



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E SOCIAIS APLICADAS  
CAMPUS VII – GOVERNADOR ANTÔNIO MARIZ  
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS EXATAS

ROSINEIDE DOS SANTOS GUIMARÃES

OS EFEITOS DOS GASES POLUENTES NO AR ATMOSFÉRICO DOS GRANDES  
CENTROS URBANOS SOB ALTAS CONCENTRAÇÕES DE VEÍCULOS  
AUTOMOTORES.

Patos – PB

2013

ROSINEIDE DOS SANTOS GUIMARÃES

OS EFEITOS DOS GASES POLUENTES NO AR ATMOSFÉRICO DOS GRANDES  
CENTROS URBANOS SOB ALTAS CONCENTRAÇÕES DE VEÍCULOS  
AUTOMOTORES.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Exatas da Universidade Estadual da Paraíba, UEPB – Campus VII – Governador Antônio Mariz, como parte dos requisitos para obtenção do título de licenciado em Ciências Exatas, com habilitação em Química.

Orientador: Prof. Luciano Lucena Trajano.

Patos – PB

2013

UEPB - SIB - Setorial - Campus VII

G963e Guimarães, Rosineide dos Santos.  
Os efeitos dos gases poluentes no ar atmosférico dos grandes centros urbanos sob altas concentrações de veículos automotores [manuscrito] / Rosineide dos Santos Guimarães. – 2014.  
60f. : il. color.

Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Exatas) – Universidade Estadual da Paraíba Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas, 2014.  
“Orientação: Prof. Esp. Luciano Lucena Trajano, CCEA”.

1. Gases Poluentes. 2. Contaminação do ar atmosférico. 3. Preservação ambiental. 4. Poluição de veículo automotor. I. Título.

21. ed. CDD: 363.739 2

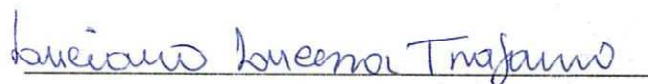


ROSINEIDE DOS SANTOS GUIMARÃES

OS EFEITOS DOS GASES POLUENTES SOBRE O AR ATMOSFÉRICO DOS  
GRANDES CENTROS URBANOS COM ALTAS CONCENTRAÇÕES DE VEÍCULOS  
AUTOMOTORES

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO, APROVADO EM 04 DE 09 DE 2013

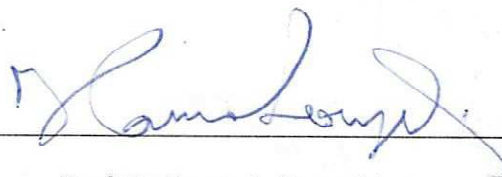
BANCA EXAMINADORA



Prof. Luciano Lucena Trajano  
Orientador  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profª Drª Soraya Carvalho de Souza  
Examinadora  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr Ilauro de Souza Lima  
Examinador  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Ao Pai Celestial, que sempre me provou sua existência. Ao meu esposo Marcus e nossas filhas Laura e Ana Luiza que tiveram seu tempo subtraído e nunca me negaram estímulo.

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

Para a realização desse curso e trabalho, a participação de muitas pessoas foi indispensável. Das quais destaco:

Meus pais, Antônio Mariano dos Santos e Iracema Ana dos Santos (In memória), que apesar de ter falecido muito antes que eu concluísse o ensino fundamental, sempre me aconselhou a ir a diante nos estudos já que ela não teve essa oportunidade.

A todas irmãs, Lindaci, Lucineide, Lucicleide, Luciene, Lucinalva e Lucileide, que moram no meu coração.

Meu esposo Marcus Vinicius Cabral Guimarães, que sempre esteve ao meu lado desde o início deste curso, sempre me fez ir além, o meu muito obrigado.

Meu orientador Prof. Luciano Lucena Trajano, que me acompanhou desde o início do curso e sempre foi um exemplo de perseverança, nunca me negou apoio, o meu muito obrigado.

Todos os professores que me ensinaram. Em especial ao Prof. Dr. Ilauro de Souza Lima, que sempre se dispôs a me mostrar que eu podia fazer mais e melhor.

À coordenação do curso, em especial a Prof<sup>a</sup> Dra. Soraia Cavalho de Souza.

Ao missionário de “A Igreja de Jesus Cristo dos Santos dos Últimos Dias”, Elder COOMBS por ter me ajudado no processo de tradução do resumo.

