresh water]	2216,69679	Bq	1,76E-12			3,90E-09				
434	ReCiPe 2008	Uranium (U238) [Radioactive emissions to sea water]	2,07759041	Bq	1,87E-14			3,89E-14				
435		Uranium [Radioactive emissions to fresh water]	310,199743	Bq	1,76E-12			5,46E-10				
436		Used air [Other emissions to air]	39,9636116	kg				0,00E+00				
437	ReCiPe 2012	Vanadium (+III) [Heavy metals to air]	0,00992896	kg		1,42E-02		1,41E-04				
438	ReCiPe 2012	Vanadium (+III) [Heavy metals to fresh water]	0,00044641	kg		1,07E-02		4,79E-06				
439	ReCiPe 2012	Vanadium (+III) [Heavy metals to sea water]	5,45E-09	kg		2,29E-02		1,25E-10				
440		Vinyl chloride (VCM; chloroethene) [Halogenated organic emissions to air]	2,13E-07	kg	3,80E-02	6,90E-01	5,70E-02	1,67E-07				
441		Vinyl chloride (VCM; chloroethene) [Halogenated organic emissions to fresh water]	6,54E-09	kg	3,80E-02	6,90E-01	5,70E-02	5,13E-09				
442		Waste (deposited) [Stockpile goods]	11,5049907	kg				0,00E+00				
443		Waste heat [Other emissions to air]	23854,6016	MJ				0,00E+00				
444		Waste heat [Other emissions to fresh water]	1433,61637	MJ				0,00E+00				
445		Waste heat [Other emissions to sea water]	25,3519658	MJ				0,00E+00				
446		Water (evapotranspiration) [Inorganic emissions to air]	1912,84116	kg				0,00E+00				
447		Water (river water from technosphere, cooling water) [Other emissions to fresh water]	14796,4728	kg				0,00E+00				
448		Water (river water from technosphere, turbinad) [Other emissions to fresh water]	4419017,61	kg				0,00E+00				
449		Water (river water from technosphere, waste water) [Other emissions to fresh water]	29256,486	kg				0,00E+00				
450		Water (sea water from technosphere, waste water) [Other emissions to sea water]	13907,0317	kg				0,00E+00				

**Emissões anuais na fase de produção de óleo lubrificante e respectivo
potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidantes fotoquímicos e de aquecimento global**

Nº	Fonte PTH*	Fluxo de Saída	Qnt	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)				Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
					Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
451		Water vapour [Inorganic emissions to air]	20248,2002	kg				0,00E+00				
452		Xenon (Xe131m) [Radioactive emissions to air]	167232,177	Bq				0,00E+00				
453		Xenon (Xe133) [Radioactive emissions to air]	2646673,19	Bq				0,00E+00				
454		Xenon (Xe133m) [Radioactive emissions to air]	125344,841	Bq				0,00E+00				
455		Xenon (Xe135) [Radioactive emissions to air]	4683662,93	Bq				0,00E+00				
456		Xenon (Xe135m) [Radioactive emissions to air]	245240,255	Bq				0,00E+00				
457		Xenon (Xe137) [Radioactive emissions to air]	819396,064	Bq				0,00E+00				
458		Xenon (Xe138) [Radioactive emissions to air]	899734,355	Bq				0,00E+00				
459		Xylene (dimethyl benzene) [Group NMVOC to air]	0,01421394	kg	2,10E-04	6,10E-04	7,20E-03	1,14E-04				
460		Xylene (isomers; dimethyl benzene) [Hydrocarbons to fresh water]	0,00173201	kg	2,10E-04	6,10E-04	7,20E-03	1,39E-05				
461		Xylene (isomers; dimethyl benzene) [Hydrocarbons to sea water]	0,00820441	kg	2,10E-04	6,10E-04	7,20E-03	6,58E-05				
462		Zinc (+II) [Heavy metals to agricultural soil]	0,00050958	kg		1,10E-01		5,61E-05				
463		Zinc (+II) [Heavy metals to air]	0,00188629	kg		1,10E-01		2,07E-04				
464		Zinc (+II) [Heavy metals to fresh water]	0,00221016	kg		1,10E-01		2,43E-04				
465		Zinc (+II) [Heavy metals to industrial soil]	1,25E-08	kg		1,10E-01		1,37E-09				
466		Zinc (+II) [Heavy metals to sea water]	7,55E-05	kg		1,10E-01		8,31E-06				
467		Zinc oxide [Inorganic emissions to air]	1,70E-13	kg				0,00E+00				
468		Zinc sulphate [Inorganic emissions to air]	5,79E-06	kg				0,00E+00				
			4542859,83		TOTAL ANUAL				1,882	0,0000012	13.743,459	

