



UFSM

Monografia de Especialização

**A EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO VARIÁVEL
NO USO DOS COMBUSTÍVEIS PARA VEÍCULOS
AUTOMOTORES E SUAS IMPLICAÇÕES SOBRE O
MEIO AMBIENTE**

Paulo Leitão Barreto

CPGEAM

Santa Maria, RS, Brasil

2004

**A EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO VARIÁVEL
NO USO DOS COMBUSTÍVEIS PARA VEÍCULOS
AUTOMOTORES E SUAS IMPLICAÇÕES SOBRE O
MEIO AMBIENTE**

por

Paulo Leitão Barreto

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Educação
Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS)
como requisito parcial para obtenção do grau de
Especialista em Educação Ambiental

CPGEAM

Santa Maria, RS, Brasil

Dezembro, 2004

Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Curso de Pós-Graduação em Educação Ambiental

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova
A Monografia de Especialização

**A EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO VARIÁVEL
NO USO DOS COMBUSTÍVEIS PARA VEÍCULOS
AUTOMOTORES E SUAS IMPLICAÇÕES SOBRE O
MEIO AMBIENTE**

elaborada por
Paulo Leitão Barreto

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Especialista em Educação Ambiental

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Jorge Orlando C. Nogueira (Presidente/Orientador)

Prof. Dr. Djalma Dias da Silveira – Examinador

Prof. MSc. Paulo Romeu Moreira Machado – Examinador

Santa Maria, 20 de dezembro de 2004.

AGRADECIMENTOS

Aos meus colegas do Curso de Especialização em Educação Ambiental pela cordialidade, companheirismo e amizade.

A todos os professores do Curso pelos ensinamentos.

Em especial ao meu orientador Prof. Dr. JORGE ORLANDO CUELLAR NOGUERA pela sempre presente atenção.

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE ANEXOS	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO	
1.1. Considerações iniciais	01
1.2. Caracterização do problema	02
1.3. Justificativa	03
1.4. Objetivos	04
2. REVISÃO DE LITERATURA	
2.1. Sustentabilidade, educação ambiental e interdisciplinaridade	06
2.2. Poluição atmosférica, seus efeitos e qualidade do ar ...	10
2.3. Poluição do ar e veículos automotores	18
2.4. Os motores de combustão interna	20
2.5. Os combustíveis e a emissão de poluentes veiculares .	26

3. MATERIAL E MÉTODOS	
3.1. Percepção do problema	54
3.2. Levantamento de dados	55
3.2.1. Formulação e aplicação de um questionário	55
3.2.2. Palestras sobre veículos automotores e poluição ..	57
3.2.3. Tratamento das respostas e análise	58
4. RESULTADOS	
4.1. Considerações gerais	59
4.2. Grupo de respondentes sem curso superior ou incompleto	60
4.3. Grupo de respondentes com curso superior completo..	69
4.4. Comparação entre questionários respondidos antes e após as palestras	76
5. CONCLUSÕES	81
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
7. BIBLIOGRAFIA	85
8. ANEXOS	89

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Poluentes monitorados e origem das emissões	14
QUADRO 2 – Produção de álcool 2001-2002	30
QUADRO 3 – Efeitos clínicos da intoxicação por CO	35
QUADRO 4 – Fase I, PROCONVE, Limites	47
QUADRO 5 – Fase II, PROCONVE, Limites	47
QUADRO 6 – Fase II, PROCONVE, Limites	47
QUADRO 7 – Fase III, PROCONVE, Limites	48

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Padrões de qualidade do ar	15
---	----

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – A transformação de calor em trabalho e as emissões residuais produzidas pelo motores	23
FIGURA 2 – Motor de 4 Tempos, funcionamento	24
FIGURA 3 – Motor de 2 Tempos, funcionamento	25
FIGURA 4 – Respostas à Questão 1 (ensino médio/superior incompleto)	60
FIGURA 5 – Respostas à Questão 2 (ensino médio/superior incompleto)	61
FIGURA 6 – Respostas à Questão 3 (ensino médio/superior incompleto)	62
FIGURA 7 – Respostas à Questão 4 (ensino médio/superior incompleto)	63
FIGURA 8 – Respostas à Questão 5 (ensino médio/superior incompleto)	64
FIGURA 9 – Respostas à Questão 6 (ensino médio/superior incompleto)	65
FIGURA 10 – Respostas à Questão 7 (ensino médio/superior incompleto)	66

FIGURA 11 – Respostas à Questão 8 (ensino médio/superior incompleto)	67
FIGURA 12 – Respostas à Questão 9 (ensino médio/superior incompleto)	68
FIGURA 13 – Respostas à Questão 10 (ensino médio/superior incompleto)	69
FIGURA 14 – Respostas à Questão 1 (superior completo)	70
FIGURA 15 – Respostas à Questão 2 (superior completo)	71
FIGURA 16 – Respostas à Questão 3 (superior completo)	71
FIGURA 17 – Respostas à Questão 4 (superior completo)	72
FIGURA 18 – Respostas à Questão 5 (superior completo)	73
FIGURA 19 – Respostas à Questão 6 (superior completo)	73
FIGURA 20 – Respostas à Questão 7 (superior completo)	74
FIGURA 21 – Respostas à Questão 8 (superior completo)	75
FIGURA 22 – Respostas à Questão 9 (superior completo)	75
FIGURA 23 – Respostas à Questão 10 (superior completo)	76
FIGURA 24 – Respostas ao questionário, antes da realização das palestras (ensino médio/superior incompleto)	77
FIGURA 25 – Respostas ao questionário, após a realização das palestras (ensino médio/superior incompleto)	78
FIGURA 26 – Respostas ao questionário, antes da realização das palestras (ensino superior completo)	79
FIGURA 27 – Respostas ao questionário, após a realização das palestras (ensino superior completo)	80

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 – Efeitos da poluição do ar na saúde	90
ANEXO 2 – Especificações técnicas para o óleo diesel	92
ANEXO 3 – Questionário utilizado no trabalho	93
ANEXO 4 – Palestra – Uso do automóvel e as emissões de gases poluentes	96

RESUMO

Monografia de Especialização
Curso de Pós-Graduação em Educação Ambiental
Universidade Federal de Santa Maria

A EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO VARIÁVEL NO USO DOS COMBUSTÍVEIS PARA VEÍCULOS AUTOMOTORES E SUAS IMPLICAÇÕES SOBRE O MEIO AMBIENTE

Autor: PAULO LEITÃO BARRETO

Orientador: JORGE ORLANDO CUELLAR NOGUERA

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 20 de dezembro de 2004

O uso de veículos automotores há muito deixou de ser considerado um privilégio ou símbolo de *status*, para tornar-se uma utilidade e quase uma caracterização do homem moderno. Em sua maioria os veículos possuem motores de combustão nas mais diversas concepções e que utilizam, também, diferentes combustíveis. Processos de combustão diferenciados produzem diferentes compostos indesejáveis que, nas suas diferentes formas influenciam o meio ambiente. Da relação entre automóveis, as necessidades do homem e o ambiente deve resultar um equilíbrio entre o desejável e o aceitável, de forma a minimizar os danos sobre o ecossistema. Neste trabalho são discutidas as principais influências dos combustíveis e os teores de gases residuais produzidos pelos automóveis sobre a natureza visando educar sobre educação ambiental e os artifícios utilizados atualmente para minimização destes agentes nocivos. Após o estudo, realizaram-se palestras em Centros de Formação de Condutores em Santa Maria, RS, apresentando esta relação existente entre veículos automotores, seus combustíveis e as questões ambientais. Durante o processo foram aplicados questionários antes e após as das palestras com a finalidade de avaliar o nível de percepção dos instrutores e dos candidatos a motorista quanto aos danos ambientais causados pelas emissões produzidas pelos veículos automotores. O resultado do trabalho é uma sistematização de dados e informações acerca do binômio *combustível-emissão* de poluentes, que podem ser utilizados por instrutores de Centros de Formação de Condutores e pela comunidade em geral como elemento de contribuição para a conscientização sobre as sérias conseqüências ambientais advindas da má utilização de combustíveis e motores.

ABSTRACT

Especialization Monography

Graduate Program in Ambiental Education
Federal University of Santa Maria

THE AMBIENTAL EDUCATION AS VARIABLE IN THE FUEL UTILIZATION FOR AUTOMACHINE VEHICLES AND ITS IMPLICATIONS ON THE ENVIRONMENT

(A educação ambiental como variável no uso dos combustíveis para veículos
automotores e suas implicações sobre o meio ambiente)

Author: PAULO LEITÃO BARRETO

Adviser: JORGE ORLANDO CUELLAR NOGUERA

Santa Maria, december 20th, 2004.

The use of automachine vehicles has much time left of being considered a privilege or symbol of status, to become an utility and almost a characterization of the actual man. In its majority, the vehicles has engine combustion in most diverse conceptions and they use, also, different fuels. Differentiated process of combustion produces different compounds undesirable that, in different form, influence the environment. Of the relationship between automobiles, the necessities of the man and the environment must result a balance between desirable and acceptable one, as form to minimize the damages on the ecosystem. In this work the main influences of fuels and residual gases produced by the automobiles on nature and artificies used currently to minimize these harmful agents. After the study, lectures in the center of formation of conductores in Santa Maria, RS, had been become fullfilled, presenting this existing relationship between automachine vehicles, their fuels and ambient questions. During the process had been applied questionnaires, before and after of the lectures, with the purpose to evaluate the level of perception of the instructors and the candidates to driver how much to the ambient damages caused by emissions produced for the automachine vehicles. The result of the work is a systematization of data and information concerning the couple full-emission of pollutants, that can in general be used by instructors of center of formation of conductors and by the community as element of contribution for the awareness on the serious environment consequences happened of the bad use of fuels and engines.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações iniciais

A necessária evolução dos combustíveis, para atender a constante busca de aumento do rendimento de motores de veículos e as limitações impostas pelos rígidos programas de controle de emissões, traz consigo implicações diretas sobre o nível e a qualidade das emissões de gases poluentes residuais da combustão.

O Programa de Controle de Emissões por Veículos Automotores – o *PROCONVE* - foi o elemento catalisador de uma obrigatória evolução de veículos e motores no País. A primeira fase de aplicação do Programa, de 1987 a 1992, coincidiu com a entrada de veículos importados e, geralmente, de qualidade superior.

Tais fatos induziram as montadoras e demais empresas do setor automobilístico do país, a uma obrigatória e necessária busca de qualidade para não perder competitividade num mercado ora aberto à empresas estrangeiras de tecnologia mais avançada. Aliadas à evolução dos combustíveis outras medidas também foram necessárias para atendimento do *PROCONVE*, como por exemplo: evolução dos

sistemas de alimentação (formação da mistura ar/combustível) e de ignição (responsável pelo início do processo de combustão), melhoria da qualidade de óleos lubrificantes, até mesmo de sistemas de freio e pneus, e a utilização de sistemas de tratamento dos gases residuais da combustão.

A gasolina que é o combustível consumido em maiores volumes em termos globais, cujo consumo é inferior somente ao consumo de água no mundo, para atendimento do *PROCONVE* e para aumentar o rendimento apresentado pelos motores e ainda reduzir o consumo de combustível destes, sofreu profundas alterações na sua composição e aditivação. Também o óleo diesel, de grande consumo, sofreu alterações de especificação, principalmente aquelas referentes ao seu teor de enxofre que é demasiadamente elevado se comparado a outros países do mundo. Tais especificações são aplicadas ao óleo diesel destinado às grandes regiões metropolitanas do país.

1.2. Caracterização do problema

O veículo automotor constituiu-se no “grande vilão ambiental” do Século XX, em virtude da quantidade e dos tipos de poluentes por ele produzidos. Uma significativa parcela de responsabilidade dos veículos automotores sobre a emissão de poluentes e, portanto, sobre a qualidade do ar atmosférico em áreas urbanas é, em geral, fruto da

desinformação e da forma de utilização à qual os veículos são submetidos pelos usuários deste importante meio de locomoção e transporte.

1.3. Justificativa

Julgando-se que um dos objetivos primordiais que a *educação ambiental* encerra em si é de promover a difusão da consciência ecológica e da responsabilidade individual e coletiva sobre as questões ambientais.

No caso específico do uso de veículos, normalmente se desconhecem os efeitos nocivos da utilização de um combustível de má qualidade e/ou adulterado, ou da má regulagem do sistema responsável pela formação da mistura ar/combustível bem como do volume de ar envolvido no processo de combustão e dos níveis de emissão de poluentes.

Um dos maiores problemas que a sociedade brasileira enfrenta em relação à emissão de poluentes por veículos automotores é a falta de sistematização e de difusão das informações técnicas existentes a respeito da influência do combustível e do processo de combustão sobre a produção de elementos poluentes.

Cabe aos educadores que atuam diretamente na área em questão, com consciência ambiental, cumprir a sua parte e, buscando

contribuir para minimização do problema, disponibilizar as informações técnicas acerca do mesmo.

Entendendo que a falta de educação a respeito das implicações do uso de combustíveis nos veículos automotores sobre o meio ambiente pode ser gradualmente minimizada se, durante o treinamento de futuros condutores, forem corretamente disponibilizadas as informações necessárias.

Sob esta perspectiva foi planejado e realizado o trabalho ora apresentado.

1.4. Objetivos

1.4.1. Geral

Conduzir a realização de um estudo sobre os combustíveis brasileiros, os sistemas de alimentação de motores, os dispositivos para tratamento de gases residuais de combustão e suas implicações sobre o meio ambiente. Sistematizar as informações em palestras de fácil entendimento, avaliar o grau de percepção do público ouvinte e buscar desenvolver uma metodologia que auxilie o treinamento de futuros condutores de veículos automotores como forma de contribuição à uma melhor qualidade ambiental.

1.4.2. Específicos

Especificamente o trabalho voltou-se à realização de um estudo sobre os combustíveis brasileiros e os sistemas de alimentação de motores e de tratamento de gases residuais da combustão e suas implicações sobre o meio ambiente.

Após o estudo e a sistematização de informações, realizaram-se palestras em Centros de Formação de Condutores (*CFCs*) em Santa Maria, RS, em que foram apresentadas as relações existentes entre veículos automotores e as questões ambientais.

Durante o processo aplicaram-se questionários antes e após a apresentação das palestras que, através da utilização de uma linguagem simples que pudesse ser entendida pela população em geral, tinha como finalidade a avaliação do nível de percepção dos candidatos a motorista quanto aos danos ambientais causados pelas emissões produzidas pelos veículos automotores.

Os questionários foram respondidos por alguns instrutores de *CFCs* e por algumas turmas de alunos candidatos à carteira de habilitação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Sustentabilidade, *educação ambiental* e interdisciplinaridade

Para ANTUNES (2004) a gestão dos recursos naturais deve visar: “... proteger e gerir estes recursos pois servem de base ao desenvolvimento econômico e social, objetivos fundamentais e requisitos essenciais do desenvolvimento sustentável ...”.

Deve-se garantir que o consumo de recursos e os impactos associados não excedam a capacidade de sustentação do ambiente e quebrar as ligações entre o crescimento econômico e a utilização de tais recursos.

A escassez das reservas físicas pode comprometer o acesso das próximas gerações aos recursos necessários para o desenvolvimento econômico e social e os impactos ambientais podem pôr em risco os ecossistemas e a qualidade da vida humana.

VELASCO (2002) destaca que o limite das necessidades dos humanos é marcado por um acordo consensual entre estes e pela exigência de um intercâmbio produtivo sustentável com a natureza. Este intercâmbio é sinônimo de uma economia preferencialmente baseada em recursos renováveis à escala humana, capaz de zelar pela

permanente *redução, reutilização e reciclagem* (“3 R”) de resíduos até os últimos limites da tecnologia e da física.

Neste contexto a *educação ambiental* consiste num mútuo conscientizar-se, feito de reflexão e ação, visando a construção de uma nova ordem sócio-ambiental sustentável de reconciliação planetária.

DIAS (1998) *apud* MORALES (2004) destaca que a educação ambiental deve permitir a compreensão da natureza complexa do meio ambiente e interpretar a interdependência entre os diversos elementos que conformam o ambiente com vistas a utilizar racionalmente os recursos do meio na satisfação material e espiritual da sociedade no presente e no futuro.

O *ProNEA* (1999), em seu Art. 1º, define *educação ambiental* como sendo: “... os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade”.

Conforme a UNESCO (1980), no relatório da conferência de *Tbilisi* que constituiu-se no marco conceitual da *educação ambiental*, esta educação se fundamenta em dois princípios básicos:

- Uma nova ética que orienta os valores e comportamentos para os objetivos de sustentabilidade ecológica e equidade social e;
- Uma nova concepção do mundo como sistemas complexos e a reconstituição do conhecimento e o diálogo de saberes.

O Art. 2º do *ProNEA* (1999) estabelece que a *educação ambiental* é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal. Neste sentido, a interdisciplinaridade se converteu em um princípio metodológico privilegiado *da educação ambiental*.

Explica LEFF (2001) que os valores ambientais, que podem ser induzidos por diferentes meios (e não somente processos educacionais formais) vão desde os princípios ecológicos gerais (comportamento em harmonia com a natureza) e uma nova ética política até novos direitos culturais e coletivos que têm a ver com interesses sociais em torno da reapropriação da natureza e a redefinição de estilos de vida que rompem com a homogeneidade e a centralização do poder na ordem econômica, política e cultural dominante. É na *educação ambiental* que confluem os princípios da sustentabilidade, da complexidade e da interdisciplinaridade.

Já para NOAL *et al.* (1998) a promoção da *educação ambiental*, no contexto do processo pedagógico, tem sido o objetivo de pesquisadores e educadores preocupados em traçar uma perspectiva sustentável para as futuras gerações e o futuro do planeta como um todo. Essas iniciativas têm se dado principalmente através da *geração de conhecimentos*, metodologias e habilidades, numa perspectiva interdisciplinar direcionada à prevenção e à solução de problemas ambientais, de caráter transetorial e territorial.

MARIANO DA ROCHA & DILL (2001) definem *educação ambiental* como um processo de tomada de consciência política,

institucional e comunitária da realidade ambiental, do homem e da sociedade, para analisar, em conjunto com a comunidade (utilizando mecanismos formais e não formais) as melhores alternativas de proteção da natureza e do desenvolvimento sócio-econômico do homem e da sociedade.

REIGOTA (2001) explica que os novos valores produzidos a partir da *educação ambiental* e que expressam uma nova cultura política, estão penetrando no sistema educativo formal através da pesquisa participante e sua incorporação nos conteúdos curriculares. A politização dos valores ambientais está presente, também nos projetos de educação não formal que grupos de ecologistas realizam com a comunidade e que estão vinculados à defesa de seu meio, à apropriação social da natureza e à autogestão dos recursos produtivos.

Esta politização dos valores ambientais e a aplicação de uma educação ambiental não formal já era observado por FREIRE (1970) que registrava uma educação ecológica popular, inspirada na pedagogia do oprimido mas resignificada por princípios de sustentabilidade e de diversidade cultural.

O Art. 10º do *ProNEA* (1999), estabelece em seu parágrafo 3º que nos *cursos de formação* e especialização técnico-profissional, em todos os níveis, deve ser incorporado conteúdo que trate da ética ambiental das atividades profissionais a serem desenvolvidas.

Para SGUAREZZI (1997), entre os objetivos buscados nos cursos de *educação ambiental*, destaca-se: “ ... *produzir materiais* que permitam a multiplicação de ações na área de educação ambiental e sua aplicação formal e não formal ...”.

2.2. Poluição atmosférica, seus efeitos e qualidade do ar

Relata AYLESWORTH (1971) que o primeiro livro sobre a poluição do ar apareceu em 1661, escrito pelo inglês John Evelyn e continha a primeira lista de soluções científicas para o problema da poluição do ar. Seu título: *FUMIFUGIUM: OU A Inconveniência do AR, e a FUMAÇA de LONDRES DISSIPADA, juntamente com Alguns Remédios Humildemente Propostos pelo Sr. J. E.*

Desde Evelyn, registram-se de tragédias ocasionadas pela poluição do ar em diferentes pontos do globo, principalmente no Século XX e em grandes concentrações populacionais e industriais. As causas e a natureza dos poluentes são também as mais diversas desde a inversão termal até a concentração demasiada de enxofre na atmosfera.