Aos engenheiros colaboradores nas entrevistas. Prof. Dr Carlos Roberto (Universidade Federal de Viçosa - UFV) e ao MSc. Aluce Nóbrega (Universidade Federal da Paraíba – UFPB).

Às turmas das quais tenho feito parte ao longo desses anos, em especial, a minha turma e toda equipe que compõe a UEPB (Universidade Estadual da Paraíba) no Campus VII.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades,  
lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram  
conquistadas do que parecia impossível.”

*Charles Chaplin*



## RESUMO

GUIMARÃES, R. S. **Os efeitos dos gases poluentes no ar atmosférico dos grandes centros urbanos sob altas concentrações de veículos automotores.** 2013. 58 f. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Paraíba, 2013.

O equilíbrio de todo planeta pode ser afetado diretamente caso haja um desequilíbrio na saúde do ar atmosférico. Observando-se esta relação de dependência, pode-se perceber que toda a Terra poderá ser afetada drasticamente se o ar sofrer qualquer tipo de contaminação. O objetivo desse trabalho é a pesquisa sobre a emissão dos gases poluentes pelos motores leves e pesados, na saída do escapamento de veículos de passeio e de carga, quando esses abastecidos com álcool, gasolina ou óleo diesel, analisando-se assim o impacto de cada um desses combustíveis no que se refere à liberação de gases poluentes para a atmosfera. Sabemos que alguns manejos da agricultura e o funcionamento de alguns tipos de indústrias possuem uma alta contribuição para as altas taxas de gases poluentes, porém, não superam a quantidade produzida pelos veículos de passeio e de carga, principalmente nos grandes centros urbanos como é o caso de São Paulo, Cidade do México, Roma, Los Angeles, Nova Iorque entre outros lugares onde a população é maior do que o espaço planejado. Para a obtenção de informações coerentes sobre o tema proposto foi realizada uma pesquisa em fontes bibliográficas, bem como a aplicação de duas entrevistas, uma a um Engenheiro Mecânico e outra a um Engenheiro Florestal. Um tratou de problemas gerados a partir da queima dos variados combustíveis bem como as soluções que já são oferecidas. O outro tratou das propostas de soluções que já estão sendo implantadas para amenizar os efeitos drásticos que a permanência das emissões traz para as regiões afetadas. Medidas de prevenção como o uso de catalisadores, combustíveis considerados limpos, leis e normas de proteção às grandes áreas de concentração de veículos automotores já são implantados há muito tempo, porém, os resultados ainda não são satisfatórios como se espera.

**PALAVRAS CHAVE:** *Gases poluentes, Combustíveis, Medidas de prevenção, Veículos.*

## **ABSTRACT**

**GUIMARÃES, R. S. The effects of gaseous pollutants in atmospheric air from large urban centers under high concentrations of automotive vehicles. 2013. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Paraíba, 2013.**

The balance of every planet can be directly affected in the case of an unbalance in the health of the air in the atmosphere. Observing this dependent relationship, it can be seen that all the earth could be affected drastically if the air suffers any type of contamination. The object of this work is a survey of pollutant gas emission by light and heavy motors, from the exhaust pipe of both family and cargo vehicles, when filled with alcohol, gasoline or diesel oil, analyzing the performance of each of these combustive in the output of pollutants gases into the atmosphere, we know that a few agriculture habits and the working of a few industries have a high contribution to the high taxes of pollutants gases, however, they don't surpass the quality produced by family and cargo vehicles, principally in the great urban centers such as in the case of São Paulo, Mexico City, Rome, Los Angeles, New York City and other places where the population is greater than the planned space. To obtain the coherent information about the proposed theme, a survey in bibliographic fonts was realized, like in the case of two interviews, one of a mechanical engineer and the other of an environmental engineer. One treated the problems created by burning the various combustive as well as solutions already offered. The other treated proposed solutions that are already being used to limit the drastic effects in affected regions bought by the stagnate emissions. Acts of prevention like the use of catalysts, clean combustive, laws and norms of protection in great areas of automobile vehicles concentration have already been in affect for a long time, however, the results aren't as satisfactory as we had hope.