* Todo dado em que a fonte não é destacada é de origem Hujibregts (2005)

Emissões na fase de transporte, por quilograma de produto, e respectivo potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidante fotoquímico e aquecimento global (Trecho 01)

Nº	Fluxo de Saída	Qty	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)					Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)		
				Fonte	Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL	
001	Cargo [Others]	1	kg										
002	Lubricant (grease) [Hazardous waste for recovery]	2,02E-06	kg										
003	Ammonia [Inorganic emissions to air]	7,25E-09	kg	Huijbregts (2005)			6,10E-02	4,43E-10					
004	Benzene [Group NMVOC to air]	1,16E-08	kg	Huijbregts (2005)	5,80E-03		3,10E-03	1,03E-10	1,436E-08	1,65891E-16			
005	Carbon dioxide [Inorganic emissions to air]	1,75E-03	kg					0,00E+00			1	1,75E-03	
006	Carbon dioxide (biotic) [Inorganic emissions to air]	9,21E-05	kg					0,00E+00			1	9,21E-05	
007	Carbon monoxide [Inorganic emissions to air]	4,10E-06	kg	ReCiPe 2012			1,78E-09	7,30E-15	1,779E-09	7,2999E-15			
008	Dust (PM2.5) [Particles to air]	5,96E-07	kg	ReCiPe 2008			0,00026	1,55E-10					
009	Methane [Organic emissions to air (group VOC)]	1,66E-08	kg	ReCiPe 2012			3,95E-10	6,56E-18			25	4,15E-07	
010	Nitrogen dioxide [Inorganic emissions to air]	1,10E-06	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	6,29E-11	3,900E-08	4,3069E-14			
011	Nitrogen monoxide [Inorganic emissions to air]	1,45E-05	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	8,24E-10	3,900E-08	5,63903E-13			
012	Nitrous oxide (laughing gas) [Inorganic emissions to air]	1,15E-08	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	6,53E-13	3,900E-08	4,47047E-16	298	3,42E-06	
013	NMVOC (unspecified) [Group NMVOC to air]	6,75E-07	kg	van Zelm (2008)			3,90E-08	2,63E-14	3,900E-08	2,63282E-14			
014	Sulphur dioxide [Inorganic emissions to air]	5,79E-07	kg	van Zelm (2008)			5,10E-05	2,95E-11	3,162E-09	1,83199E-15			
								TOTAL por QUILOGRAMA	1,62E-09		6,43045E-13		1,85E-03
Cargo [Total Anual]								TOTAL ANUAL (carga total)	0,173		6,89E-05		1,98E+05
Distancia								TOTAL por QUILOMETRO	5,20E-03		2,07E-06		5,94E+03
		107088828 kg											
		33,3 km											

Emissões na fase de transporte, por quilograma de produto, e respectivo potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidante fotoquímico e aquecimento global (Trecho 02)