As causas da poluição do ar, os tipos e a concentração de poluentes podem ter-se modificado ao longo das últimas décadas porém os efeitos da degradação do ar sobre a vida não modificam-se e agravam-se cada vez mais.

Para ESTEVES *et al.* (2003), dentre os diversos problemas ocasionados pelo modelo capitalista pode-se mencionar a poluição atmosférica como sendo um problema esse cada vez mais eminente nos grandes centros urbanos.

Desde o início da era de desenvolvimento capitalista, a revolução industrial, a maior parte da poluição do ar era produzida pelas indústrias, classificadas como fontes estacionárias de emissões.

No entanto, o surgimento dos motores de combustão interna provocou o surgimento do automóvel, que é uma fonte móvel e que se disseminaria ao longo das décadas. Tem-se hoje uma situação onde um dos maiores geradores de poluição atmosférica nos grandes centros são as fontes móveis em circulação nas ruas. No caso da cidade de São Paulo, é sabido que 90% da emissão de poluentes é proveniente de fontes móveis.

SCHUMACHER & HOPPE (2000) citam que: “... a poluição do ar é caracterizada por alterações na composição e nas propriedades do ar, tornando-o nocivo, impróprio ou inconveniente à saúde humana, à vida animal e aos vegetais”. O desequilibrado e vertiginoso incremento da população, experimentado na últimas décadas, conduziu a uma ocupação desordenada da superfície da terra que, aliada à explosão econômica e ao avanço industrial e tecnológico promoveu um desequilíbrio na biosfera. Atualmente, a poluição do ar seja, talvez, o problema mais preocupante e que deve ser resolvido ou amenizado com urgência, para que se possa continuar com uma razoável qualidade de vida na terra.

ACIOLI (1994) relata que, devido à poluição atmosférica, mudanças estão ocorrendo na composição do ar num ritmo cada vez mais acelerado e que tal fato deve causar profundas preocupações pois o ar é um fator decisivo para a manutenção e o desenvolvimento da vida em nosso planeta. E as mudanças estão ocorrendo em ritmo cada vez mais acelerado.

Como exemplo, a quantidade de CO_2 na atmosfera calculada em 0,03%, já atinge mais que o dobro (0,07%) em grandes cidades.

No último século o aumento de CO_2 foi de 15% devido, principalmente à queima de combustíveis fósseis – carvão, petróleo e gás natural – e à perda de extensas áreas florestais.

Para a FEEMA (2003), entende-se como poluente atmosférico qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar: impróprio, nocivo, ou ofensivo à saúde; inconveniente ao bem estar público; danoso aos materiais, à fauna e flora; prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.

Dentre as numerosas classificações para a variedade de poluentes pode-se citar: de acordo com a *origem* e de acordo com seu *estado*:

- Poluentes primários: aqueles emitidos diretamente pelas fontes de emissão;
- Poluentes secundários: aqueles formados na atmosfera como produtos de alguma reação.
- Poluentes gasosos: comportam-se como o ar, uma vez difundidos, não tendem mais a se depositar;
- Partículas: São considerados poluentes particulados, as névoas de compostos orgânicos e inorgânicos sólidos, com diâmetro equivalente inferior a $100\mu m$, e que permanecem em suspensão por períodos que são tão longos quanto menores forem as partículas.

Segundo a SEAMA (2002) o nível de poluição atmosférica é medido pela quantificação das substâncias poluentes que se

apresentam a cada momento durante uma avaliação localizada e considera-se *poluente* qualquer substância presente no ar e que, pela sua concentração, possa torná-lo impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.

A variedade de substâncias que podem estar na atmosfera é muito grande, tornando difícil a tarefa de estabelecer uma classificação. Entretanto, admite-se dividir os poluentes em duas categorias:

- *Poluentes primários*: aqueles emitidos diretamente pelas fontes de emissão;
- *Poluentes secundários*: aqueles formados na atmosfera por reação química entre poluentes primários e constituintes naturais da atmosfera.

A determinação da qualidade do ar está restrita a um grupo de poluentes quer por sua maior frequência de ocorrência, quer por efeitos adversos que causam ao meio ambiente.

São eles: o *dióxido de enxofre* (SO_2), *partículas totais em suspensão* (PTS), *partículas inaláveis* (PI), *monóxido de carbono* (CO), *oxidantes fotoquímicos* expressos como *ozônio* (O_3), *hidrocarbonetos totais* (HC) e *óxidos de nitrogênio* (NO_x).

No Quadro 1, são apresentados os poluentes monitorados e as principais origens das emissões.

Quadro 1 – Poluentes monitorados e origem das emissões.

Poluentes	Fontes de Emissões
Partículas em suspensão (poeira)	Combustão incompleta originada da indústria, <u>motores de combustão</u> , queimadas e poeiras diversas
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	Queima de combustíveis fósseis que contenham enxofre: <u>óleo combustível</u> , <u>carvão mineral</u> e <u>óleo diesel</u>
Óxidos de Nitrogênio (NO _x)	Queima de combustíveis em altas temperaturas: <u>motores de veículos</u> , aviões, fornos e incineradores.
Monóxido de Carbono (CO)	Combustão incompleta de materiais que contenham carbono, <u>derivados de petróleo</u> e carvão
Ozônio (O ₃)	Não é um poluente emitido diretamente pelas fontes, mas formado na atmosfera através da reação entre os <u>compostos orgânicos voláteis</u> e os óxidos de nitrogênio em presença de radiação solar.

Fonte: Adaptado de CETESB (2001).

A resolução *CONAMA* n° 03 de 28/06/90 define e fixa os padrões nacionais de qualidade do ar. Um padrão de qualidade do ar define legalmente um limite máximo para a concentração de um componente atmosférico, que garanta a proteção da saúde e o bem estar das pessoas. São baseados em estudos científicos dos efeitos produzidos que possam proporcionar uma margem de segurança adequada.

A Tabela 1 reúne os Padrões de Qualidade do Ar estabelecidos pela Resolução *CONAMA* n° 03 de 28/06/90.

Tabela 1 - Padrões de Qualidade do Ar (Resolução CONAMA n° 03)

<i>Poluente</i>	<i>Padrão Primário</i>	<i>Padrão Secundário</i>
Partículas totais em suspensão		
Concentração média aritmética anual	80 µg/m ³ de ar	60 µg/m ³ de ar
Concentração média (24 horas) ¹	240 µg/m ³ de ar	150 µg/m ³ de ar
Fumaça		
Concentração média aritmética anual	60 µg/m ³ de ar	40 µg/m ³ de ar
Concentração média (24 horas) ¹	150 µg/m ³ de ar	100 µg/m ³ de ar
Partículas inaláveis		
Concentração média aritmética anual	50 µg/m ³ de ar	50 µg/m ³ de ar
Concentração média (24 horas) ¹	150 µg/m ³ de ar	150 µg/m ³ de ar
Dióxido de enxofre (SO₂)		
Concentração média aritmética anual	80 µg/m ³ de ar	40 µg/m ³ de ar
Concentração média (24 horas) ¹	365 µg/m ³ de ar	100 µg/m ³ de ar
Monóxido de Carbono (CO)		
Concentração média 8 horas ¹	10.000 µg/m ³ de ar (9 ppm)	10.000 µg/m ³ de ar (9 ppm)
Concentração média 1 hora ¹	40.000 µg/m ³ de ar (35 ppm)	40.000 µg/m ³ de ar (35 ppm)
Ozônio (O₃)		
Concentração média 1 hora ¹	160 µg/m ³ de ar	160 µg/m ³ de ar
Dióxido de Nitrogênio (NO₂)		
Concentração média aritmética anual	100 µg/m ³ de ar	100 µg/m ³ de ar
Concentração média 1 hora ¹	320 µg/m ³ de ar	190 µg/m ³ de ar

Fonte: MMA (2004)

¹ Não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

A Resolução CONAMA n° 03 de 28/06/90 estabelece também os métodos de amostragem e de análise dos poluentes atmosféricos, definidos em Instruções Normativas.

Os padrões objetivam assegurar a saúde humana e outros requisitos ambientais. Por estes estudos e padrões podemos agrupar os efeitos da poluição atmosférica em:

Efeitos sobre o patrimônio:

- *Patrimônio natural*: plantas, animais e até ecossistemas inteiros são atingidos e debilitados.
- *Patrimônio físico*: construções, maquinaria, equipamentos diversos são afetados pelo acúmulo de partículas e por ações corrosivas.
- *Patrimônio Cultural e Memória*: monumentos, paisagens e construções típicas também sofrem os efeitos da poluição.

Por ser um fenômeno muito disperso não há como se estabelecer mecanismos de compensação de danos, isto somente ocorrerá quando se tratar de uma fonte identificada. Poderiam também as fontes poluidoras serem convocadas para colaborar no ressarcimento dos danos no caso de recuperação do patrimônio coletivo, na forma de contribuições para fundos de pesquisa científica e também para o gerenciamento ambiental.

Segundo matéria veiculada por CIÊNCIA VIVA (2004) quando a atmosfera causa danos à fauna, flora, materiais e ao ser humano dizemos que está poluída, esta poluição resulta da alteração de características físicas, químicas e biológicas normais da atmosfera. Esta poluição é o retrato negativo da industrialização. Milhões de toneladas de elementos poluentes são emitidos diariamente, e estes alteram de forma passageira ou até mesmo permanente as condições de vida na terra. Nos grandes centros urbanos verifica-se a emissão de *monóxido de carbono (CO)* que apesar de inodoro, invisível e insípido é considerado o principal poluente destas áreas.

Alguns episódios isolados e de intensa poluição atmosférica podem acarretar sérios contratemplos e até mesmo provocar diversas mortes. No Brasil estas experiências remontam os anos 70, época em que os primeiros dispositivos legais apareceram para regular o fenômeno. A poluição é uma realidade do mundo moderno e, dentro dos limites suportáveis, temos que conviver com ela. Apesar disto a população tem que se conscientizar da situação para, desta forma, podermos minimizar os efeitos negativos e suas conseqüências.

MARIANO DA ROCHA & DILL (2001) relatam que para a Organização Mundial da Saúde é considerado elemento poluidor todo o teor de substância na atmosfera que prejudique a saúde e o bem estar da população.

Dentro desse conceito as áreas urbanas são poluídas por gases dos veículos automotores, fuligens provenientes de lareiras, incineradores de lixo, padarias e olarias, poeiras de diversos tipos e aerossóis em geral.

Para BRANCO (1995): “..se a natureza desempenha o seu próprio papel – com relação à depuração do ar – e, se o seu papel é limitado, cada um de nós poderá ajudá-la, arcando com uma parte da responsabilidade pela poluição. Em muitas de nossas atividades, podemos adotar medidas que concorram para evitar ou moderar a poluição de nossa própria cidade, de nosso país e do mundo”.

2.3. A poluição do ar e os veículos automotores

Explica ACIOLI (1994) que, quando se queima qualquer combustível lança-se CO_2 para a atmosfera ao mesmo tempo que se consome oxigênio. Se o combustível for fóssil: petróleo e derivados, carvão, gás natural, xisto, etc., que se extrai do subsolo onde se encontra enterrado, esse processo tem um caráter irreversível.

Além de consumir oxigênio a queima de um combustível fóssil aumenta, de fato, a quantidade de CO_2 na atmosfera, o que pode causar o efeito estufa. Mais ainda, como os processos de queima da gasolina ou do óleo diesel em um motor nunca são completos, inevitavelmente se lança para a atmosfera o monóxido de carbono, um gás altamente tóxico. Os combustíveis fósseis são, assim, os maiores responsáveis pela poluição da atmosfera.

Informa RODRIGUES (1992) que nas metrópoles, o tráfego de veículos lança no ar toneladas de gases e de fuligem resultantes da queima da gasolina e do óleo diesel que vêm a causar problemas respiratórios, enjôos e irritação dos olhos e da garganta.

Conforme relatório da MERCEDES-BENZ (1989), os efeitos dos produtos da combustão incompleta de motores diesel e gasolina e de outros produtos indesejáveis liberados, atuam sobre o homem e o meio ambiente e variam desde a irritação dos olhos, pele e vias respiratórias até a morte e destruição de densas camadas de vegetação mais próximas às fontes de emissão.

Também segundo MARIANO DA ROCHA & DILL (2001) alguns combustíveis fósseis, quando queimados, lançam na atmosfera *óxidos de enxofre* e de *nitrogênio* e estes são transformados em ácidos sulfúricos e nítricos e/ou convertidos em aerossóis de sulfatos e nitratos. Tais compostos retornam à terra na forma de chuva ácida e prejudicam os seres vivos e destroem obras de arte (esculturas e construções); implicando também no regime hidrológico das águas continentais e marinhas. O ar poluído, normalmente nas cidades e próximo às áreas industriais, causa irritação nas mucosas do aparelho respiratório, tosse, mal estar geral, irritações oculares, envenenamento e morte. Provoca o aparecimento da asma, bronquite, enfisema pulmonar, doenças alérgicas e câncer nas vias respiratórias. A cada ano, o mundo recebe, somente de veículos automotores cerca de 80 milhões de toneladas de monóxido de carbono (*CO*) na atmosfera.

Segundo MELCHORS (2000), o controle básico das emissões por veículos automotores pode ser feito de dois modos principais: no projeto do motor e no tratamento dos gases de escapamento. Ainda, a tendência de formação dos poluentes é consequência do projeto, da regulagem e do regime de funcionamento do motor e da correta escolha da dosagem de ar e combustível.

Conforme BRANCO (1995) pode-se ter o cuidado de escolha de um veículo segundo o seu combustível, preferindo o álcool combustível à gasolina, por ser o primeiro oriundo de fontes renováveis e gerar menos poluentes e além disso, deve-se manter o veículo e seus mecanismos perfeitamente regulados para que emitam menor índice de poluentes.

2.4. Os motores de combustão interna

2.4.1. Evolução dos motores e tipos de combustíveis

A busca da substituição do trabalho do homem e dos animais por meios de maior eficiência, conduziu a humanidade à importantes descobertas no âmbito da tecnologia. As chamadas revoluções industriais vieram como conseqüência desta evolução do conhecimento e um dos setores mais importantes ao desenvolvimento do homem e da sociedade é o consumo de energéticos.

Para realização de trabalho é necessária a conversão de algum tipo de energia, e a energia resultante da combustão de diferentes combustíveis é continuamente e mais amplamente investigada. O motor de combustão interna serviu como uma “marco divisor de eras” na evolução da sociedade (MACHADO, 2004).

Citam-se, a seguir, alguns exemplos de como ocorreu a evolução dos motores de combustão interna, atentando-se sempre para um postulado fundamental: “Para cada tipo de combustível utilizado, para cada condição de rotação e carga do motor têm-se uma emissão de poluentes de natureza diferente, antes de seu tratamento”.

Tudo começou com Cristián Huygens que, em 1680, construiu um dispositivo no qual um êmbolo móvel, no interior de um cilindro, era impulsionado pela explosão de pólvora.

O inglês John Barber, em 1791, referiu-se em uma patente ao uso de explosão de uma mistura de ar e gás de iluminação.

Segundo ADAMS (1959) cabe a Street, em 1794, o mérito de haver patenteado o uso de um vapor explosivo formado pelo ar e um combustível líquido, o álcool de terebentina (*água raz*).

Em 1860, J. J. E. Lenoir, inventor francês, construiu o primeiro motor de combustão interna comercial. Uma mistura de ar/gás de iluminação era utilizada como combustível. (HEYWOOD, 1997).

Relata STONE (1999) que Nicolaus August Otto e Eugène Langen, em 1866 e 1867, patentearam e construíram um motor que consumia metade do combustível utilizado pelo motor de Lenoir.

Em 1876, o engenheiro alemão Otto, baseado nos conceitos de Beau de Rochas construiu um motor de ignição por centelha e de $4T$, obtendo pleno êxito em suas experiências (OBERT, 1971).

Em 1878, com o objetivo de aumentar a potência de motores de mesmo porte e simplificar o sistema de válvulas, Dugald Clerk idealizou o motor a $2T$, cujo combustível constitui-se numa mistura de *ar + um hidrocarboneto + uma fração de óleo lubrificante*.

Tal motor produz um teor elevado de poluentes. Clerk construiu seu primeiro motor de $2T$ em 1881, relatam STONE (1997) e OBERT (1971).

Segundo HEYWOOD (1997), no ano de 1897, Diesel apresentou como “força motriz para fábricas” um motor que funcionou satisfatoriamente.

Explica AGUIAR (1990) que, na sua publicação “*Die Entstehung des Diesel Motors*” de 1913, Diesel relata a avaliação do funcionamento de um de seus motores com óleo de amendoim apresentando, também, registros de testes com álcool em 1897.

Ampliou, após, o campo de combustíveis de modo que o seu pequeno motor pudesse funcionar indistintamente com óleos minerais, vegetais ou de origem animal.

As citações anteriores mencionam somente alguns poucos daqueles que contribuíram material e intelectualmente para os primeiros desenvolvimentos destacáveis dos motores de combustão. Desde as experiências de Otto e Diesel, um grande número de pesquisadores têm continuamente trabalhado no desenvolvimento dos motores de combustão, particularmente dos sistemas de alimentação, de combustão e tratamento dos *gases residuais poluentes*.

2.4.2. Definição de motor de combustão interna

É uma máquina térmica em que o fluido de trabalho é uma mistura de ar e combustível (energia química) que sofre uma transformação (combustão) na presença de elementos móveis que irão produzir trabalho mecânico.

Converte-se calor em trabalho aproveitável, esta transformação de energia tem, atualmente, um rendimento aproximado **de 30% em média**. Pode-se dividir os motores de combustão interna alternativos em duas grandes classes fundamentais:

- *MOTORES DE IGNIÇÃO POR FAÍSCA (centelha) – ICE*
- *MOTORES DE IGNIÇÃO POR COMPRESSÃO – ICO*

Para a produção contínua de trabalho, deve-se fornecer de forma contínua o calor, através do fluido de trabalho, para o motor; tendo-se assim uma sucessão de ciclos que repetem-se continuamente.

O fluido de trabalho (mistura gasosa) durante o seu trajeto pelo motor sofre diversas transformações físicas e uma transformação química resultando diversos compostos que devem ser eliminados para a realização do ciclo seguinte. Dentre estes encontram-se diversos elementos poluentes.

A FIGURA 1, apresenta de forma esquemática a transformação de energia nos motores de combustão interna.

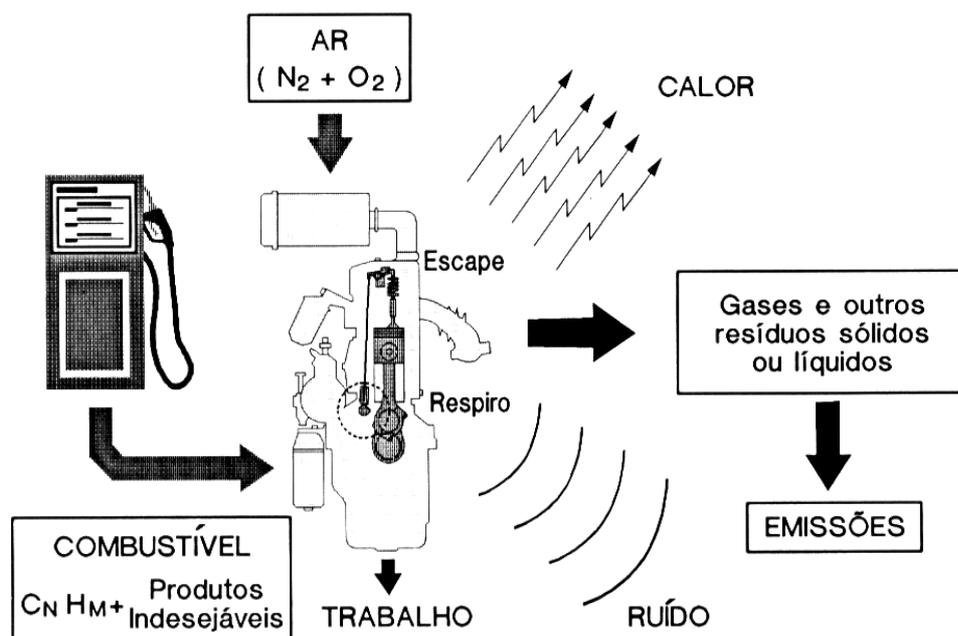


FIGURA 1 - A transformação de calor em trabalho e as emissões residuais produzidas pelos motores de combustão interna. (Fonte: Adaptado de MERCEDES-BENZ, 1989).

2.4.3. Motor de 4 tempos – princípio de funcionamento

Uma mistura de ar e combustível é *admitida* (1º tempo) pelo motor, a seguir é fortemente *comprimida* (2º tempo) e tem sua combustão iniciada pela ação de uma centelha elétrica. Os gases produzidos *expandem-se* (3º tempo) produzindo trabalho e são *expulsos* (4º tempo), a seguir, para a atmosfera. Estes quatro tempos repetem-se continuamente e ciclicamente.

Na FIGURA 2, representa-se esquematicamente os *quatro tempos* do ciclo de *Otto*.

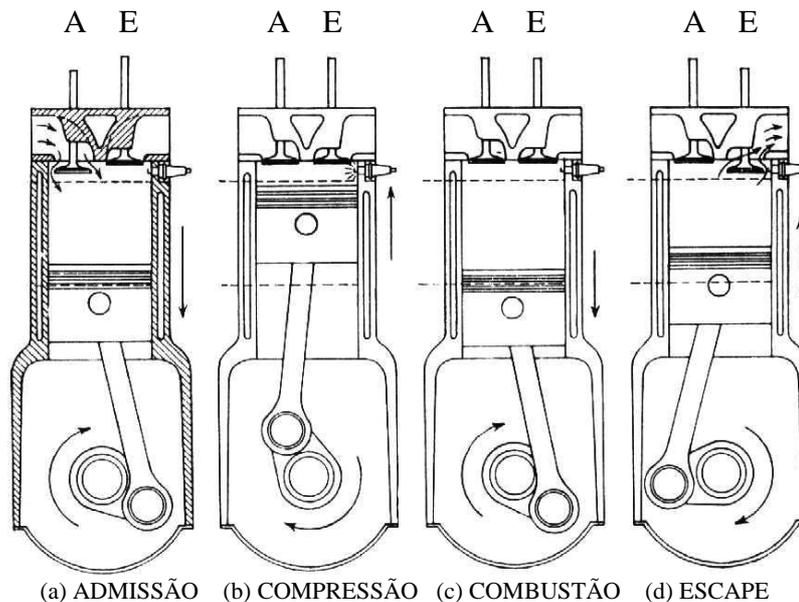


FIGURA 2 – O motor de quatro tempos (4T), funcionamento.

Os combustíveis, normalmente utilizados no Brasil para os motores *otto* são os hidrocarbonetos líquidos e gasosos.

2.4.4. Motor de 2 tempos – princípio de funcionamento

Uma mistura composta por ar, combustível e óleo lubrificante (óleo 2T) é admitida pelo motor; sendo que a admissão realiza-se em duas fases: inicialmente é admitida no cárter do motor para após ser transferida para o interior do cilindro. Enquanto ocorre o processo de admissão no cárter, no cilindro ocorre a compressão da mistura combustível. No final do processo de compressão é provocada a ignição da mistura pelo sistema de ignição, ocorrendo a expansão e a descarga dos gases residuais para, a seguir, iniciar-se a transferência da mistura para o interior do cilindro. Estes dois tempos repetem-se continuamente e ciclicamente. A FIGURA 3 apresenta, de forma esquemática, o funcionamento dos motores a 2T.

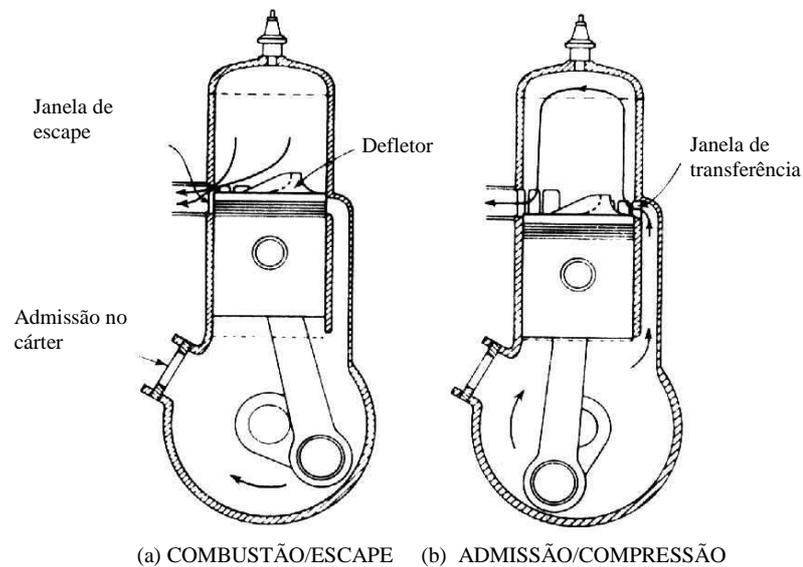


FIGURA 3 – Motores a dois tempos (2T), funcionamento.

Define DALÁVIA (1994) que o motor de combustão interna nada mais é do que um “processo por batelada” que transforma energia química de um combustível (calor) em energia mecânica (rotação de um eixo). Durante este processo o fluido de trabalho (mistura ar/combustível) sofre transformações físicas e químicas (oxidação) gerando produtos resultantes da combustão completa (principalmente CO_2 e H_2O) e também gases tóxicos, cujos os principais (CO , H_xC_y) são fruto da combustão incompleta.

2.5. Os combustíveis e a emissão de poluentes veiculares

2.5.1. Os principais combustíveis brasileiros

- **A gasolina automotiva:**

Conforme FARAH (1994), entende-se por gasolina automotiva um derivado de petróleo formado por uma mistura complexa de hidrocarbonetos parafínicos, naftênicos, olefínicos e aromáticos cuja faixa de destilação varia de 30°C a 220°C . A *EPA* – Environmental Protection Agency, dos *EUA*, considera como sendo substancialmente similar à gasolina, um produto contendo, em termos de oxigênio, até 2,0% de álcool ou 2,7% de éteres, podendo conter *aditivos* sem alterar a denominação do produto.

A *CEE* (Comunidade Econômica Européia) também estabelece limites para a presença de oxigenados na gasolina de acordo com o tipo. Assim, por essa regulamentação internacional, o produto carburante automotivo brasileiro, que contém até 25% de álcool etílico anidro, não pode ser considerado como gasolina.

Segundo LIMA & MARCONDES (2002) a gasolina produzida no Brasil é comparada em termos de qualidade, às usadas nos Estados Unidos e na Europa. A diferença fundamental entre as gasolinas comercializadas no Brasil reside na sua octanagem, que é a medida da capacidade de resistência à detonação nos motores. A partir de 1992 deveria ser adicionado à gasolina, o álcool etílico num percentual (peso) de 20% para substituir o chumbo tetraetila (*CTE* - antidetonante) como aditivo para elevar a octanagem, porém, a média no país situou-se numa faixa de 15% a 18%. O ideal para o país é que a mistura seja de 24%, para evitar altas taxas de contaminação atmosférica, pela presença de chumbo (proibido pelo *PROCONVE*) ou do *MTBE*, notadamente nas grandes cidades do Sul do país.

MELCHIORS (1994) explica que a gasolina, sendo uma mistura constituída por um grande número de hidrocarbonetos diferentes, sua adequação ao uso a que se destina é garantida por uma série de especificações. E, cada vez mais em todo o mundo, há necessidade de alguns controles da qualidade da gasolina em relação à sua interferência com o meio ambiente, tanto no produto em si como pelos compostos gerados na combustão.

Ainda, a gasolina brasileira é um carburante sem similar no mundo pois em lugar algum do globo se utiliza como combustível,

para motores *otto* de baixa taxa de compressão, uma mistura com teores de oxigenados tão elevados.

O álcool anidro é adicionado à gasolina brasileira para conferir-lhe maior resistência à detonação trazendo, em consequência, alguns benefícios em termos de emissões de poluentes. Ainda, o maior problema da gasolina brasileira em relação à emissão de poluentes é determinado pela variação dos teores de etanol na mesma, apesar da legislação determinar um teor mínimo de 20% (em peso). Em virtude da disponibilidade de álcool no mercado, nas últimas duas décadas este percentual variou desde 0% até 26%. Acrescente-se a isso a comprovação de que a adulteração de combustíveis no Brasil cresce a níveis alarmantes. A cada vez que se modifica o teor de álcool na gasolina os motores passam a emitir poluentes em níveis diferenciados, principalmente veículos com mais de 10 anos de uso.

Durante o passar dos anos os combustíveis foram constantemente sendo modificados no sentido de melhorar sua qualidade tanto na tecnologia de produção quanto na adequação de seu uso. No caso específico da gasolina brasileira nem sempre ocorreu uma evolução crescente, pois as diversas legislações em diferentes épocas e crises econômicas e políticas (escassez de álcool no mercado) dificultaram seu desenvolvimento constante (MACHADO, 2004).

Além disso, tem-se observado desconhecimento de algumas informações importantes para o consumidor e para a população em geral entender e fiscalizar o produto a ser utilizado. Para isso, além do histórico de sua evolução, da evolução dos motores e implicações de suas emissões gasosas é importante a divulgação de informações

técnicas que relatem seu manuseio, estocagem, utilização, adulterações, perigos e seus principais resíduos da combustão (BOLKAN, 1994).

DALÁVIA (1994) apresentou trabalhos sobre a utilização de gasolinas aditivadas com *MTBE* (metil-tércio-butil-éter) no Rio Grande do Sul, BR, cujos relatos indicam que a utilização deste éter é uma importante alternativa para controlar a emissão de *CO* nas frotas circulantes. O *MTBE*, a exemplo do etanol, contém oxigênio na sua composição fazendo com que se tenha um proporcional empobrecimento da mistura o que promove uma redução nas emissões de *CO*.

- **O álcool carburante:**

LIMA & MARCONDES (2002) o álcool carburante é o álcool etílico (etanol) utilizado como combustível em motores de combustão interna. A Resolução 01/77 do IAA classifica três tipos de álcool com especificações bem definidas e são:

⇒ Álcool hidratado carburante (93,8° *INPM*): utilizado nos motores de combustão interna como combustível puro, sem mistura com gasolina ou aditivos;

⇒ Álcool anidro carburante (99,3° *INPM*): é empregado em mistura com a gasolina automotiva em proporções que variam de 15% a 25%, é o álcool desidratado;

⇒ Álcool refinado industrial (94,2° *INPM*).

Ainda, a experiência do Brasil indica que o álcool etílico produzido a partir da cana de açúcar, pode ser uma alternativa interessante para a substituição parcial dos combustíveis fósseis (gasolina e diesel) com vantagens tanto econômicas quanto médio ambientais.

O Brasil é na atualidade o maior produtor de álcool com aproximadamente 12,5 bilhões de litros na safra 2002-2003, seguido dos Estados Unidos, União Européia, China e Índia.

Veja no Quadro 2 as produções mundiais nos ano 2001-2002.

Quadro 2 - PRODUÇÃO DE ÁLCOOL – 2001-2002

País	Bilhões de litros	Participação
Brasil	11,5	36,6%
Estados Unidos	7,6	24,2%
União Européia	4,2	13,3%
China	3,1	9,9%
Índia	1,8	5,7%
Outros	3,2	10,3%
Produção Mundial	31,4	100%

Fonte: LIMA & MARCONDES (2002).

No Brasil, praticamente toda a produção de álcool é feita a partir da fermentação da cana-de-açúcar. Já nos Estados Unidos, as principais matérias-primas usadas são o milho, a beterraba e a cana.

Na Europa, o álcool é obtido em sua maior parte do milho, da beterraba e da uva. Os benefícios ambientais oriundos da utilização do etanol como combustível no Brasil é, segundo um sem número de trabalhos técnicos, indubitavelmente comprovado.

Com exceção dos níveis de aldeídos produzidos pela combustão do etanol, todos os demais poluentes apresentam valores de emissão mais reduzidos se comparado com a gasolina.

O Brasil foi o país que desenvolveu, com propriedade, o maior e mais significativo programa de substituição de combustíveis fósseis por combustíveis oriundos da biomassa, produzindo excelentes resultados tanto nas questões técnico-econômicas como nas questões ambientais, e o álcool etílico hidratado combustível foi e ainda é o grande sustentáculo dos combustíveis alternativos no Brasil (CAMARGO, 2003).

- **O óleo diesel:**

Define CAMARGO (2003), que o óleo combustível a ser utilizado em motores de ignição por compressão é chamado de óleo diesel em virtude da popularização do motor projetado e desenvolvido por Rudolphe Diesel.

Conforme explica a MERCEDES-BENZ (1989) o motor de ignição por compressão tem um processo de combustão totalmente diferente dos motores de ignição por faísca (otto) normalmente utilizados nos automóveis de passeio, exigindo um combustível com

características bastante particulares e de qualidade superior. Os motores diesel funcionam sempre com excesso de ar, numa proporção mínima de 30% acima da estequiometricamente correta, podendo atingir valores de diluição do combustível até dez vezes superior aos de otto, o que proporciona uma extrema redução dos índices de *CO* e de *HC* não queimados.

Segundo MACHADO (2003) o óleo combustível utilizado no Brasil para motores diesel, como padrão, é o combustível classificado pela ANP como sendo o Diesel Automotivo Interior ou tipo B, indicado para motores de ciclo diesel e instalações de aquecimento de pequeno porte. No Anexo 2 estão as principais características técnicas dos tipos de óleo diesel comercializados no Brasil.

- **O gás natural veicular (GNV):**

O gás natural é um combustível fóssil que pode substituir quase todos os derivados de petróleo na maioria de seus usos finais. Entre os combustíveis fósseis, o gás natural é o de melhor desempenho ambiental, apresentando menores emissões de contaminantes atmosféricos. Uma legislação ambiental rigorosa, que penalize os combustíveis mais poluentes, pode representar um prêmio significativo para o gás natural.

Entre as motivações para o aumento do consumo de gás natural destaque-se o fato de que, em substituição a outros combustíveis fósseis, o gás natural traz ganhos ambientais para a sociedade.

O gás natural é muito menos poluente que o óleo combustível ou qualquer outro combustível fóssil. Trata-se de um combustível mais limpo e ecologicamente correto. A queima do gás natural emite uma quantidade menor de material particulado, pouquíssimo óxido de enxofre – SO₂, além de emitir menos dióxido de carbono – CO₂, monóxido de carbono – CO e óxidos de nitrogênio – NO_x. Com relação à emissão de enxofre, o gás natural apresenta enormes vantagens em relação ao óleo combustível e ao diesel. Na verdade, a composição química do gás natural pode ser isenta de enxofre. A pequena quantidade desse elemento existente na queima do produto é resultante do odorizante. A adição de odorizante é feita por motivos de segurança, já que o gás natural é inodoro (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2004).

Segundo CAMARGO (2003), o gás natural é uma opção técnica e economicamente viável como combustível para veículos de passeio. Também pode ser usado em veículos pesados, movidos a diesel. O gás natural reduz os custos de manutenção e aumenta a vida útil do motor.

O Brasil já conta, hoje, com uma frota de mais de um milhão de veículos movidos a gás natural, tendo arrebatado da Argentina, nos primeiros meses do ano de 2004, a liderança mundial nesse setor. Dessa forma, o país encontra-se entre os maiores mercados de GNV do mundo, refletindo o grande impulso de conversões de veículos registradas nos últimos três anos.

O preço convidativo em algumas localidades tem estimulado a utilização do gás, principalmente no segmento de táxis, no qual a elevada quilometragem diária justifica o custo da conversão dos

motores a gasolina ou a álcool para uso desse combustível. A produção e as reservas brasileiras de gás natural cresceram substancialmente nos últimos anos.

No ano de 2000, a participação do gás natural na matriz energética brasileira foi de apenas 3%. Atualmente, essa participação está próxima de 8,0% e deverá continuar crescendo. Com a descoberta da Petrobrás na Bacia de Santos, as reservas de gás natural do Brasil podem passar de 250 para 650 bilhões de m³. Ressalte-se que o Sistema Petrobrás é responsável pelo suprimento de mais de 90% do mercado brasileiro. Destaque-se, contudo, que, apesar de estar havendo um significativo aumento no consumo, a indústria de gás natural está por exigir uma regulação específica (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2004).

2.5.2. Principais poluentes e seus efeitos sobre a saúde

- **Monóxido de carbono (CO):**

Conforme PETROBRÁS (1994) e MERCEDES-BENZ (1989), o monóxido de carbono é um gás inodoro e incolor, mais leve que o ar. A fonte mais comum de CO é a exaustão de motores de combustão interna. As intoxicações por CO ocorrem em ambientes fechados ou mal ventilados e seu efeito tóxico ocorre quando, após

inalado, se combina com a hemoglobina do sangue formando a carboxi-hemoglobina (*COHb*), que é incapaz de conduzir o oxigênio produzindo a hipóxia tecidual.

A hemoglobina tem uma afinidade **218 vezes** maior ao *CO* do que ao *O₂*. A gravidade das lesões está relacionada ao grau e a duração da hipóxia, principalmente nos tecidos cerebral e miocárdico. Os sintomas clínicos da intoxicação aguda são relacionados com a porcentagem de *COHb* no sangue.

O Quadro 3 apresenta esta relação.

Quadro 3 – Efeitos clínicos da intoxicação por *CO*:

COHb no sangue	Efeitos observados
1 a 3%	Nenhum efeito observado
3 a 8%	A atenção diminui
10 a 20%	Dores de cabeça frontais
20 a 30%	Dores de cabeça mais graves e dispnéia (falta de ar)
30 a 40%	Náuseas, vômitos, fraqueza, tonteira, diminuição da visão e possibilidade de colapso
40 a 50%	Ataxia (cambalejar), síncope (desmaios), colapso, taquicardia, e taquipnéia (respiração difícil, alta frequência)
50 a 60%	Coma ou convulsões intermitentes, respiração agonizante (Cheyne-Stokes)
60 a 70%	Coma se agrava, convulsões intermitentes, choque clínico
70 a 80%	Choque profundo e possível morte
OBS: Só em nível de ilustração: os níveis normais de COHb no sangue variam de 0,5 a 0,8% proveniente de CO endógeno. Um fumante crônico de cigarros desenvolve 3 a 8% de COHb no sangue.	

Informações adicionais foram reunidas e são apresentadas no ANEXO 1 deste trabalho.

Para ESTEVES *et al* (2003) o *CO* é encontrado principalmente nas cidades devido ao grande consumo de combustíveis, tanto pela indústria como pelos veículos. No entanto, estes últimos são os maiores causadores deste tipo de poluição, pois além de emitirem mais do que as indústrias, lançam esse gás à altura do sistema respiratório.

Por isso, a poluição por monóxido de carbono (*CO*) é encontrada sempre em altos níveis nas áreas de intensa circulação de veículos dos grandes centros urbanos. Constitui-se em um dos mais perigosos tóxicos respiratórios para o homem e animais devido ao fato de não possuir cheiro, não ter cor, não causar irritação e não ser percebido pelos sentidos.

Em face da sua grande afinidade química com a hemoglobina do sangue, tende a combinar-se rapidamente com esta, ocupando o lugar destinado ao transporte do oxigênio; pode, por isso, causar a morte por asfixia. A exposição contínua, até mesmo em baixas concentrações, também está relacionada às causas de afecções de caráter crônico, além de ser particularmente nociva para pessoas anêmicas e com deficiências respiratórias ou circulatórias, pois produz efeitos nocivos no sistema nervoso central, cardiovasculares, pulmonares e outros.

A exposição ao *CO* também pode afetar fetos diretamente pelo déficit de oxigênio, em função da elevação da carboxihemoglobina no sangue fetal, causando inclusive peso reduzido no nascimento e desenvolvimento pós-natal retardado (MELHIORS, 2000; DALÁVIA, 1994).