Nº	Fluxo de Saída	Qnt	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)					Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)		
				Fonte	Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE, 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL	
001	Cargo [Others]	1	kg										
002	Lubricant (grease) [Hazardous waste for recovery]	5,01E-06	kg										
003	Ammonia [Inorganic emissions to air]	1,80E-08	kg	Huijbregts (2005)			6,10E-02	1,10E-09					
004	Benzene [Group NMVOC to air]	2,41E-08	kg	Huijbregts (2005)	5,80E-03		3,10E-03	2,15E-10	1,436E-08	3,464E-16			
005	Carbon dioxide [Inorganic emissions to air]	0,00397132	kg					0,00E+00			1	3,97E-03	
006	Carbon dioxide (biotic) [Inorganic emissions to air]	0,00020902	kg					0,00E+00			1	2,09E-04	
007	Carbon monoxide [Inorganic emissions to air]	8,23E-06	kg	ReCiPe 2012			1,78E-09	1,46E-14	1,779E-09	1,464E-14			
008	Dust (PM2.5) [Particles to air]	1,27E-06	kg	ReCiPe 2008			0,00026	3,30E-10					
009	Methane [Organic emissions to air (group VOC)]	3,47E-08	kg	ReCiPe 2012			3,95E-10	1,37E-17			25	8,67E-07	
010	Nitrogen dioxide [Inorganic emissions to air]	2,48E-06	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	1,41E-10	3,900E-08	9,679E-14			
011	Nitrogen monoxide [Inorganic emissions to air]	3,25E-05	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	1,85E-09	3,900E-08	1,267E-12			
012	Nitrous oxide (laughing gas) [Inorganic emissions to air]	2,66E-08	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	1,51E-12	3,900E-08	1,036E-15	298	7,92E-06	
013	NMVOC (unspecified) [Group NMVOC to air]	1,41E-06	kg	van Zelm (2008)			3,90E-08	5,50E-14	3,900E-08	5,498E-14			
014	Sulphur dioxide [Inorganic emissions to air]	1,31E-06	kg	van Zelm (2008)			5,10E-05	6,71E-11	3,162E-09	4,158E-15			
								TOTAL por QUILOGRAMA	3,71E-09		1,43921E-12		4,19E-03
Cargo [Total Anual]								TOTAL ANUAL (carga total)	0,397		1,54E-04		4,49E+05
Distancia								TOTAL por QUILOMETRO	4,80E-03		1,86E-06		5,42E+03

Emissões na fase de transporte, por quilograma de produto, e respectivo potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidante fotoquímico e aquecimento global (Trecho 03)

Nº	Fluxo de Saída	Qnt	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)					Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)			
				Fonte	Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE, 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL		
001	Cargo [Others]	1	kg											
002	Lubricant (grease) [Hazardous waste for recovery]	3,51E-05	kg											
003	Ammonia [Inorganic emissions to air]	1,26E-07	kg	Huijbregts (2005)			6,10E-02	7,71E-09						
004	Benzene [Group NMVOC to air]	1,29E-07	kg	Huijbregts (2005)	5,80E-03		3,10E-03	1,15E-09	1,436E-08	1,852E-15				
005	Carbon dioxide [Inorganic emissions to air]	0,02496276	kg					0,00E+00			1	2,50E-02		
006	Carbon dioxide (biotic) [Inorganic emissions to air]	0,00131383	kg					0,00E+00			1	1,31E-03		
007	Carbon monoxide [Inorganic emissions to air]	4,56E-05	kg	ReCiPe 2012			1,78E-09	8,11E-14	1,779E-09	8,111E-14				
008	Dust (PM2.5) [Particles to air]	7,41E-06	kg	ReCiPe 2008			0,00026	1,93E-09						
009	Methane [Organic emissions to air (group VOC)]	1,85E-07	kg	ReCiPe 2012			3,95E-10	7,33E-17			25	4,63E-06		
010	Nitrogen dioxide [Inorganic emissions to air]	1,55E-05	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	8,81E-10	3,900E-08	6,029E-13				
011	Nitrogen monoxide [Inorganic emissions to air]	0,0002024	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	1,15E-08	3,900E-08	7,894E-12				
012	Nitrous oxide (laughing gas) [Inorganic emissions to air]	1,85E-07	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	1,06E-11	3,900E-08	7,221E-15	298	5,52E-05		
013	NMVOC (unspecified) [Group NMVOC to air]	7,54E-06	kg	van Zelm (2008)			3,90E-08	2,94E-13	3,900E-08	2,939E-13				
014	Sulphur dioxide [Inorganic emissions to air]	8,27E-06	kg	van Zelm (2008)			5,10E-05	4,22E-10	3,162E-09	2,614E-14				
TOTAL por QUILOGRAMA								2,36E-08		8,9068E-12		2,63E-02		
Cargo [Total Anual]								107088828 kg			2,531		9,54E-04	2,82E+06
Distancia								580 km			4,36E-03		1,64E-06	4,86E+03
TOTAL ANUAL (carga total)														
TOTAL por QUILÔMETRO														