- **Hidrocarbonetos (HCs):**

Segundo ESTEVES *et al* (2003) os HCs são gases e vapores com odor desagradável (similares à gasolina ou diesel), irritantes dos olhos, nariz, pele e trato respiratório superior, que são resultantes da queima incompleta e da evaporação de combustíveis e outros produtos voláteis.

Podem vir a causar dano celular, sendo que diversos hidrocarbonetos são considerados carcinogênicos e mutagênicos. Participam ainda na formação dos oxidantes fotoquímicos na atmosfera, juntamente com os óxidos de nitrogênio (NO_x).

Conforme PETROBRÁS (1996) e a MERCEDES-BENZ (1989) os hidrocarbonetos (HC) são irritantes das vias respiratórias, com alguns aromáticos cancerígenos que atacam o sistema nervoso. Os HC olefínicos e acetilenos são integrantes da reação de formação do “*smog fotoquímico*” que causa irritação dos olhos, nariz, garganta e pulmões, agravando as doenças respiratórias.

- **Óxidos de Nitrogênio (NO_x):**

Não está ainda perfeitamente demonstrado que o monóxido de nitrogênio (NO) constitua perigo à saúde nas concentrações em que se encontra no ar das cidades. Entretanto, em dias de intensa radiação, o NO é oxidado a dióxido de nitrogênio (NO_2), que é altamente tóxico

ao homem, aumentando a susceptibilidade às infecções respiratórias e aos demais problemas respiratórios em geral. Além de irritante das mucosas, provocando uma espécie de enfisema pulmonar, podem ser transformadas nos pulmões em nitrosaminas, algumas das quais são conhecidas como potencialmente carcinogênicas (ESTEVES *et al*, 2003, MELCHIORS, 2000).

Para a PETROBRÁS (1996) e a MERCEDES-BENZ (1989) os óxidos de nitrogênio são resultantes da oxidação do nitrogênio do ar em temperaturas elevadas.

No caso do NO_2 trata-se de um gás marrom-amarelado com cheiro forte e picante. Concentrações de 50 a 300 *ppm* de NO_2 geram fraqueza progressiva, dispnéia, tosse e cianose, depois de 1 a 3 semanas após uma ou repetidas exposições.

Concentrações superiores a 300 *ppm* causam edema pulmonar fulminante ou broncopneumonia, cuja manifestação se dá após algumas horas ou dias.

O impacto da exposição ao NO_2 é em função tanto da concentração do gás quanto do tempo de exposição. A recuperação da reação inflamatória pulmonar pode requerer de 1 a 6 meses e algumas mudanças enfisematosas podem persistir indefinidamente.

- **Oxidantes fotoquímicos (principalmente O_3):**

Os hidrocarbonetos (HC_s) e óxidos de nitrogênio (NO_x) reagem na atmosfera, principalmente quando ativados pela luz solar,

formando um conjunto de gases agressivos chamados de oxidantes fotoquímicos. Dentre esses, o *ozônio* é o mais importante, pois é utilizado como indicador da presença de oxidantes fotoquímicos na atmosfera.

O *ozônio* também tem origem nas camadas superiores da atmosfera, onde exerce importante função ecológica, absorvendo as radiações ultravioletas do sol e reduzindo assim a sua quantidade na superfície da Terra; pode, por outro lado, nas camadas inferiores da atmosfera, exercer ação nociva sobre vegetais, animais, materiais e sobre o homem, mesmo em concentrações relativamente baixas.

Não sendo emitidos por qualquer fonte, mas formados na atmosfera, os oxidantes fotoquímicos são chamados de poluentes secundários. Ainda que sejam produtos de reações químicas de substâncias emitidas em centros urbanos, também se formam longe desses centros, ou seja, nas periferias das cidades e locais onde, em geral, estão localizados os centros de produção agrícola. Como são agressivos às plantas, agindo como inibidores da fotossíntese e produzindo lesões características nas folhas, o controle dos oxidantes fotoquímicos adquire, assim, fortes conotações sócio-econômicas.

Estes poluentes formam o chamado "smog" fotoquímico ou névoa fotoquímica, que possui esse nome porque promove na atmosfera redução da visibilidade. Ademais, provocam danos na estrutura pulmonar, reduzindo sua capacidade e diminuindo a resistência às infecções; causam ainda, o agravamento das

doenças respiratórias, aumentando a incidência de tosse, asma, irritações no trato respiratório superior e nos olhos. Seus efeitos mais danosos parecem estar mais relacionados com a exposição cumulativa do que com os picos diários (PETROBRÁS, 1996; MERCEDES-BENZ, 1989; ESTEVES *et al*, 2003).

- **Dióxido de Enxofre (SO_2):**

A inalação do dióxido de enxofre (SO_2), mesmo em concentrações muito baixas, provoca espasmos passageiros dos músculos lisos dos bronquíolos pulmonares. Em concentrações progressivamente maiores, causa o aumento da secreção mucosa nas vias respiratórias superiores, inflamações graves da mucosa e redução do movimento ciliar do trato respiratório, responsável pela remoção do muco e partículas estranhas. Pode aumentar a incidência de rinite, faringite e bronquite. Em certas condições, o SO_2 pode transformar-se em trióxido de enxofre (SO_3) e, com a umidade atmosférica, transformar-se em ácido sulfúrico, sendo assim um dos componentes da chuva ácida.

- **Material Particulado:**

Sob a denominação geral de material particulado (*MP*) se encontra uma classe de poluentes constituída de poeiras, fumaças

e todo tipo de material sólido e líquido que, devido ao seu pequeno tamanho, se mantém suspenso na atmosfera. As fontes emissoras desse poluente são as mais variadas, indo de incômodas "fuligens" emitidas pelos veículos até as fumaças expelidas pelas chaminés industriais, passando pela própria poeira depositada nas ruas, levantada pelo vento e pelo movimento dos veículos. Até 1989, a Legislação Brasileira preocupava-se apenas com as "Partículas Totais em Suspensão - PTS", ou seja, com todos os tipos e tamanhos de partículas que se mantêm suspensas no ar, grosso modo, partículas menores que 100 *mícrons* (um *mícron* é a milésima parte do milímetro).

No entanto, pesquisas recentes, mostram que aquelas mais finas, em geral as menores que 10 *mícrons*, penetram mais profundamente no aparelho respiratório e são as que apresentam efetivamente mais riscos à saúde. Dessa forma, a Legislação Brasileira passou também a se preocupar com as "Partículas Inaláveis", a partir de 1990. Partículas minúsculas como as emitidas pelos veículos, principalmente os movidos a *diesel*, podem ser menores do que a espessura de um fio de cabelo. Sendo assim, não são retidas pelas defesas do organismo, tais como, pêlos do nariz, mucosas etc. Causam irritação nos olhos e garganta, reduzindo a resistência às infecções e ainda provocando doenças crônicas. O mais grave é que essas partículas finas, como as de fumaça de cigarro, quando respiradas, atingem as partes mais profundas dos pulmões, transportando para o interior do sistema respiratório, substâncias tóxicas e cancerígenas.

As partículas causam ainda danos à estrutura e à fachada de edifícios, à vegetação e são também responsáveis pela redução da visibilidade.

2.5.3. A Legislação Ambiental e o PROCONVE

Existem dois programas nacionais para a qualidade do ar lançados por resoluções do CONAMA. São estes:

- *PROCONVE* – Resolução 018/86 do Conama, de 06.05.1986: Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores, objetivando a redução de emissões.
- *PRONAR* – Resolução 005/89 do CONAMA, de 15.07.1989: Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar, cujo objetivo é contribuir para a gestão ambiental e o desenvolvimento socio-econômico do país, estabelecendo padrões de qualidade do ar, e padrões de emissão.

Deve-se ressaltar ainda o monitoramento da qualidade do ar, ou seja, o controle da poluição atmosférica e conseqüentemente da qualidade do ar. Este monitoramento deve ser amplamente divulgado pois, desta forma, esclarecerá a sociedade sobre os problemas de qualidade do ar e reforçará a consciência ecológica.

- **Legislação aplicável**

Como o ar atmosférico é insuscetível de apropriação, é considerado como bem indisponível e este tem sido um dos maiores focos de preocupação da legislação ambiental.

A Constituição da República de 1988, em seu Art. 23, Parágrafo VI, estabelece que a proteção ao meio ambiente e o combate à poluição em qualquer de suas formas - inclusive a atmosférica - é de competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios.

No Art. 24, Parágrafo VI, prevê a competência concorrente da União, dos Estados e do Distrito Federal para legislar sobre a proteção do meio ambiente e controle da poluição. Aos Municípios, nesta matéria, cabe suplementar a legislação federal e a estadual no que couber, conforme dispõe o Art. 30, Parágrafo 11.

Mais adiante, o Art. 225, *caput*, prevê que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado - incluindo aqui o ar como suporte físico-químico - bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e a coletividade o dever de defendê-lo. Além disso, a Constituição conferiu ampla proteção ao ar atmosférico e poder de controle sobre as atividades capazes de poluí-lo (SEAMA, 2003).

A Legislação para o controle da poluição do ar especificamente para veículos automotores, desde o momento que entrou em vigor vem sendo constantemente complementada ou mesmo sofrendo

correções. O Programa Brasileiro instituído para o controle da poluição do ar provocada por veículos automotores é denominado PROCONVE (PROGRAMA DE CONTROLE DA POLUIÇÃO DO AR POR VEÍCULOS AUTOMOTORES) que tem sua base na Resolução CONAMA N° 18, de 6 de maio de 1986 (publicada no D.O.U de 17/6/86).

A seguir estão transcritos alguns pontos do PROCONVE, que tem força de Lei, e que após 1986 recebeu algumas complementações e/ou correções que são a seguir resumidas em sua essência.

A Resolução n° 18/1986, após as considerações e justificativas para a sua aplicação determina os objetivos, competências e impõe os limites máximos admissíveis de emissão de poluentes pelos veículos.

- **RESOLUÇÃO CONAMA N° 18, de 6 de maio de 1986**

Considerações iniciais (arraçado):

- Considerando que os veículos automotores dos ciclos Otto e Diesel são fontes relevantes de emissão de *monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio, fuligem e aldeídos*;
- Considerando que os veículos automotores do ciclo Otto são fontes relevantes de *emissão evaporativa de combustível*;
- Considerando que a emissão de poluentes por veículos automotores contribui para a contínua deterioração da qualidade do ar, especialmente nos centros urbanos;
- Considerando que a utilização de tecnologias adequadas, de uso comprovado, permite atender as necessidades de controle da poluição, bem como de economia de combustível;
- Considerando as necessidades de prazo, para a adequação tecnológica de motores e veículos automotores novos às exigências de controle da poluição,

RESOLVE:

Instituir, em caráter nacional, o PROGRAMA DE CONTROLE DA POLUIÇÃO DO AR POR VEÍCULOS AUTOMOTORES – PROCONVE,

Objetivos do PROCONVE:

- Reduzir os níveis de emissão de poluentes por veículos automotores visando o atendimento aos Padrões de Qualidade do Ar, especialmente nos centros urbanos;
- Promover o desenvolvimento tecnológico nacional, tanto na engenharia automobilística, como também em métodos e equipamentos para ensaios e medições da emissão de poluentes;
- Criar programas de inspeção e manutenção para veículos automotores em uso;
- Promover a conscientização da população com relação à questão da poluição do ar por veículos automotores;
- Estabelecer condições de avaliação dos resultados alcançados;
- Promover a melhoria das características técnicas dos combustíveis líquidos, postos à disposição da frota nacional de veículos automotores, visando a redução de emissões poluidoras à atmosfera.

Como pode-se observar o PROCONVE, para alcançar os seus objetivos, teve que envolver um significativo número de entidades e organizações tanto do setor público como do tecido industrial e comercial do Brasil, direta ou indiretamente ligados à cadeia automotiva.

A seguir são apresentadas as competências definidas para a Comissão de Acompanhamento e Avaliação (CAA) do PROCONVE para a efetiva aplicação do Programa.

Cabe à Comissão de Acompanhamento e Avaliação:

- Identificar e propor medidas que otimizem o programa com base nos seus resultados e em estudos realizados no âmbito do PROCONVE ;

- *Desenvolver campanhas educativas com relação à poluição do ar por veículos automotores;*
- Atuar junto aos governos estaduais e municipais, visando o desenvolvimento de sistemas de transportes de massa, preferencialmente elétricos, e melhoria de tráfego;
- Acompanhar o estado do conhecimento das técnicas e equipamentos de controle de emissão;
- *Organizar palestras, seminários e reuniões de cunho técnico, relacionados à poluição do ar por veículos automotores;*
- Envidar esforços para promover o desenvolvimento de profissionais, compra de equipamentos e instalação de laboratórios;
- Promover a realização de estudos e pesquisas relativas à poluição do ar por veículos automotores, nacionalização e desenvolvimento de tecnologias de controle de emissão, de equipamentos de ensaio e análise de emissão;
- Deliberar sobre a aplicação de penalidades, bem como outras ações necessárias para o acompanhamento do Programa;
- Supervisionar a fiscalização do atendimento ao estabelecido nesta Resolução, sem prejuízo da competência dos órgãos envolvidos;
- Deliberar sobre os casos omissos.

Para permitir a aplicação do PROCONVE, foram estabelecidos prazos, com fases e datas bem definidas, de forma a permitir que o setor automotivo brasileiro se adequasse à nova realidade. Assim, iniciou-se pelo estabelecimento dos limites máximos permissíveis de emissões de poluentes pelos novos veículos fabricados a partir de 1986. Assim, em seu Art. 6º o *PROCONVE* estabeleceu os *limites máximos de emissão* de poluentes atmosféricos para os motores e veículos automotores novos, observadas as datas (fases), configurações de motores e principais poluentes observados (emissões regulamentadas).

Os Quadros 4, 5, 6 e 7 apresentam os limites impostos pelo PROCONVE nas três primeiras fases.

Para veículos leves com motores do ciclo Otto:

“Para as novas configurações de veículos automotores leves lançadas comercializadas a partir de 19 de junho de 1988 (Fase I), a emissão de gases de escapamento não deverá exceder os seguintes valores:”

Quadro 4 – Fase I, PROCONVE – Limites de emissão:

Poluente	Limite de emissão (máximo)
Monóxido de carbono	24,0 gramas por quilômetro
Hidrocarbonetos	2,1 gramas por quilômetro
Óxidos de nitrogênio	2,0 gramas por quilômetro
Teor de monóxido de carbono em marcha lenta	3,0 por cento

“A partir de 1º de janeiro de 1992 (Fase II), a emissão de gases de escapamento por veículos automotores leves não deverá exceder os seguintes valores:”

Para veículos leves não derivados de automóveis:

Quadro 5 – Fase II, PROCONVE – Limites de emissão:

Poluente	Limite de emissão (máximo)
Monóxido de carbono	24,0 gramas por quilômetro
Hidrocarbonetos	2,1 gramas por quilômetro
Óxidos de nitrogênio	2,0 gramas por quilômetro
Teor de monóxido de carbono em marcha lenta	3,0 por cento

Todos os veículos com exceção dos descritos no item anterior:

Quadro 6 – Fase II, PROCONVE – Limites de emissão:

Poluente	Limite de emissão (máximo)
Monóxido de carbono	12,0 gramas por quilômetro
Hidrocarbonetos	1,2 gramas por quilômetro
Óxidos de nitrogênio	1,4 gramas por quilômetro
Teor de monóxido de carbono em marcha lenta	2,5 por cento

“A partir de 1º de janeiro de 1997 (Fase III), a emissão de gases de escapamento por veículos automotores leves não deverá exceder os seguintes valores:”

Para todos os veículos leves:

Quadro 7 – Fase III, PROCONVE – Limites de emissão:

Poluente	Limite de emissão (máximo)
Monóxido de carbono	2,0 gramas por quilômetro
Hidrocarbonetos	0,3 gramas por quilômetro
Óxidos de nitrogênio	0,6 gramas por quilômetro
Teor de monóxido de carbono em marcha lenta	0,5 por cento

Uma importante imposição de limite de emissões foi também determinado pelo PROCONVE e refere-se às *chamadas emissões evaporativas e gases de cárter*.

“A partir de 1º de janeiro de 1988, a emissão de gases do cárter de veículos automotores leves deve ser nula em qualquer regime de trabalho do motor.”

“A partir de 1º de janeiro de 1990, a emissão evaporativa de combustível de veículos automotores leves não deverá exceder o limite máximo de 6,0 g/ensaio.”

Motores e veículos com motores do ciclo Diesel

“A emissão de fuligem pelo escapamento de motores do ciclo diesel e/ou de veículos leves ou pesados com eles equipados, não deverá exceder os valores calculados através da equação definida conforme o item 4 do Cap. VII do Programa...”

“A partir de 1º de outubro de 1987, para ônibus urbanos e de 1º de janeiro de 1989 para os demais veículos a Diesel, o valor máximo admissível de k será igual a 2,5 (dois e meio), para velocidades angulares entre 1200 rotações por minuto e a rotação máxima do motor, inclusive...”

A partir do início da aplicação do PROCONVE, sucessivas avaliações foram conduzidas pelos órgãos ambientais em conjunto com a CAA/PROCONVE para julgar a efetividade do Programa, propor correções e incorporar novas medidas, como por exemplo:

- **RESOLUÇÃO Nº 16, DE 17 DE DEZEMBRO DE 1993**

RESOLVE:

“Art. 1º - Ratificar os limites de emissão, os prazos e demais exigências contidas na Resolução/Conama/Nº 18/86, que institui o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE, complementada pelas Resoluções/Conama/Nº 03, de 15 de junho de 1989, Nº 04, de 15 de junho de 1989, Nº 06, de 31 de agosto de 1993, Nº 07, de 31 de agosto de 1993 e Nº 08 de 31 de agosto de 1993, e pela Portaria IBAMA Nº 1937, de 28 de setembro de 1990.”

“Art. 2º - Determinar a republicação das Resoluções nºs 06, 07 e 08, de 31 de agosto de 1993, por terem sido publicadas com incorreções.”

“Art. 3º - Tornar obrigatório o Licenciamento Ambiental junto ao IBAMA, para as especificações, fabricação, comercialização e distribuição de novos combustíveis e sua formulação final para uso em todo País.”

- **RESOLUÇÃO Nº 15, DE 13 DE DEZEMBRO DE 1995**

RESOLVE:

“Art. 1º - Estabelecer para o controle da emissão veicular de gases, material particulado e evaporativa, nova classificação dos veículos automotores, a partir de 1º de janeiro de 1996.”

- **RESOLUÇÃO Nº 16, DE 13 DE DEZEMBRO DE 1995**

RESOLVE:

“Art. 1º - Em complemento à Resolução CONAMA nº 08/93, a partir de 1º de janeiro de 1996, os motores novos do ciclo Diesel para aplicações em veículos leves ou pesados, devem ser homologados e certificados quanto ao índice de fumaça (opacidade) em aceleração livre, através do procedimento de ensaio

descrito na Norma NBR 13037 - Gás de Escapamento Emitido por Motor Diesel em Aceleração Livre - Determinação da Opacidade, em conformidade com os limites definidos no § 1º e § 2º deste Artigo.”

- **RESOLUÇÃO Nº 226, DE 20 DE AGOSTO DE 1997**

RESOLVE:

“Art. 1º Confirmar os limites para a Fase IV do PROCONVE, as datas da sua implantação, conforme prevista na Resolução CONAMA Nº 8, de 31 de agosto de 1993 e adicionalmente estabelecer os limites máximos para emissão de fuligem à plena carga ...”

“Art. 3º Os veículos ou motores, nacionais ou importados, produzidos para atender a Fase IV (EURO II), serão considerados veículos/motores destinados a produzirem dados necessários à determinação do fator de deterioração das emissões, que será fixado pelo CONAMA até 31 de dezembro de 1999, ficando os mesmos desobrigados do atendimento ao disposto no art. 10 da Resolução CONAMA Nº 8/1993.”

2.5.4. Os dispositivos anti-poluição dos veículos

Para atender as limitações impostas pelo PROCONVE, houve a necessidade uma contínua atualização da tecnologia utilizada nos motores e nos veículos através da incorporação de novos dispositivos e sistemas.

Tais dispositivos têm como função reduzir as emissões de produtos indesejáveis pelo escapamento dos veículos automotores, porém, com exceção do conversor catalítico (catalisador), nenhum

deles provoca uma redução drástica destes compostos poluentes (DALÁVIA, 1994; MACHADO, 2004). Paralelamente à utilização de dispositivos anti-poluição, houve a necessidade de um salto qualitativo dos combustíveis e lubrificantes utilizados no Brasil.

A seguir estão reunidos, de forma resumida, os principais dispositivos que passaram a fazer parte da constituição dos motores e veículos a partir da efetiva aplicação do Programa de Controle de Emissões Brasileiro.

Pode-se classificar as emissões de poluentes produzidos por veículos automotores segundo as fontes geradoras, quais sejam:

a) Emissões de gases de cárter: São misturas de vapores de óleo e de gases de combustão que passam através dos anéis dos pistões. Para o controle das emissões de *gases de cárter*, que segundo determinações do PROCONVE deve ser nula, o respiro do cárter passou a ser ligado ao filtro de ar na admissão do veículo, fazendo com que esses gases passassem a ser recirculados, tornando-se elemento constituinte da mistura ar/combustível que é queimada na câmara de combustão.

b) Emissões de escapamento: São os gases produzidos durante a combustão da mistura ar/combustível e que são eliminados através do escape do motor.

As emissões de poluentes pelo escapamento foram aquelas em que se alcançaram os maiores índices de redução, contribuíram para tal:

- Catalisador: É um conversor catalítico instalado no sistema de exaustão dos veículos. Tratado erroneamente como um filtro é importante esclarecer que trata-se na verdade de um reator químico que recebe uma quantidade de gases poluentes (monóxido de carbono, combustível não queimado e óxidos de nitrogênio, principalmente) e os transforma em compostos mais estáveis (CO_2 , H_2 e N_2) e sem o efeito extremamente danoso da forma anterior.

Para o catalisador interessa somente as emissões brutas que ele terá que converter e não o tipo de combustível que o originou. Se as emissões brutas forem similares um mesmo catalisador poderá ser aplicado para conversão de elementos originados por combustíveis diferentes.

- Sistema de injeção eletrônica de combustível: O processo de formação da mistura ar/combustível que alimentará o motor é muito importante, pois da qualidade da mistura depende o desenvolvimento do processo de combustão e, conseqüentemente, influi sobre os tipos e níveis de poluentes produzidos. Por permitir um controle apurado sobre o processo de formação de formação da mistura e um monitoramento deste, a injeção eletrônica de combustível contribuiu significativamente para redução das emissões de poluentes pelos veículos.

- Válvula EGR (Exhaust Gas Recirculation): Como os óxidos de nitrogênio são formados em condições de temperatura elevada para

reduzir as emissões destes compostos deve-se limitar as temperaturas máximas de trabalho na câmara de combustão do motor. A forma de se conseguir isso é através da recirculação de frações dos gases de descarga para a admissão do motor. O dispositivo que permite este processo é a válvula EGR.

c) *Emissões evaporativas*: São os vapores de combustível produzidos no veículo (reservatório de combustível, tubulações, respiros, etc...).

- Cânister: É um dispositivo instalado nos veículos atuais que visa a redução das emissões evaporativas de combustível provenientes do tanque (reservatório) do veículo.

Nada mais é do que um filtro de carvão ativado que atua absorvendo os vapores formados, quando o veículo está parado ou sob intenso calor, devolvendo-os ao motor para quando estiver em funcionamento. Um sistema de válvulas executa o controle do processo, evitando que os vapores de combustível sejam eliminados para a atmosfera.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Percepção do problema

Os problemas ambientais, principalmente aqueles oriundos da utilização de automóveis estão constantemente sendo veiculados pela grande mídia nas suas diferentes formas.

Constantemente são divulgadas notas ou mesmo matérias mais elaboradas que abordam os combustíveis utilizados pelos veículos, os problemas de contaminação e adulteração destes combustíveis e conseqüências de seu uso. Tais matérias são cíclicas e surgem quando níveis críticos de poluentes são verificados nas grandes metrópoles ou quando fraudes envolvendo a adulteração de combustíveis são detectadas.

A grande questão que surge é que, por vezes, tais notícias são produzidas sem o cuidado necessário e encerram em si informações com erros ou que possam conduzir a conclusões equivocadas, pois registram situações verificadas em regiões mais distantes e que revelam realidades diferentes da região na qual foi desenvolvido este trabalho.

Outra face desta questão é a preocupação natural, do “educador ambiental”, de se conhecer a extensão dos efeitos sobre a população destas notícias considerado o grau de percepção deste público, pois na região de Santa Maria campanhas educativas ou informativas acerca do tema são inexistentes ou raramente trabalhadas.

A experiência demonstra que, com pequenos cuidados na manutenção de seu automóvel, o usuário pode individualmente contribuir com uma parcela de redução dos poluentes emitidos. Se houver aumento do nível da consciência acerca das responsabilidades individuais, pode-se esperar um efeito multiplicador que pode trazer benefícios para todos.

Uma grande contribuição pode ser prestada pelos órgãos formadores de condutores de veículos (CFCs) pois a eles devem recorrer todos os novos candidatos a condutores e/ou condutores já formados quando da renovação de sua carta de habilitação.

3.2. Levantamento de dados

3.2.1. Formulação e aplicação de um questionário

Na formulação de um questionário específico, relativo ao binômio *automóvel-emissão de poluentes* buscou-se, de forma proposital, um maior enfoque sobre questões que podem ser

consideradas de fácil entendimento e que sejam de ampla divulgação através dos meios de comunicação populares. O questionário estava composto por dez questões de múltipla escolha para marcação das respostas corretas. Dentre as respostas encontrava-se a opção “*não sei*” para evitar problemas de avaliação através de uma planilha de cálculo. Houve o cuidado de explicar que não deveria haver identificação do respondente e, ainda, o cuidado de responder ao questionário de forma responsável para confiabilidade.

Ainda, numa tentativa de avaliação da influência do grau de escolaridade sobre a qualidade das respostas, algumas questões um pouco mais específicas constituíram o questionário como, por exemplo, as questões de nº 4, 5 e 7. O Questionário utilizado no trabalho está apresentado no ANEXO 3 desta monografia, com os padrões de resposta esperados salientados *em negrito*.

Para realização da pesquisa preliminar que pudesse refletir o grau de conhecimento e de percepção da população que direta ou indiretamente é afetada ou influenciada pelo uso do automóvel, a colaboração dos Centros de Formação de Condutores de Santa Maria foi de fundamental importância pois colocaram à disposição, para o estudo, turmas de candidatos à habilitação. Responderam ao questionário estes alunos candidatos e também alguns instrutores dos CFCs.

Não houve qualquer cuidado para a seleção dos respondentes pois as turmas formadas nos CFCs são bastante heterogêneas, tanto em faixa etária como escolaridade.

3.2.2. Palestras sobre veículos automotores e poluição

Palestras específicas sobre a utilização de veículos automotores e as implicações ambientais conseqüentes foram organizadas e montadas para apresentação em projetor de vídeo (tipo *datashow*) e oferecidas aos CFCs colaboradores do trabalho, tanto para apresentação nas dependências dos CFCs como nas dependências do Centro de Tecnologia da UFSM.

As palestras foram divulgadas nos CFCs, no Centro de Tecnologia e abertas ao público em geral sem obrigatoriedade de responder ao questionário. Os respondentes foram aqueles que voluntariamente se ofereceram para colaborar com o trabalho.

As palestras foram apresentadas para que os respondentes do questionário não ficassem sem a opção do conhecimento das respostas corretas já que antes do início das palestras foi distribuído o questionário para os respondentes sem que um gabarito com as respostas certas fosse divulgado após o recolhimento destes. Após as palestras novamente os questionários foram aplicados para verificação da eficácia da palestra como veículo de divulgação de informações.

No ANEXO 4 desta monografia estão apresentados os *slides* de uma palestra específica sobre “*O uso do automóvel e as emissões de gases poluentes*”, na qual abordou-se pontos considerados fundamentais no trato das questões ambientais relacionadas aos veículos automotores.

3.2.3. Tratamento das respostas e análise

Os questionários foram organizados em uma planilha de cálculo simples do tipo EXCEL[®] do Windows[®] para melhor organização dos mesmos e para uma maior facilidade de tratamento e visualização dos dados através da confecção de gráficos representativos.

No Capítulo 4, na seqüência, são discutidos os principais resultados das informações colhidas nos questionários e tendências demonstradas pelos mesmos.

4. RESULTADOS

4.1. Considerações gerais

A seguir tratam-se as questões constituintes do questionário de forma individualizada, divididas em dois grupos em função da escolaridade dos respondentes. Assim, inicialmente são tratados os questionários respondidos pelo universo composto por pessoas *sem curso superior* mais aqueles com *curso superior incompleto*. Após considerara-se um grupo composto por pessoas com *curso superior completo*.

Também, apresentam-se os resultados obtidos dos questionários aplicados antes da apresentação das palestras em contraste com os obtidos dos questionários aplicados logo após o término das palestras orientativas. Para as questões cujos resultados mereçam atenção especial, tratadas como o exposto acima, são tecidos alguns comentários acerca do padrão de resposta esperado e analisados os resultados obtidos. Apesar da pequena amostragem alcançada pelo trabalho pode-se, de forma antecipada, considerar seus resultados como um indicativo, uma tendência, de como um assunto de tal

magnitude é realmente tratado e qual o grau de conscientização daqueles que de alguma forma utilizam os veículos automotores.

4.2. Grupo de respondentes *sem curso superior* ou com curso superior incompleto.

Questão 1. A questão 1 do questionário aplicado versava sobre o Programa Brasileiro de Controle de Emissões por Veículos Automotores.

À pergunta: “*Qual o nome do Programa brasileiro que controla a poluição produzida pelos motores de veículos?*”, foram obtidos os resultados demonstrados pela FIGURA 4.

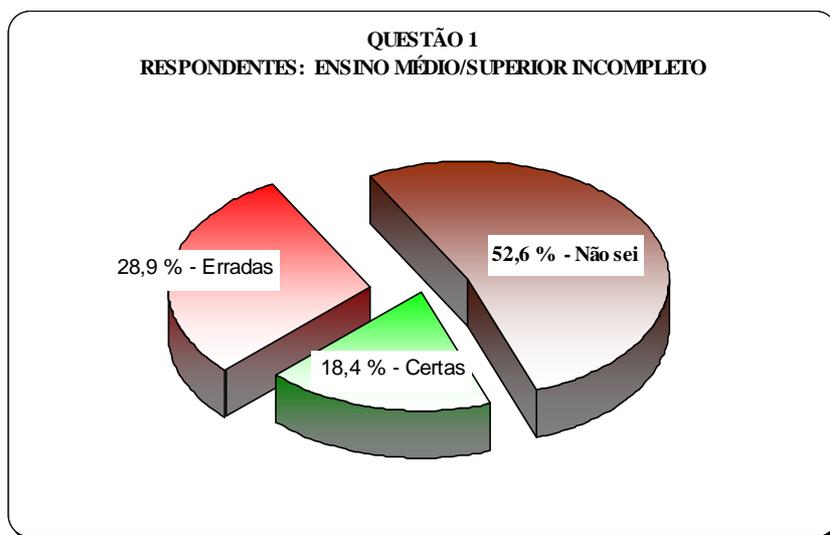


FIGURA 4 – Respostas à Questão 1 (ensino médio/superior incompleto).

Entre as opções de resposta apresentadas para esta questão encontravam-se siglas que de alguma forma remetiam à poluição ou aos veículos automotores porém, os resultados apontam para um percentual significativo de respostas erradas ou de respostas “*não sei*” remetendo a um quadro preocupante, tendo em vista o envolvimento de um candidato a condutor de veículo com as questões legais, pois o controle de emissões através das *inspeções veiculares* foi exaustivamente difundida pela mídia, apesar de que em algumas regiões do país a inspeção ainda não ser efetivamente aplicada.

Questão 2. A questão 2 do questionário aplicado versava sobre a relação entre gases poluentes e efeitos sobre a saúde humana.

À pergunta: “*Quais os gases produzidos pelos veículos que são mais nocivos à saúde humana?*”, foram obtidos os resultados demonstrados pela FIGURA 5.

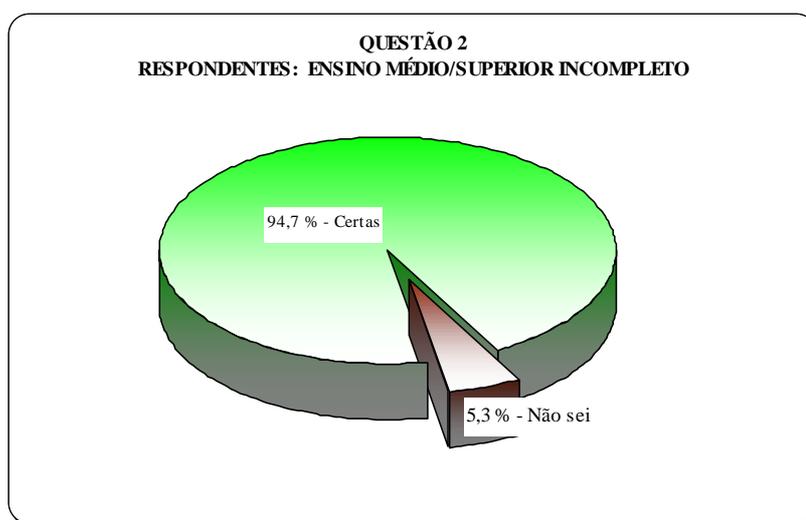


FIGURA 5 – Respostas à Questão 2 (ensino médio/superior incompleto).

Para esta questão, baseada em um conhecimento geral básico, o padrão de resposta obtido foi o esperado com elevado índice de acerto, sem nenhuma questão errada, percebe-se um elevado grau de certeza no grupo sem tentativas arriscadas. É uma questão considerada fácil.

Questão 3. A questão 3 do questionário aplicado versava sobre a relação entre os gases poluentes produzidos pelos veículos e os efeitos sobre o meio ambiente.

À pergunta: “*Quais os gases produzidos pelos veículos que são mais nocivos ao meio ambiente?*”, foram obtidos os resultados demonstrados pela FIGURA 6.

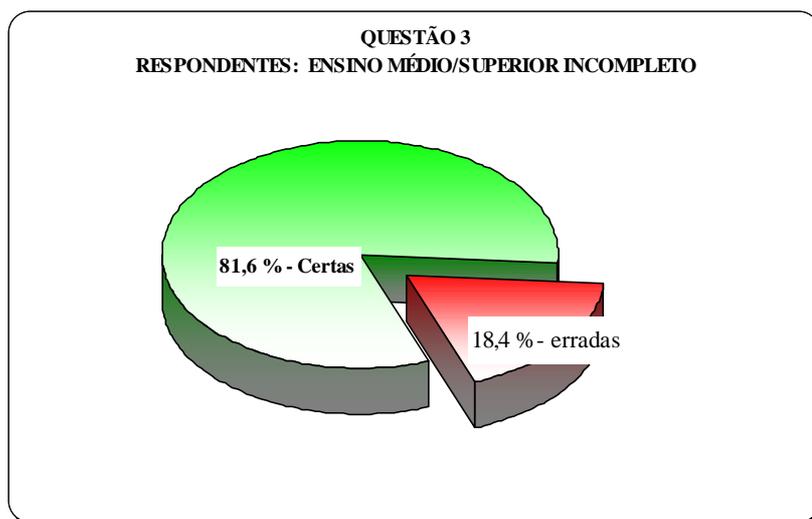


FIGURA 6 – Respostas à Questão 3 (ensino médio/superior incompleto).

Também uma questão de conhecimentos gerais porém, apesar de ser uma questão fácil com elevado índice de acertos, percebe-se um incremento nas respostas erradas sem nenhuma resposta “*não sei*”.

Questão 4. A questão 4 do questionário tratava sobre a relação entre gases poluentes pelos veículos e efeitos sobre o meio ambiente.

À pergunta: “Qual dos efeitos abaixo são agravados pelos gases produzidos por veículos?”, foram obtidos os resultados apresentados pela FIGURA 7.

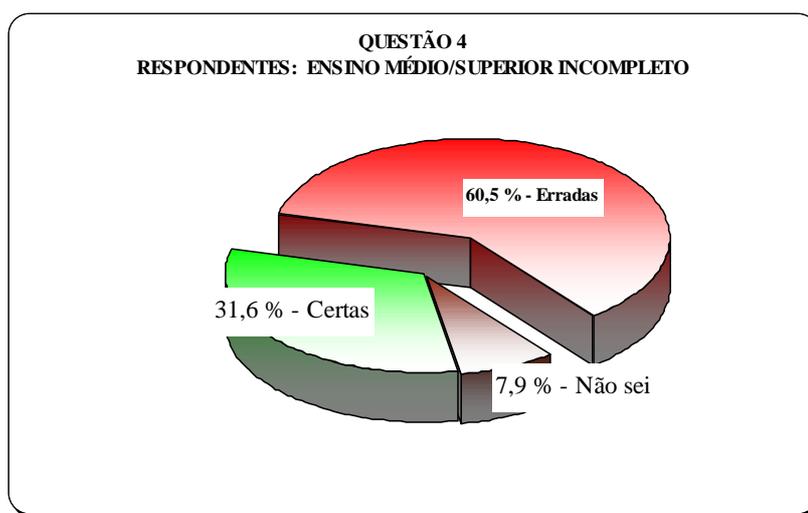


FIGURA 7 – Respostas à Questão 4 (ensino médio/superior incompleto).

Também é uma questão que, apesar de ser mais específica e suscetível de confusões, promoveu uma clara tendência de incremento, bastante significativo, nas respostas equivocadas e um aumento na opção “*não sei*” com 7,9 %. Trata-se de uma questão particularmente interessante haja vista a carga de citações do *efeito estufa*, *chuva ácida* e do buraco na *camada de ozônio* constantemente veiculadas ou publicadas. As confusões podem ter sido causadas pelo fato de que os efeitos são normalmente tratados individualmente sem referências aos efeitos e às causas em conjunto.

Questão 5. A questão 5 do questionário tratava sobre a relação existente entre os combustíveis e os gases poluentes produzidos pelos veículos automotores.

À pergunta: “Qual o combustível que polui mais?”, foram obtidos os resultados apresentados pela FIGURA 8.

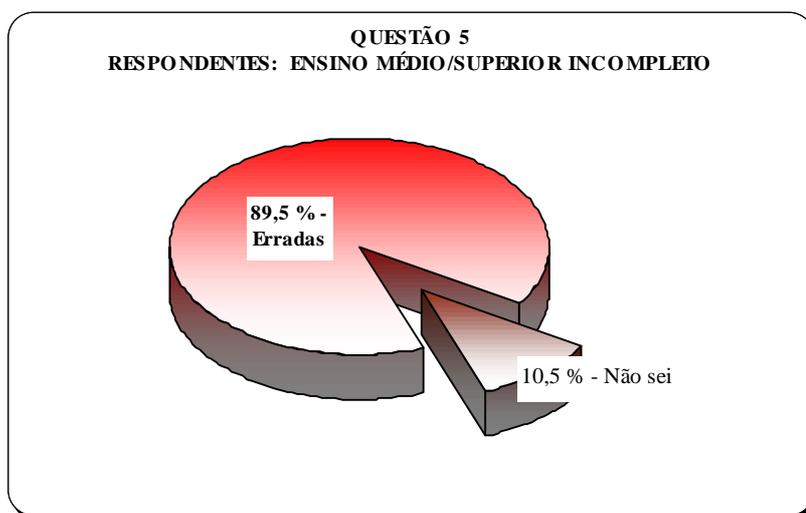


FIGURA 8 – Respostas à Questão 5 (ensino médio/superior incompleto).