Emissões na fase de transporte, por quilograma de produto, e respectivo potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidante fotoquímico e aquecimento global (Trecho 04)

Nº	Fluxo de Saída	Qnt	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)					Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
				Fonte	Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE, 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
001	Cargo [Others]	1	kg									
002	Lubricant (grease) [Hazardous waste for recovery]	9,08E-06	kg									
003	Ammonia [Inorganic emissions to air]	3,27E-08	kg	Huijbregts (2005)			6,10E-02	1,99E-09				
004	Benzene [Group NMVOC to air]	3,01E-08	kg	Huijbregts (2005)	5,80E-03		3,10E-03	2,68E-10	1,436E-08	4,329E-16		
005	Carbon dioxide [Inorganic emissions to air]	0,00620679	kg					0,00E+00			1	6,21E-03
006	Carbon dioxide (biotic) [Inorganic emissions to air]	0,00032667	kg					0,00E+00			1	3,27E-04
007	Carbon monoxide [Inorganic emissions to air]	1,06E-05	kg	ReCiPe 2012			1,78E-09	1,88E-14	1,779E-09	1,883E-14		
008	Dust (PM2.5) [Particles to air]	1,78E-06	kg	ReCiPe 2008			0,00026	4,63E-10				
009	Methane [Organic emissions to air (group VOC)]	4,33E-08	kg	ReCiPe 2012			3,95E-10	1,71E-17			25	1,08E-06
010	Nitrogen dioxide [Inorganic emissions to air]	3,83E-06	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	2,18E-10	3,900E-08	1,492E-13		
011	Nitrogen monoxide [Inorganic emissions to air]	5,01E-05	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	2,86E-09	3,900E-08	1,954E-12		
012	Nitrous oxide (laughing gas) [Inorganic emissions to air]	4,71E-08	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	2,68E-12	3,900E-08	1,835E-15	298	1,40E-05
013	NMVOC (unspecified) [Group NMVOC to air]	1,76E-06	kg	van Zelm (2008)			3,90E-08	6,87E-14	3,900E-08	6,871E-14		
014	Sulphur dioxide [Inorganic emissions to air]	2,06E-06	kg	van Zelm (2008)			5,10E-05	1,05E-10	3,162E-09	6,499E-15		
TOTAL por QUILOGRAMA								5,91E-09		2,19945E-12		6,55E-03
Cargo [Total Anual]								107088828 kg		2,36E-04		7,01E+05
Distancia								150 km		1,57E-06		4,68E+03
TOTAL ANUAL (carga total)								0,632				
TOTAL por QUILOMETRO								4,22E-03				

Emissões na fase de transporte, por quilograma de produto, e respectivo potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidante fotoquímico e aquecimento global (Trecho 05)