O padrão de respostas foi o esperado com elevado índice de respostas erradas pois, certamente, a motivação para tal equívoco deve ser a base na percepção e não na informação técnica. A presença de fumaça escura (visível) na descarga dos motores diesel (MP) conduz à impressão que os efeitos causados por este tipo de motor são mais danosos que àqueles emitidos pelos Otto.

Questão 6. A questão 6 do questionário também tratava sobre a relação existente entre os combustíveis e os gases poluentes produzidos pelos veículos automotores.

À pergunta: “*Quanto de álcool misturado contém a nossa gasolina?*”, foram obtidos os resultados apresentados pela FIGURA 9.

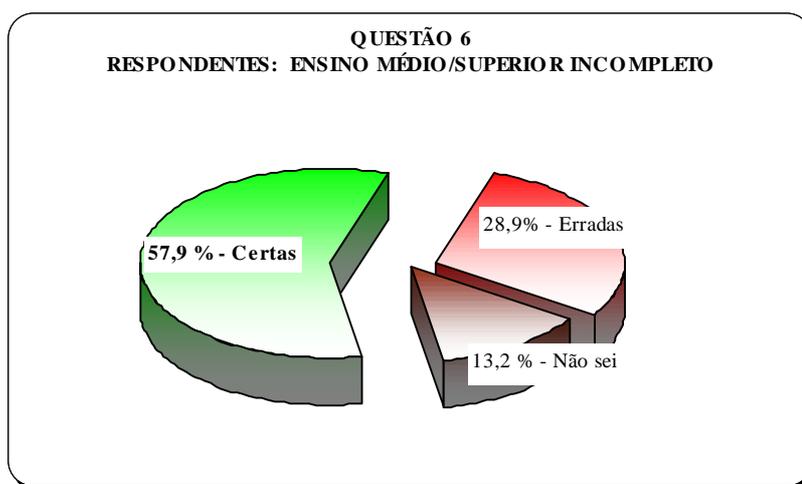


FIGURA 9 – Respostas à Questão 6 (ensino médio/superior incompleto).

O nível de acertos foi aquém do esperado apesar de ser elevado, em contraste com o índice de respostas erradas e da opção “*não sei*” assinaladas, considerando o tempo em que se utiliza no Brasil uma gasolina aditivada com etanol. O resultado remete a um nível de desinformação que deve ser tratado urgentemente, quando se deseja estimular a conscientização ambiental (um dos objetos principais da educação ambiental) para que qualquer programa tenha realmente eficácia.

Questão 7. A questão 7 do questionário também tratava sobre a relação existente entre os combustíveis e os gases poluentes produzidos pelos veículos automotores.

À pergunta: “A adulteração da gasolina brasileira consiste em misturá-la com”, foram obtidos os resultados apresentados pela FIGURA 10.

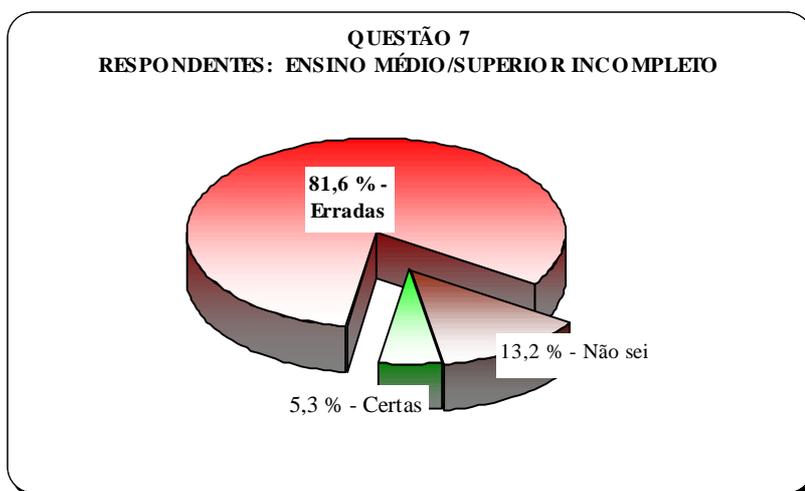


FIGURA 10 – Respostas à Questão 7 (ensino médio/superior incompleto).

Apesar de ser um assunto constantemente explorado pela mídia, o resultado remete a um forte indicativo que as matérias veiculadas não conseguem atingir um grau de informação e/ou de percepção pelo grande público. O fato ganha significância quando quem respondeu de forma equivocada ao questionário é o agente que brevemente estará sofrendo as conseqüências deste desconhecimento, o motorista que deverá ir aos postos de abastecimento de combustível.

Questão 8. A questão 8 do questionário, considerada um pouco mais específica, tratava da relação existente entre o tipo de motor utilizado e os gases poluentes produzidos.

À pergunta: “*Qual o tipo de motor que polui mais?*”, foram obtidos os resultados apresentados pela FIGURA 11.

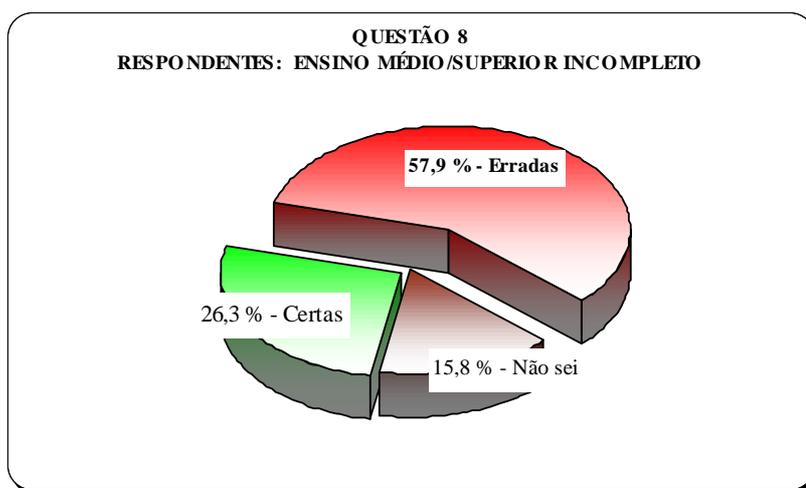


FIGURA 11 – Respostas à Questão 8 (ensino médio/superior incompleto).

Os resultados obtidos, com elevado índice de questões equivocadamente respondidas, estão dentro dos padrões esperados tendo em vista a especificidade do tema.

Questão 9. A questão 9 do questionário, considerada fácil e de fácil dedução, trata da relação existente entre o usuário e o veículo automotor.

À pergunta: “*Como o motorista pode contribuir para reduzir a poluição causada por veículos?*”, foram obtidos os resultados apresentados pela FIGURA 12.

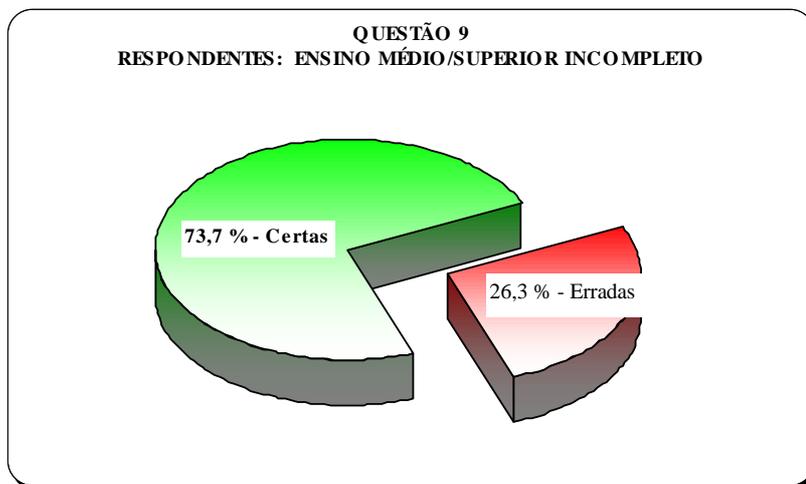


FIGURA 12 – Respostas à Questão 9 (ensino médio/superior incompleto).

Os resultados obtidos, com elevado índice de questões corretamente respondidas estão dentro dos padrões esperados e o índice de erros reflete na sua totalidade não respostas erradas e sim respostas incompletas pois a formulação da questão permitia tal ocorrência.

Questão 10. A questão 10 do questionário, considerada um pouco mais específica, porém de intensa divulgação, trata da relação existente entre dispositivos anti-poluição e o veículo automotor.

À pergunta: “*Qual o dispositivo utilizado no escapamento dos veículos modernos (a partir de 1990) que reduz a emissão de gases poluentes?*”, foram obtidos os seguintes resultados, apresentados pela FIGURA 13.

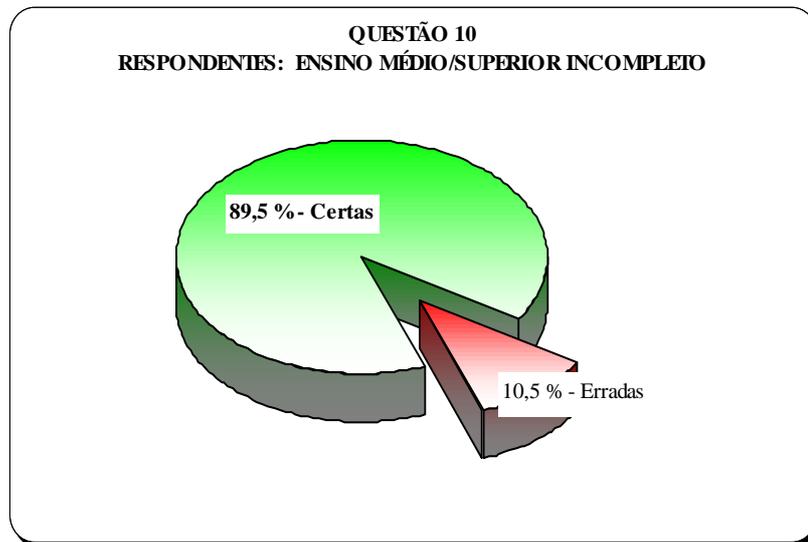


FIGURA 13 – Respostas à Questão 10 (ensino médio/superior incompleto).

Os resultados obtidos, com elevado índice de questões corretamente respondidas estão dentro dos padrões esperados, revelando que o catalisador é o elemento mais conhecido no controle das emissões, haja vista que nas demais questões são tratadas de forma indireta o mesmo tema.

4.3. Grupo de respondentes *com curso superior completo.*

A seguir são analisados os questionários respondidos pelos integrantes do grupo de pessoas com curso superior completo.

Para os integrantes deste grupo de respondentes serão apresentados os resultados de uma análise comparativa com os questionários do grupo anteriormente comentado.

Questão 1. Para a questão 1 do questionário observou-se uma mesma tendência de respostas na opção “*não sei*” com redução do número de questões respondidas de forma errada em favor do incremento das questões certas. As observações feitas na análise da questão 1 são válidas também para este caso. Foram obtidos os seguintes resultados, apresentados pela FIGURA 14.

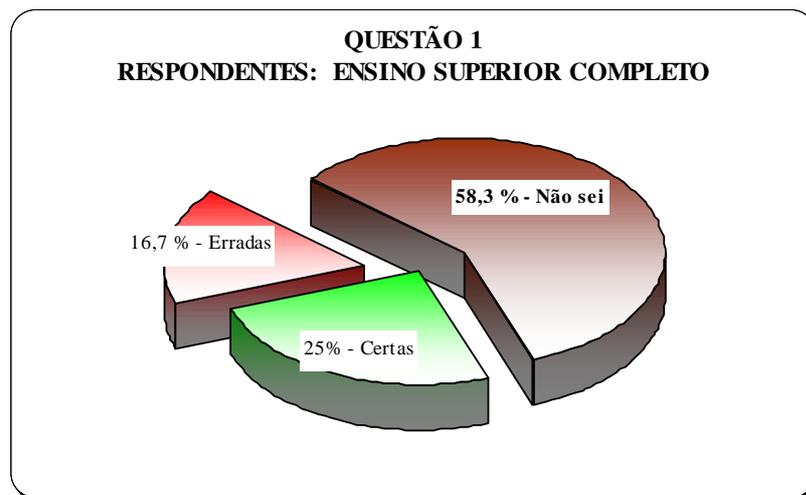


FIGURA 14 – Respostas à Questão 1 (ensino superior completo).

Questão 2. Para a questão 2 do questionário observou-se a totalidade de questões respondidas de forma certa, considerando-se que o grau de dificuldade da mesma não era demasiado e que o tema da questão é normalmente tratado em diversos contextos dos cursos de nível superior, indicando uma eficácia de tratamento e de assimilação total pelo grupo

considerado. Foram obtidos os seguintes resultados, apresentados pela FIGURA 15.

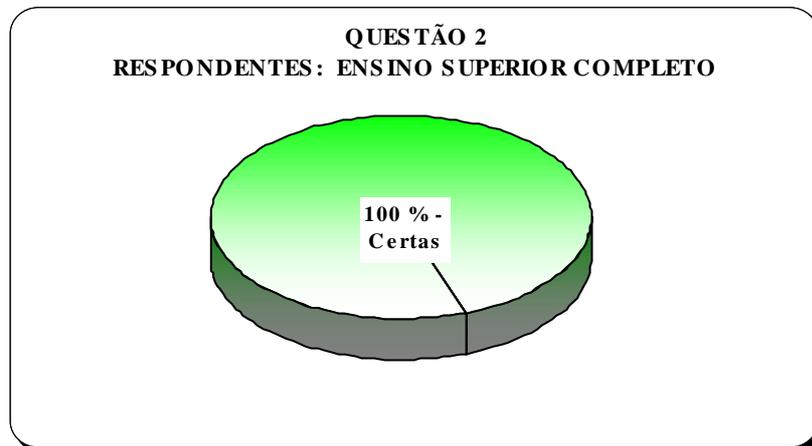


FIGURA 15 – Respostas à Questão 2 (ensino superior completo).

Questão 3. Para a questão 3 do questionário observou-se também a totalidade de questões respondidas de forma certa sendo que as considerações feitas para a questão 2 são também válidas para esta. Os seguintes resultados, para a questão, são apresentados pela FIGURA 16.

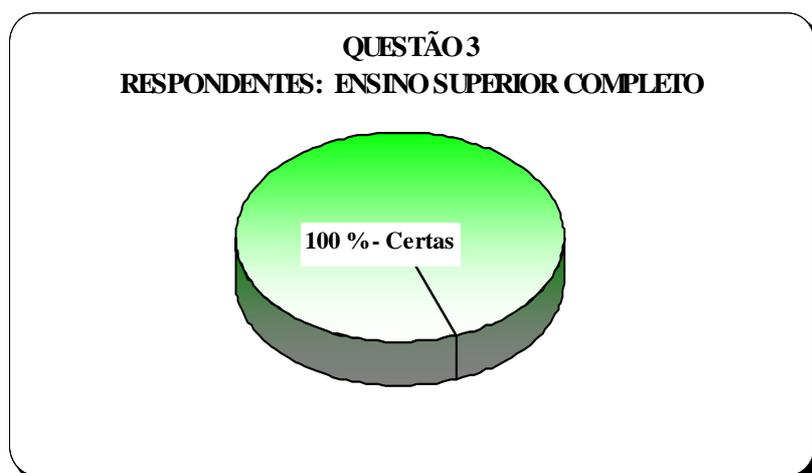


FIGURA 16 – Respostas à Questão 3 (ensino superior completo).

Questão 4. Para a questão 4 do questionário observou-se uma curiosa divisão entre questões respondidas de forma correta e de forma errada, sem a existência da opção “*não sei*”, revelando que as observações feitas para a *questão 4* do grupo anterior são também válidas para este. Os seguintes resultados, para a questão, estão apresentados na FIGURA 17.

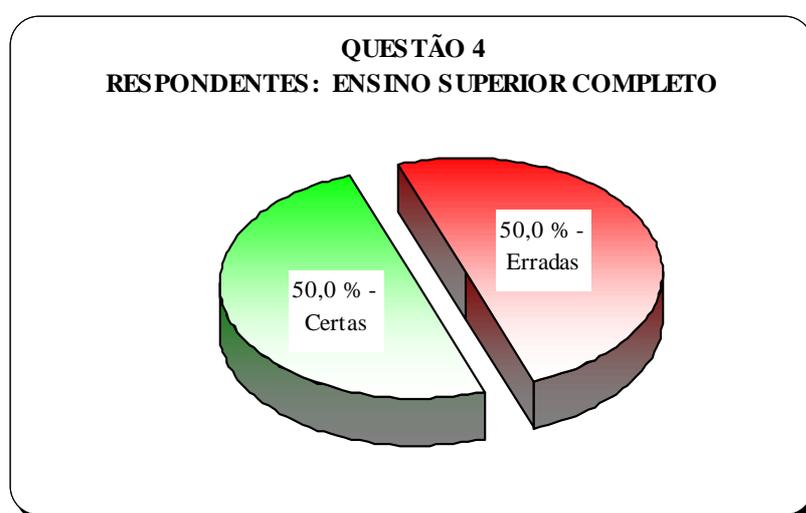


FIGURA 17 – Respostas à Questão 4 (ensino superior completo).

Questão 5. Para a questão 5 do questionário a tendência às respostas equivocadas ficou novamente evidenciada indicando que, para esta questão específica, apesar de o fato dos respondentes possuírem uma escolaridade superior, a percepção é a mesma para ambos os grupos considerados, ou seja, existe o indicativo de que as respostas foram baseadas na percepção e não na técnica, devido à aparência (coloração escura) dos gases de descarga dos veículos diesel.

Os seguintes resultados foram encontrados e são apresentados pela FIGURA 18.

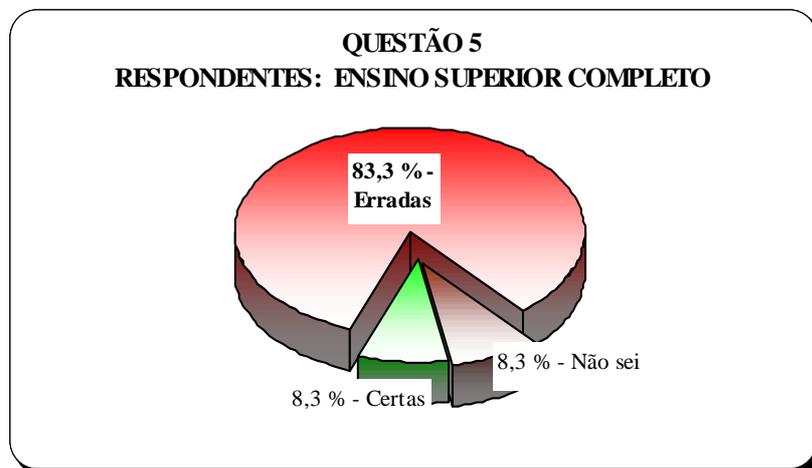


FIGURA 18 – Respostas à Questão 5 (ensino superior completo).

Questão 6. Para a questão 6 do questionário observou-se um maior índice de respostas corretas, nenhum registro da opção “*não sei*”, e menor número de questões erradas, indicando um maior nível de conhecimento a respeito desta questão específica. Os seguintes resultados foram encontrados e são apresentados pela FIGURA 19.

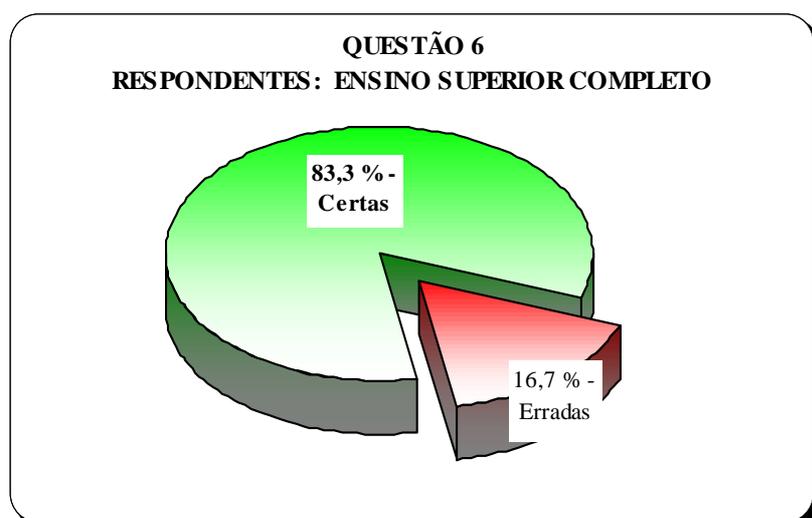


FIGURA 19 – Respostas à Questão 6 (ensino superior completo).