Nº	Fluxo de Saída	Qnt	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)					Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)		
				Fonte	Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE, 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL	
001	Cargo [Others]	1	kg										
002	Lubricant (grease) [Hazardous waste for recovery]	4,45E-05	kg										
003	Ammonia [Inorganic emissions to air]	1,60E-07	kg	Huijbregts (2005)			6,10E-02	9,75E-09					
004	Benzene [Group NMVOC to air]	2,22E-07	kg	Huijbregts (2005)	5,80E-03		3,10E-03	1,97E-09	1,436E-08	3,182E-15			
005	Carbon dioxide [Inorganic emissions to air]	0,03586216	kg					0,00E+00			1	3,59E-02	
006	Carbon dioxide (biotic) [Inorganic emissions to air]	0,00188748	kg					0,00E+00			1	1,89E-03	
007	Carbon monoxide [Inorganic emissions to air]	7,63E-05	kg	ReCiPe 2012			1,78E-09	1,36E-13	1,779E-09	1,357E-13			
008	Dust (PM2.5) [Particles to air]	1,16E-05	kg	ReCiPe 2008			0,00026	3,02E-09					
009	Methane [Organic emissions to air (group VOC)]	3,18E-07	kg	ReCiPe 2012			3,95E-10	1,26E-16			25	7,96E-06	
010	Nitrogen dioxide [Inorganic emissions to air]	2,25E-05	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	1,28E-09	3,900E-08	8,758E-13			
011	Nitrogen monoxide [Inorganic emissions to air]	0,00029401	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	1,68E-08	3,900E-08	1,147E-11			
012	Nitrous oxide (laughing gas) [Inorganic emissions to air]	2,39E-07	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	1,36E-11	3,900E-08	9,319E-15	298	7,12E-05	
013	NMVOC (unspecified) [Group NMVOC to air]	1,30E-05	kg	van Zelm (2008)			3,90E-08	5,05E-13	3,900E-08	5,051E-13			
014	Sulphur dioxide [Inorganic emissions to air]	1,19E-05	kg	van Zelm (2008)			5,10E-05	6,06E-10	3,162E-09	3,755E-14			
TOTAL por QUILOGRAMA								3,34E-08		1,3033E-11		3,78E-02	
Cargo [Total Anual]								107088828 kg		3,577		1,40E-03	4,05E+06
Distancia								734 km		4,87E-03		1,90E-06	5,52E+03
TOTAL ANUAL (carga total)								3,577		1,40E-03		4,05E+06	
TOTAL por QUILOMETRO								4,87E-03		1,90E-06		5,52E+03	

Emissões na fase de transporte, por quilograma de produto, e respectivo potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidante fotoquímico e aquecimento global (Trecho 06)

Nº	Fluxo de Saída	Qnt	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)					Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
				Fonte	Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE, 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
001	Cargo [Others]	1	kg									
002	Lubricant (grease) [Hazardous waste for recovery]	2,25E-05	kg									
003	Ammonia [Inorganic emissions to air]	8,10E-08	kg	Huijbregts (2005)			6,10E-02	4,94E-09				
004	Benzene [Group NMVOC to air]	1,12E-07	kg	Huijbregts (2005)	5,80E-03		3,10E-03	1,00E-09	1,436E-08	1,613E-15		
005	Carbon dioxide [Inorganic emissions to air]	0,01817537	kg					0,00E+00			1	1,82E-02
006	Carbon dioxide (biotic) [Inorganic emissions to air]	0,0009566	kg					0,00E+00			1	9,57E-04
007	Carbon monoxide [Inorganic emissions to air]	3,87E-05	kg	ReCiPe 2012			1,78E-09	6,88E-14	1,779E-09	6,875E-14		
008	Dust (PM2.5) [Particles to air]	5,88E-06	kg	ReCiPe 2008			0,00026	1,53E-09				
009	Methane [Organic emissions to air (group VOC)]	1,61E-07	kg	ReCiPe 2012			3,95E-10	6,38E-17			25	4,04E-06
010	Nitrogen dioxide [Inorganic emissions to air]	1,14E-05	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	6,49E-10	3,900E-08	4,438E-13		
011	Nitrogen monoxide [Inorganic emissions to air]	0,00014901	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	8,49E-09	3,900E-08	5,811E-12		
012	Nitrous oxide (laughing gas) [Inorganic emissions to air]	1,21E-07	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	6,90E-12	3,900E-08	4,723E-15	298	3,61E-05
013	NMVOC (unspecified) [Group NMVOC to air]	6,56E-06	kg	van Zelm (2008)			3,90E-08	2,56E-13	3,900E-08	2,560E-13		
014	Sulphur dioxide [Inorganic emissions to air]	6,02E-06	kg	van Zelm (2008)			5,10E-05	3,07E-10	3,162E-09	1,903E-14		
TOTAL por QUILOGRAMA								1,69E-08		6,60527E-12		1,92E-02
Cargo [Total Anual]								107088828 kg		7,07E-04		2,05E+06
Distancia								372 km		1,90E-06		5,52E+03
TOTAL ANUAL (carga total)								1,813				
TOTAL por QUILÔMETRO								4,87E-03				