Questão 7. Para a questão 7 do questionário observou-se, para o grupo considerado, um maior índice de respostas corretas, nenhum registro da opção “*não sei*”, e menor número de questões erradas mas o índice é demasiado se considerada a gravidade do assunto, indicando da mesma maneira que as observações tecidas para o grupo anterior são também válidas. Os seguintes resultados foram encontrados e são apresentados pela FIGURA 20.

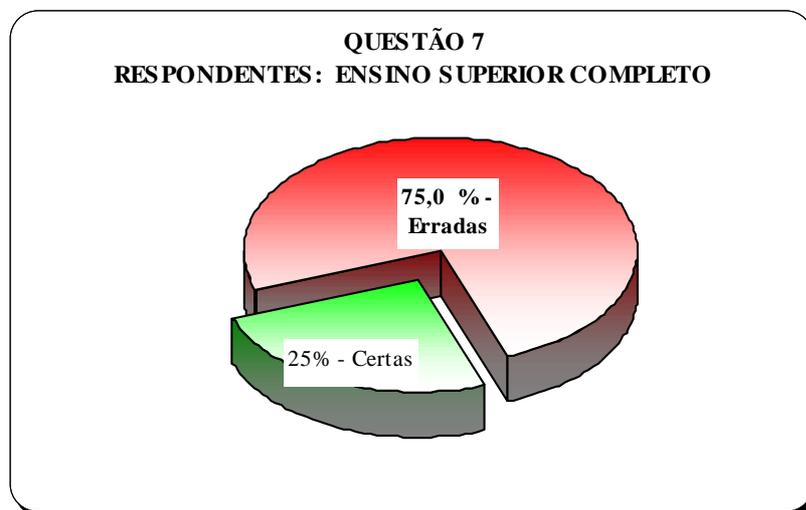


FIGURA 20 – Respostas à Questão 7 (ensino superior completo).

Questão 8. Para a questão 8 do questionário observou-se, para o grupo considerado, um maior índice de respostas corretas se comparadas ao grupo anterior, com aumento significativo da opção “*não sei*”, e menor número de questões erradas. Porém, para a especificidade do assunto o grupo apresentou melhores resultados que o grupo anterior, e demonstra coerência com a questão de nº 5 e podem ser considerados dentro dos padrões esperados. Os seguintes resultados foram encontrados e são apresentados pela FIGURA 21.

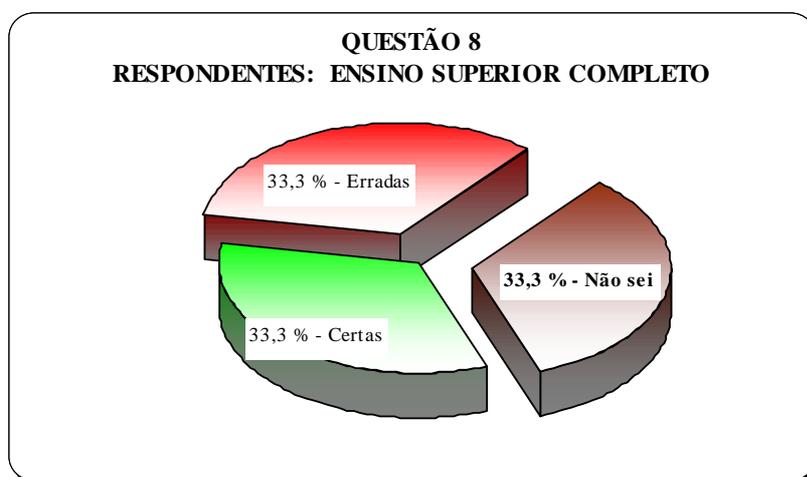


FIGURA 21 – Respostas à Questão 8 (ensino superior completo).

Questão 9. Para a questão 9 do questionário observou-se, para o grupo considerado, um maior índice de respostas erradas se comparadas ao grupo anterior, e menor número de questões corretas, sendo a única questão em que se observou maior índice de erros em relação ao grupo anterior. Os seguintes resultados encontrados e são apresentados pela FIGURA 22.

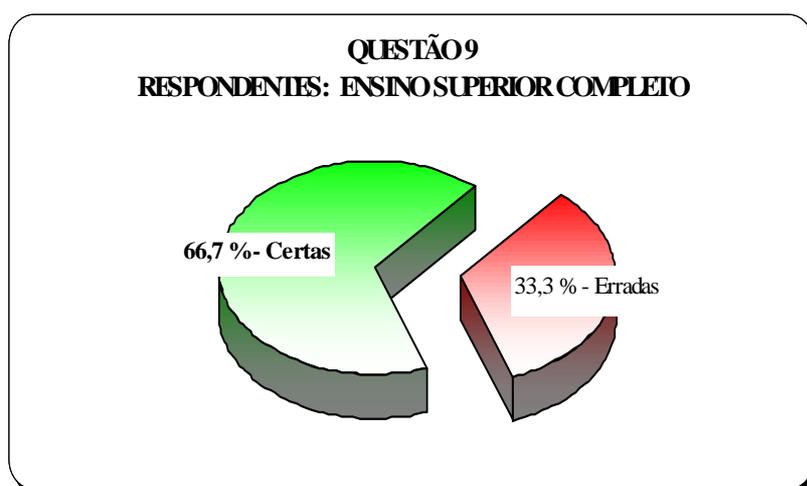


FIGURA 22 – Respostas à Questão 9 (ensino superior completo).

Questão 10. Para a questão 10 do questionário observou-se, para o grupo considerado, um maior índice de respostas corretas se comparadas ao grupo anterior, e menor número de questões erradas, e todas as observações referentes à questão 10 do grupo anterior sugerem ser válidas também para este grupo considerado. Os seguintes resultados foram encontrados e são apresentados pela FIGURA 23.

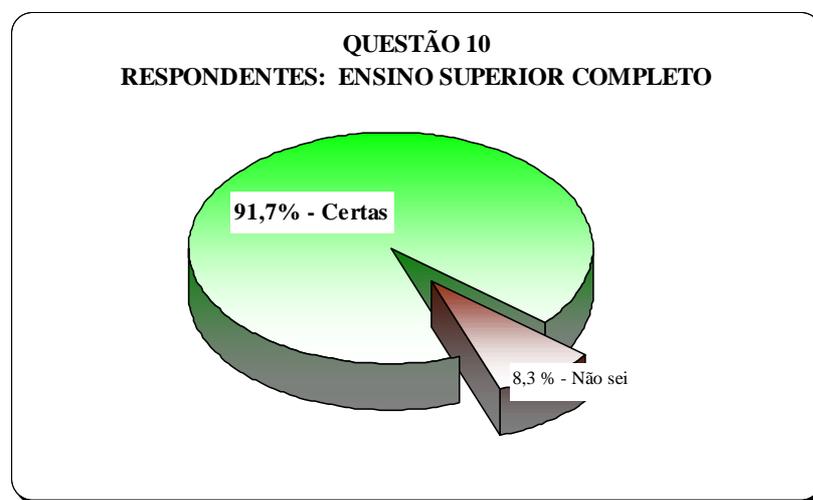


FIGURA 23 – Respostas à Questão 10 (ensino superior completo).

4.4. Comparação entre os questionários respondidos antes e após as palestras

Para permitir uma melhor visualização e análise dos resultados obtidos com a aplicação dos questionários, a seguir apresentam-se reunidas todas as questões em um único gráfico, para cada um dos dois grupos considerados, antes e após as palestras.

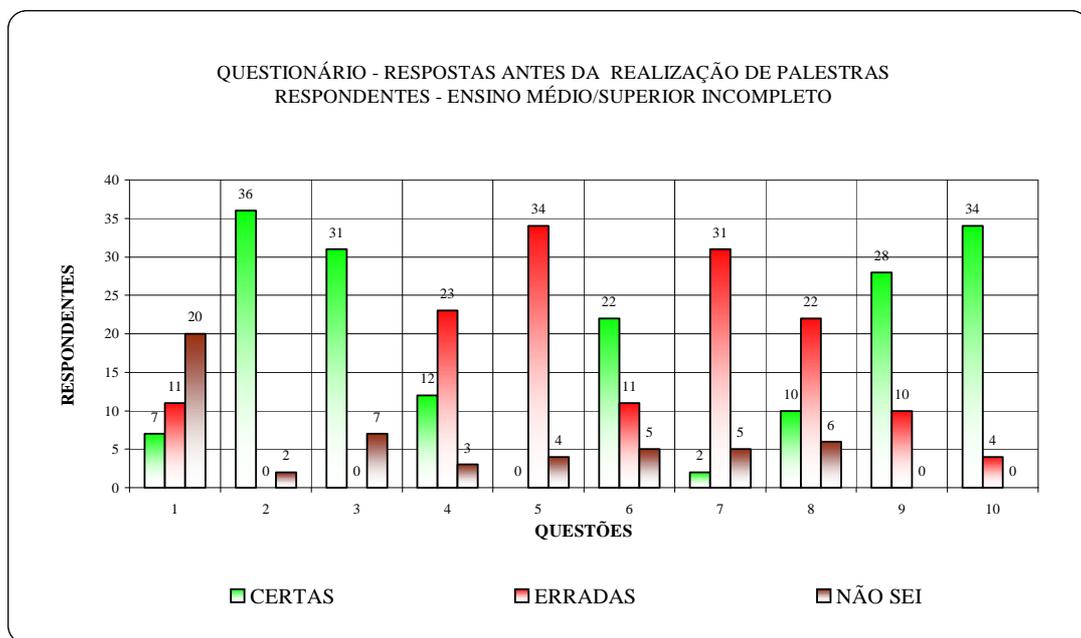


FIGURA 24 – Respostas ao questionário, antes da realização das palestras (ensino médio/superior incompleto).

Um registro que deve ser feito, a partir das respostas apresentadas pelo grupo em questão (curso médio/superior incompleto) e que estão agrupadas e representadas na FIGURA 24, é que existe uma tendência dominante de se arriscar uma resposta certa ao invés de privilegiar a opção “não sei” também disponível. Com exceção da questão de n° 1 (relativa ao PROCONVE) observou-se uma divisão proporcional entre respostas certas e erradas para a maior parte dos respondentes.

Com exceção das questões mais básicas e de conhecimento geral, de amplo domínio e que são tratadas desde o ensino fundamental, como as questões 2 e 3, nas demais questões que estavam mais diretamente relacionadas ao uso de veículos houve uma tendência facilmente observável de ocorrência de *erro* nas respostas.

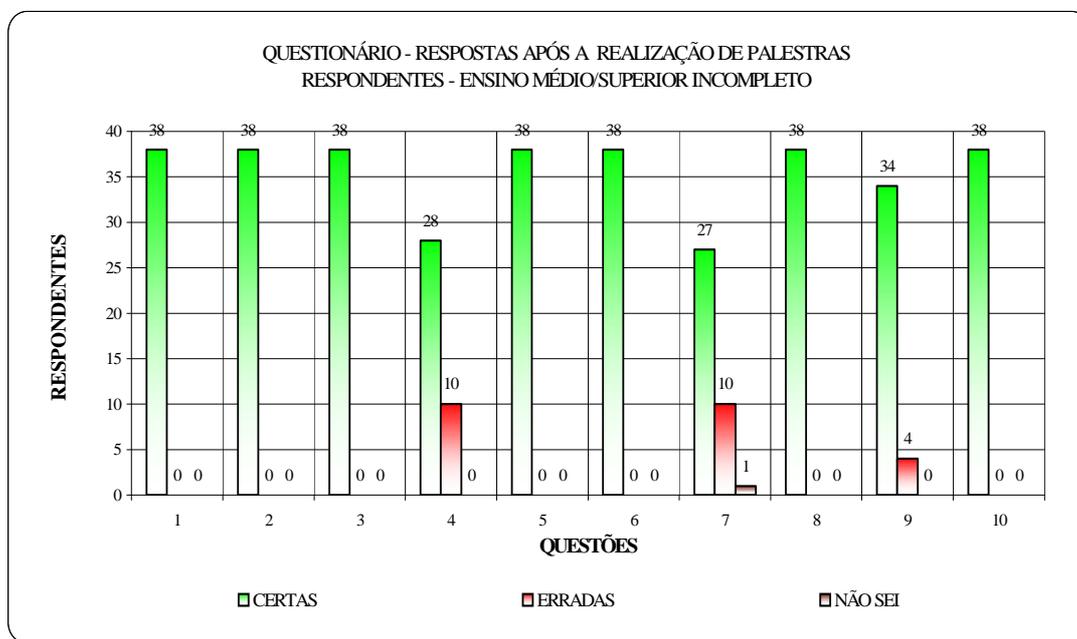


FIGURA 25 – Respostas ao questionário, após a realização das palestras (ensino médio/superior incompleto).

Já a partir da observação da FIGURA 25, pode-se observar um significativo incremento no número de respostas corretas, quando os questionários foram aplicados às turmas que haviam participado das palestras orientativas, o que permite concluir que a escolha da linguagem utilizada nas palestras está correta, facilitando a compreensão do assunto, objeto principal deste trabalho.

Para o outro grupo considerado (curso superior completo), as respostas estão agrupadas nas FIGURAS 26 e 27, apresentadas na seqüência. A análise das respostas apresentadas pelo grupo, quando da aplicação do questionário antes da realização das palestras, permite a observação de uma tendência de incremento da opção “*não sei*” em relação ao grupo anterior, nas questões que exigiam um conhecimento mais técnico

e um incremento proporcional de respostas corretas, sugerindo que as questões ambientais genéricas estão sendo melhor tratadas no ensino superior.

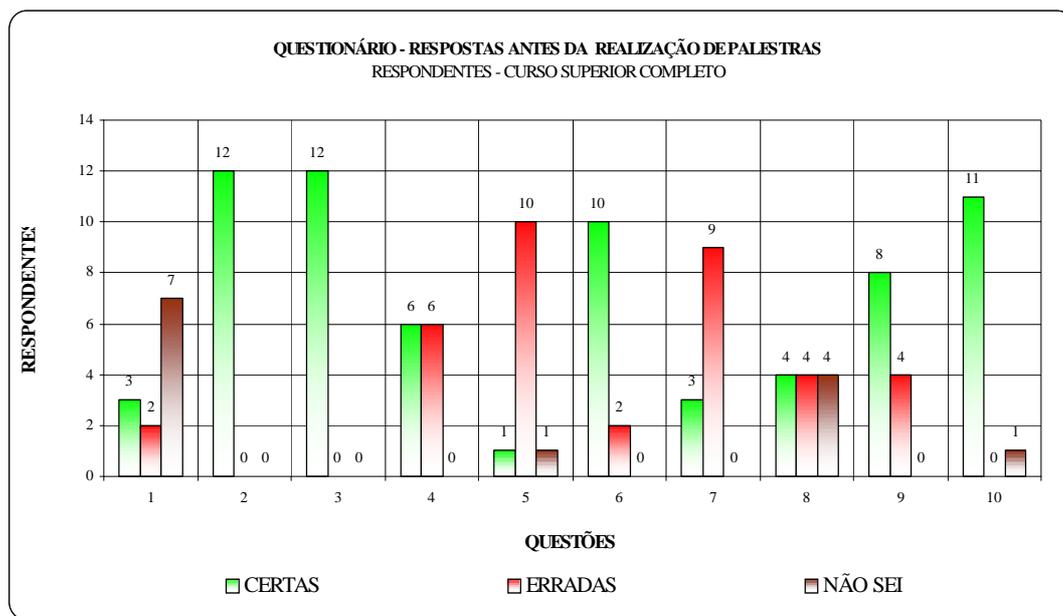


FIGURA 26 – Respostas ao questionário, antes da realização das palestras (ensino superior completo).

Existe, assim, um indicativo de que a consciência ambiental é proporcional ao grau de instrução dos respondentes. Também, as respostas, considerados os dois grupos permitiu observar que existe a necessidade de ajustes nas palestras, para permitir um melhor tratamento de algumas questões como as de n° **4**, **7** e **9**. Mesmo após a realização das palestras houve ainda a ocorrência de respostas erradas nestas questões específicas, sugerindo que os temas devem ser melhor conduzidos para as futuras apresentações que estão programadas, ressaltadas que tratam-se de pontos importantes na formação dos condutores e que dizem respeito imediato com também importantes questões ambientais.

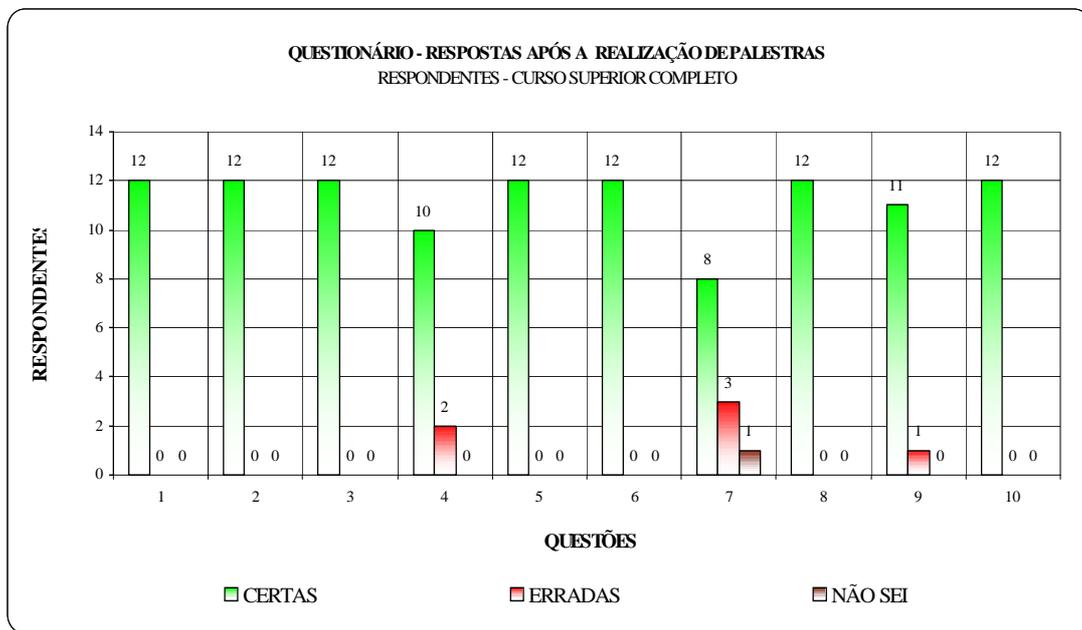


FIGURA 27 – Respostas ao questionário, após a realização das palestras (ensino superior completo).

5. CONCLUSÕES

- Os principais objetivos do trabalho: a aplicação de questionários referentes à utilização do automóvel e as conseqüências ambientais para o início de um diagnóstico acerca desta relação e, a realização de palestras sobre o tema foram plenamente atingidos.
- Em geral o nível de escolaridade, considerados os grupos definidos no trabalho, é proporcional ao nível de conscientização das questões ambientais.
- Apenas em questões mais específicas, mais técnicas, é que não foi constatada diferença de domínio e de percepção dos temas ambientais.
- O índice de respostas corretas nos questionários aplicados após a realização das palestras informativas melhorou significativamente em ambos os grupos considerados no trabalho.
- A educação ambiental deve ganhar, no decorrer desta década, importância no trato das questões relativas ao desenvolvimento sustentável e os educadores, revestidos desta consciência, têm obrigação de incluir em suas disciplinas as noções básicas desta nova realidade.

- Não existem na região campanhas educativas e/ou informativas, como determina o ProNea, de conscientização do potencial de um único indivíduo para contribuição no sentido de buscar o bem estar de todos, principalmente relacionados ao meio ambiente. A conexão existente entre veículos automotores e degradação do meio ambiente não é tratada na região de Santa Maria.

- A realização de palestras como as que são partes integrantes deste trabalho auxiliam sobremaneira no sentido de divulgação destas informações.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES

A realização de um trabalho não deve ser, via de regra, o indicativo de que o mesmo esgotou-se e que não mais se necessitam investigações adicionais por encerrar em si verdades absolutas pois, trabalhos da natureza deste, são meras etapas que devem ser vencidas na busca do bem maior que é o desenvolvimento da ciência.

Durante o desenvolvimento deste trabalho, que ora encerra uma de suas etapas, apresentaram-se por diversas vezes, muitas novas considerações que poderiam tê-lo feito seguir outro rumos.

Uma área tão importante da educação e da ciência, que trata das relações do homem com o meio ambiente e que, por vezes, foi minimizada em seus reais valores ou até mesmo esquecida, reveste-se hoje de uma importância fundamental para os destinos a que o planeta será conduzido.

A idéia fundamental deste trabalho pode servir para a produção de outros de mesmo teor com diversas outras ênfases, pois o tema relacionado ao binômio homem-veículo automotor, com certeza, estará sendo sempre discutido.

A seguir são apresentados alguns tópicos que julga-se importantes e também algumas sugestões para trabalhos futuros e que possam dar a sua contribuição no trato das questões ambientais.

- Produzir materiais informativos que venham a multiplicar ações no sentido de difundir informações técnicas corretas é uma das funções que deveriam ser melhor exploradas pelos técnicos dos Centros de Ensino da Região Central do RS, no auxílio aos instrutores de CFCs.

- Os Centros de Formação de Condutores deveriam incluir em seus cursos, pelo menos, as principais noções de tratos ambientais que um candidato à habilitação deve aplicar quando utilizar o seu veículo.

- A presença de uma Universidade Federal em Santa Maria deveria ser melhor explorada pela mídia da cidade, quando da feitura de matérias sobre as questões ambientais, para evitar divulgação de informações equivocadas ou que possam conduzir a interpretações erradas tendo em vista a importância do tema.

7. BIBLIOGRAFIA

- ACIOLI, J. L. *Fontes de energia*. Brasília, Brasil. Ed. UNB, 1994. 138p.
- ADAMS, O. *Motores Diesel*. Barcelona, Espanha: Editorial Gustavo Gili, 1959. 605p.
- AGUIAR, A.C.S. Combustíveis alternativos para motores diesel. Estado de arte e previsões. In: COMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS NO BRASIL ATUAL: ASPECTOS TÉCNICOS, ECONÔMICOS E AMBIENTAIS. 1990, São Paulo. *Anais ...* São Paulo, SP. Instituto Mauá de Tecnologia, 1990. p. 140-165.
- ANTUNES, P. *Objectivos ambientais e sustentabilidade*. In: Seminário Energia e Ambiente - Metas e Políticas. Associação Portuguesa de Energia. Lisboa, 20 de Maio de 2004.
- AYLESWORTH, T. G. *Poluição do ar e da água*. Rio de Janeiro: E.G. O Cruzeiro, 1971. 135 p.
- BRANCO, S. M. & MURGEL, E. *Poluição do ar*. São Paulo, Brasil. Ed. Moderna, 1995. 88p.
- BOLKAN, S. *Qualidade típica das gasolinas*. In: 4º Curso básico de Combustíveis e Asfaltos. PETROBRÁS/REFAP. Canoas, RS. 1994.
- CÂMARA DOS DEPUTADOS, BR. Gás natural: Uma importante alternativa energética para o Brasil. Relatório de Consultoria Legislativa. MAIO/2004. *Paulo César Ribeiro Lima*. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br>>. Acesso em 10 nov. 2004.
- CAMARGO, M.N. *Estudo do comportamento de um motor de ignição por compressão, trabalhando com óleo diesel e gás natural*. 265p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2003.
- CETESB. *Relatório da Qualidade do Ar no Estado de São Paulo*. 2001. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em 16 out. 2004.

DALÁVIA, D. *Considerações gerais sobre motor a gasolina*. In: 4º Curso básico de Combustíveis e Asfaltos. PETROBRÁS/REFAP. Canoas, RS. 1994.

_____. *Gasolina com MTBE. Tendência futura e experiência no Rio Grande do Sul*. In: 2º Seminário sobre uso e qualidade da gasolina, IBP, Rio de Janeiro, RJ. 1994.

ESTEVES, G.R.T.; BARBOSA, S.R.S.; SILVA, E. P.; ARAÚJO, P.D. *Estimativa dos efeitos da Poluição Atmosférica sobre a Saúde Humana: algumas possibilidades metodológicas e teóricas para a cidade de São Paulo*. SP, 2003. Disponível em: <[http://www.seama.es.gov.br/qualidade do ar](http://www.seama.es.gov.br/qualidade%20do%20ar)>. Acesso em 16 out. 2004.

FARAH, M. A. *Os tipos e a produção de gasolina*. In: 4º Curso básico de Combustíveis e Asfaltos. PETROBRÁS/REFAP. Canoas, RS. 1994.

FEEMA. *Qualidade do ar*. Relatório 2003/Gov.2003. Disponível em <www.feema.rj.gov.br> Acesso em 26 de out. de 2004.

FREIRE, P. *Pedagogia del oprimido*. México: Siglo XXI, 1970.

HEYWOOD, J.B. *Internal combustion engine fundamentals*. New York, USA: Ed. McGraw-Hill, 1997. 930p.

LIMA, L. R.; MARCONDES, A. A. *Álcool carburante - Uma estratégia brasileira*. Curitiba, PR: Ed. Da UFPR, 2002, 248 p.

MACHADO, P.R.M. *Combustão, combustíveis e emissões residuais de veículos automotores*. Notas de aula. Santa Maria, RS. 2004. 154p.

_____. *Avaliação de desempenho do óleo de soja como combustível para motores diesel*. 191 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2003.

MARIANO DA ROCHA, J.S., DILL, P.R.J. *Cartilha Ambiental*. Santa Maria: PALOTTI, 2001, 175 p.

MELCHIORS, D. *Estudo comparativo da qualidade do ar em Porto Alegre utilizando-se diferentes oxigenados na gasolina*. In: 2º Seminário sobre uso e qualidade da gasolina, IBP, Rio de Janeiro, RJ. 1994.

_____. *Emissões em motores de combustão interna*. Apostila técnica. Curso de Extensão em Tecnologia Automotiva. UFRGS. Julho de 2000. 39p.

MERCEDES-BENZ DO BRASIL. *Os veículos comerciais e o meio ambiente*. Engenharia experimental. Relatório técnico. 1989. 25p.

MORALES, A.G. *A arte do afeto na educação ambiental*. In: CONVENÇÃO BRASIL LATINO AMÉRICA, CONGRESSO BRASILEIRO E ENCONTRO PARANAENSE DE PSICOTERAPIAS. 1.,4.,9., Foz do Iguaçu. Anais...

MORRISON, L.H. *Diesel Engines*. New York, USA: McGraw-Hill, 1923. 598 p. 1st Ed.

NOAL, F. O.; REIGOTA, M.; BARCELOS, V. H. L. *Tendências da educação ambiental brasileira*. Santa Cruz do Sul, BR. EDUNISC, 1998. 261p.

OBERT, EDWARD F. *Motores de combustão interna*. Porto Alegre, RS : Editora Globo, 1971. 618p.

PETROBRÁS. *4º Curso Básico de Combustíveis e Asfaltos*. Apostila Técnica. REFAP/BR. Canoas, RS, 1994. 124p.

PETROBRÁS. *MTBE – Aditivo para gasolinas*. Apostila Técnica. REFAP /BR. Canoas, RS, 1996. 223 p.

RAMOS, H. R. *Uma proposta para um plano estratégico de produção e uso do álcool carburante em Cuba*. Paper, SP: USP. 2003. Disponível em: <<http://www.ead.fea.usp.br/tcc/trabalhos/2003>>. Acesso em 26.out.2004.

REIGOTA, M. (org.). *Verde cotidiano: o meio ambiente em discussão*. Rio de Janeiro: DP&A, 2001. 2ª Ed.

RODRIGUES, R. M. *Cidades brasileiras – O passado e o presente*. Ed. Moderna, 2003. 88p.

SEAMA. *Relatório da Qualidade do Ar da Região da Grande Vitória*. ES. 2003. Disponível em: <[http://www.seama.es.gov.br/qualidade do ar](http://www.seama.es.gov.br/qualidade%20do%20ar)>. Acesso em 14 out. 2004.

SCHUMACHER, M.V., HOPPE, J.M. *A floresta e o ar*. Porto Alegre: Palotti, 2000. 108 p.

SGUAREZZI, N. O. *Análise de um programa de formação de recursos humanos em educação ambiental*. MMA/IBAMA/DIPD. Brasília, Brasil. Ed. IBAMA, 1997. 97p.

STONE, R. *Introduction to Internal Combustion Engines*. New York, USA: SAE, 1999. 574 p. 2nd Ed.

UNESCO. *La educación ambiental: Las grandes orientaciones de la conferencia de Tbilisi*. Paris, 1980.

VELASCO, S.L. *Educação Ambiental*. Revista Ed. Ambiental: Vol8, jan/jun. FURG. 2002. Disponível em: <<http://www.fisica.furg.br/mea/remea/vol8/sirio.pdf>>. Acesso em 23 set. 2004.

A N E X O S

ANEXO 1 – EFEITOS DA POLUIÇÃO DO AR NA SAÚDE

POLUENTES	PRINCIPAIS FONTES	EFEITOS NA SAÚDE
Monóxido de carbono (CO)	Veículos	<p>É um gás incolor e inodoro que resulta da queima incompleta de combustíveis e que tem a propriedade de se ligar fortemente à hemoglobina no sangue substituindo o oxigênio. Os sintomas de intoxicação são desconforto físico, náuseas, dor de cabeça, tontura e perda de concentração. Em casos extremos de exposição, em ambiente fechado, este gás pode levar a morte.</p> <p>A elevação dos índices de CO podem resultar em altos níveis de carboxihemoglobina no sangue, que afetam a capacidade de trabalho e de exercício físico em pessoas saudáveis. Resultam, também, em efeitos cardiovasculares e neurocomportamentais adversos, agravando seriamente o quadro de portadores de doenças cardíacas.</p>
Dióxido de enxofre (SO ₂)	Indústrias e veículos movidos a diesel	<p>É um gás extremamente irritante para as mucosas, principalmente dos olhos, nariz e do sistema respiratório superior. Resulta da queima de combustíveis que contém enxofre, especialmente o óleo diesel. Em combinação com a água e o oxigênio do ar, transforma-se em ácido sulfúrico. Provoca tosse, sensação de falta de ar, respiração curta, rino-faringites, diminuição da resistência orgânica às infecções, bronquite crônica e enfisema pulmonar. Os casos fatais estão associados a edema, congestão e hemorragia pulmonares.</p>
Ozônio (O ₃)	<p>Oxidantes fotoquímicos: São produtos de oxidação que resultam de uma série de reações fotoquímicas que ocorrem na atmosfera. Eles são formados em consequência da incidência da luz solar sobre os hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio e de outros poluentes, formando o “smog” fotoquímico.</p>	<p>É o principal produto do ciclo fotoquímico. Por ser um gás extremamente tóxico pode causar sérios efeitos mesmo em baixa concentração. Pode provocar irritação dos olhos, nariz e garganta, envelhecimento precoce da pele, náusea, dor de cabeça, tosse, fadiga, aumento de muco, diminuição da resistência orgânica às infecções e agravamento de doenças respiratórias.</p> <p>O alvo potencial do ozônio é o pulmão. Em concentrações superiores ao padrão de qualidade do ar observa-se redução da função respiratória, diminuição da resistência a infecções respiratórias e inflamação do pulmão. Em regiões com grande número de veículos e baixa dispersão dos poluentes, a saúde das pessoas é seriamente prejudicada, especialmente nos casos dos indivíduos mais sensíveis. Os efeitos da exposição ao ozônio são mais pronunciados durante exercícios físicos, quando pode ocorrer uma sensível redução da capacidade respiratória. É por esta razão que em dias muito poluídos não é recomendável praticar exercícios. Causa envelhecimento precoce.</p>

ANEXO 1 – EFEITOS DA POLUIÇÃO DO AR NA SAÚDE (continuação..)

Material particulado (MP)	Veículos movidos a diesel, indústrias e desgaste dos pneus e freios dos veículos em geral. Ressuspensão de poeiras já assentadas.	Resulta da queima incompleta de combustíveis e de seus aditivos, de processos industriais e do desgaste de pneus e freios. O MP emitido juntamente com os gases de exaustão, principalmente pelos veículos diesel, serve de meio de transporte para outras substâncias, como hidrocarbonetos e metais. Que se agregam às partículas. Devido ao seu tamanho diminuto (0,5 micra), pode atingir os alvéolos pulmonares, que se constituem na região mais profunda do sistema respiratório. Há fortes evidências de que as partículas dos veículos diesel, que formam a “fumaça preta”, tem potencial cancerígeno e mutagênico. Entre os sintomas relacionados com a inalação do MP estão as alergias, asma, bronquite crônica e agravamento de sintomas produzidos por outros poluentes, em especial os óxidos de enxofre.
Hidrocarbonetos (HC)	Queima incompleta e evaporação dos combustíveis (álcool, gasolina e diesel) e outros produtos voláteis.	São gases e vapores resultantes da queima incompleta e evaporação de combustíveis e outros produtos voláteis, sendo os combustíveis fósseis os principais responsáveis pela produção de HC não queimados e de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA). Estudos demonstraram que as pessoas que habitam ao longo de vias com alta densidade de tráfego inalam diariamente quantidades consideráveis de HC, principalmente os HPA, relacionados com o aumento de incidência de câncer de pulmão. São irritantes dos olhos, nariz, pele e trato respiratório superior. Diversos hidrocarbonetos, como o benzeno, são cancerígenos e mutagênicos, não havendo para estes uma concentração ambiente totalmente segura.
Aldeídos	Veículos	Irritação dos olhos, nariz e garganta. Os aldeídos emitidos por veículos a diesel e gasolina podem provocar o câncer.
Óxido de nitrogênio e Dióxido de nitrogênio (NO e NO ₂)	Processo de combustão em geral.	O óxido de nitrogênio (NO) tem capacidade de se oxidar rapidamente (processo de combinação de uma substância com o oxigênio), formando o dióxido de nitrogênio (NO ₂), um gás extremamente irritante, sendo capaz de produzir irritação dos olhos e nariz. Pode causar aumento de mortalidade por infecção, alterações celulares e desconforto respiratório. Seres humanos expostos acidentalmente a altas concentrações de NO ₂ produziram edema pulmonar agudo, broncopneumonia química e morte. O NO ₂ , além de irritar olhos e mucosas em geral, provoca um tipo de lesão denominado enfisema pulmonar. Nos pulmões, é precursor de algumas substâncias consideradas cancerígenas como as nitrosaminas. Uma vez transferido ao sangue o NO ₂ pode causar grave anemia.

ANEXO 2 – Especificações técnicas para o óleo diesel:

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	LIMITES		MÉTODOS	
		TIPOS		ABNT	ASTM
		Interior (B)	Metropolitano (D) (1)		
APARÊNCIA					
Aspecto		Límpido, isento de impurezas		Visual (2)	
Cor ASTM, máx		3,0 (3)	3,0	NBR 14483	D 1500
COMPOSIÇÃO					
Enxofre total, máximo	% massa	0,35	0,20	- - NBR 14533	D 1522 D 2622 D 4294
VOLATILIDADE					
Destilação	° C				
50% vol., recup., máx.		245,0 – 310,0		NBR 9619	D 86
85% vol., recup., máx.		370,0	360,0		
Massa específica a 20 °C	kg/m ³	820 – 880	820 - 865	NBR 7148 NBR 14065	D 1298 D 4052
Ponto de fulgor, mínimo	° C	38,0		NBR 7974 NBR 14598	D 56 D 93
					D 3828
FLUIDEZ					
Viscosidade a 40°C	cSt (mm ² /s)	2,5 a 5,5		NBR 10441	D 445
Ponto de entupimento de filtro à frio	° C	(4)		NBR 14 747	D 6371
COMBUSTÃO					
Número de cetano, mín. (5)	-	42		-	D 613
Resíduo de carbono Ramsbotton no resíduo dos 10% finais da destilação, máximo.	% massa	0,25		NBR 14 318	D 524
Cinzas, máximo	% massa	0,020		NBR 9842	D 482
CORROSÃO					
Corrosividade ao cobre, 3h a 50°C, máximo	-	1		NBR 14359	D 130
CONTAMINANTES					
Água e sedimentos, máx.	% volume	0,05		NBR 14647	D 1796

* Adaptado de: Portarias nº 310 ANP, de 27/12/2001; nº 162 ANP de 11/09/2002 e nº 130 ANP de 13/08/2002.

- (1) O óleo diesel Metropolitano deverá ser obrigatoriamente comercializado nos municípios relacionados no Anexo I da PANP 310/2001, conforme determinação do Ministério do Meio Ambiente.
- (2) A visualização será realizada em proveta de vidro, conforme a utilizada no Método NBR 7148 ou ASTM D 1298.
- (3) As Refinarias, Centrais de Matérias-Primas Petroquímicas, Importadores e Formuladores de óleo diesel automotivo deverão atender às exigências referentes à adição de corante a partir de 01/01/2003.
- (4) Limites conforme Tabela II da PANP 310/2001.
- (5) Alternativamente ao ensaio de NC fica permitida a determinação do IC calculado pelo Método ASTM D 4737, com valor mínimo de 45. Em caso de desacordo de resultados prevalecerá o valor do Número de Cetano.

ANEXO 3 – QUESTIONÁRIO UTILIZADO NO TRABALHO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL

ATENÇÃO: As perguntas, a seguir, podem ter mais de uma resposta certa. Por favor, marque aquelas que você sabe e as que você não sabe marque apenas a opção “não sei”. Esta é apenas uma pesquisa, **não deve** ser identificado o seu nome. Pedimos apenas a sua colaboração, respondendo de forma responsável para que o resultado seja confiável.

Marque o seu grau de escolaridade:

Ensino Fundamental Ensino Médio Superior

1. Qual o nome do **Programa brasileiro** que controla a poluição produzida pelos motores de veículos?

- PROEMISSÕES
 PROCONVE
 PROVEICULAR
 Não sei

2. Quais os gases produzidos pelos veículos que são mais nocivos à **saúde humana**?

- Monóxido de Carbono, CO**
 Oxigênio, O₂
 Hidrogênio, H₂
 Todos
 Não sei

3. Quais os gases produzidos pelos veículos que são mais nocivos ao **meio ambiente**?

- Dióxido de Carbono, CO₂**
 Água, H₂O
 Nitrogênio, N₂
 Todos
 Não sei

4. Qual dos efeitos abaixo são mais agravados pelos gases produzidos por veículos?

- Chuva ácida
- Efeito estufa
- Buraco na camada de ozônio
- Todos acima**
- Não sei

5. Qual combustível polui mais?

- Gasolina**
- Álcool (etanol)
- Diesel
- Todos acima poluem igualmente
- Não sei

6. Quanto de álcool (etanol) misturado existe na nossa gasolina?

- 60 %
- 40 %
- 25 %**
- Não contém nada de álcool
- Não sei

7. A adulteração da gasolina brasileira consiste em misturá-la com:

- Solventes
- Querosene
- Óleo Diesel
- Todos eles**
- Não sei

8. Qual o tipo de motor que polui mais?

- Motor dois tempos**
- Motor quatro tempos
- Diesel
- Todos acima poluem igualmente
- Não sei

9. Como o motorista pode contribuir para reduzir a poluição causada por veículos?

- Mantendo o motor sempre bem regulado
- Usando combustível de boa qualidade
- Usando lubrificantes e filtros de boa qualidade
- Todas as opções estão corretas**
- Não sei

10. Qual o dispositivo utilizado no escapamento dos veículos modernos (a partir de 1990) que reduz a emissão de gases poluentes?

- Abafador
- Silenciador
- Catalisador**
- Coletor
- Não sei

ANEXO 4

Palestra: O uso do automóvel e as emissões de gases poluentes.