Emissões na fase de transporte, por quilograma de produto, e respectivo potencial de toxicidade humana, de formação de ozônio/oxidante fotoquímico e aquecimento global (Trecho 07)

Nº	Fluxo de Saída	Qnt	Uni	Potencial de toxicidade Humana (DALY/kg)					Formação de Ozônio Fotoquímico (DALY/kg)		Potencial de Aquecimento Global (kgCO2eq/kg)	
				Fonte	Can	Non Can ingst	Non Can inalav	TOTAL	(RECIPE, 2012)	TOTAL	(IPCC, 2010)	TOTAL
001	Cargo [Others]	1	kg									
002	Lubricant (grease) [Hazardous waste for recovery]	3,54E-06	kg									
003	Ammonia [Inorganic emissions to air]	1,27E-08	kg	Huijbregts (2005)			6,10E-02	7,77E-10				
004	Benzene [Group NMVOC to air]	1,81E-08	kg	Huijbregts (2005)	5,80E-03		3,10E-03	1,61E-10	1,436E-08	2,597E-16		
005	Carbon dioxide [Inorganic emissions to air]	0,00288345	kg					0,00E+00			1	2,88E-03
006	Carbon dioxide (biotic) [Inorganic emissions to air]	0,00015176	kg					0,00E+00			1	1,52E-04
007	Carbon monoxide [Inorganic emissions to air]	6,14E-06	kg	ReCiPe 2012			1,78E-09	1,09E-14	1,779E-09	1,092E-14		
008	Dust (PM2.5) [Particles to air]	9,36E-07	kg	ReCiPe 2008			0,00026	2,43E-10				
009	Methane [Organic emissions to air (group VOC)]	2,60E-08	kg	ReCiPe 2012			3,95E-10	1,03E-17			25	6,50E-07
010	Nitrogen dioxide [Inorganic emissions to air]	1,81E-06	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	1,03E-10	3,900E-08	7,042E-14		
011	Nitrogen monoxide [Inorganic emissions to air]	2,36E-05	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	1,35E-09	3,900E-08	9,221E-13		
012	Nitrous oxide (laughing gas) [Inorganic emissions to air]	1,89E-08	kg	van Zelm (2008)			5,70E-05	1,08E-12	3,900E-08	7,356E-16	298	5,62E-06
013	NMVOC (unspecified) [Group NMVOC to air]	1,06E-06	kg	van Zelm (2008)			3,90E-08	4,12E-14	3,900E-08	4,122E-14		
014	Sulphur dioxide [Inorganic emissions to air]	9,55E-07	kg	van Zelm (2008)			5,10E-05	4,87E-11	3,162E-09	3,019E-15		
TOTAL por QUILOGRAMA								2,68E-09		1,04863E-12		3,04E-03
Cargo [Total Anual]								107088828 kg		1,12E-04		3,26E+05
Distancia								58,5 km		1,92E-06		5,57E+03
TOTAL ANUAL (carga total)								0,287				
TOTAL por QUILOMETRO								4,91E-03				