**Keywords:** pollutant gases, combustive, acts of protection, vehicles.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Como é formada a poluição do ar .....	16
Figura 2 – Cenário típico de um ambiente com a presença do <i>SMOG</i> .....	18
Figura 3 e 4 – Pessoas infectadas por doenças respiratórias causadas por agentes poluentes suspensos no ar .....	20
Figura 5 – Efeitos da chuva ácida sobre um monumento .....	23
Figura 6 – Árvores afetadas pela chuva ácida .....	27
Figura 7 – Peixes mortos pela acidez da água .....	28

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Emissões combinadas de poluentes do ar nos Estados Unidos e Canadá pelos vários setores. -----	17
Quadro 2 – Combustíveis e compostos emitidos na sua queima -----	28
Quadro 3 – Tempo de residência e composição média de alguns gases na atmosfera -----	31
Quadro 4 – Emissão de poluentes por tipo de motor -----	34
Quadro 5 – Quantidade de CO <sub>2</sub> emitido para a atmosfera no ano 1999 -----	38
Quadro 6 – Estimativa de emissões de poluentes em Cubatão (1000 t/ano) em 2003 -----	39

## LISTA DE REDOÇÕES

$(\text{CH}_3)_2\text{S}$  – Dimetil-sulfureto

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CET – Companhia de Engenharia e Tráfego

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

$\text{CH}_3\text{SH}$  – Methanethiol

$\text{CH}_3\text{SSCH}_3$  – Dimetil-sulfeto

$\text{CH}_4$  – Metano

$\text{CO}_2$  – Dióxido de carbono

COD – Carbono Orgânico Dissolvido

COD – Carbono Orgânico Dissolvido

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COVs – Compostos Orgânicos Voláteis

COVs – Compostos Orgânicos Voláteis

CREA – Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura

GNV – Gás Natural Veicular

$\text{H}_2\text{SO}_4$  – Ácido Sulfúrico

$\text{HNO}_3$  – Ácido nítrico

MMA – Ministério do Meio Ambiente

NBR – Norma Brasileira de regulamentação

$\text{NH}_3$  – Amônia

NIO – Óxido de níquel

NIS – Sulfeto de níquel-

NO – Óxido Nítrico

$\text{NO}_x$  – Óxidos de nitrogênio

$\text{O}_3$  – Ozônio

OMS – Organização Mundial da Saúde

ppb – Partes Por Bilhão

ppmv – Partes Por Milhão em Volume

PRONAR – Programa Nacional de Controle do Ar

RCHO – Aldeídos

*SMOG* – Fumaça

SNOX – Processo para a remoção do Óxido Nítrico

SO<sub>2</sub> – Dióxido de enxofre

UFPB – Universidade Federal da Paraíba

UFV – Universidade Federal de Viçosa

UV – Ultra Violeta

## SUMÁRIO

### LISTA DE FIGURAS

### LISTA DE QUADROS

### LISTA DE REDUÇÕES

### INTRODUÇÃO

13

### CAPÍTULO I – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

15

#### 1.1. A origem da poluição do ar

15

#### 1.2. O que significa *SMOG*

17

#### 1.3. Características de uma cidade sujeita ao *SMOG* fotoquímico

18

#### 1.4. Danos à saúde humana causados pelo *SMOG*

19

#### 1.5. Medidas tomadas para reduzir a formação de *SMOG* fotoquímico na atmosfera

21

#### 1.6. Chuva ácida

22

##### 1.6.1. A chuva ácida e a saúde do homem

22

##### 1.6.2. Aquecimento global

23

##### 1.6.3. Métodos de redução do dióxido de enxofre

24

##### 1.6.4. Alguns efeitos da chuva ácida e do *SMOG* fotoquímico sobre a Natureza

26

### CAPITULO II

30

#### 2.1. Algumas medidas tomadas para reduzir os impactos dos gases poluentes

30

#### 2.2. As conseqüências previstas por ambientalistas.

30

### CAPITULO III

36

#### 3.1. Metodologia

36

### CAPITULO VI – RESULTADOS E DISCUSSÕES

37

#### 4.1. O presente trabalho utilizou os seguintes instrumentos: entrevista semi-estruturada e pesquisa quantitativa

37

##### 4.1.1. Discussão das informações na pesquisa bibliográfica

37

##### 4.1.2. Discussão do questionário aplicado ao Engenheiro Mecânico

40

##### 4.1.3. Discussão do questionário aplicado ao Engenheiro Florestal

41

### CAPITULO V – CONCLUSÃO

43

### REFERÊNCIAS

45

### ANEXOS

47

## INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos trouxeram também o aumento no consumo de energia, resultado da maior demanda nas necessidades individuais e coletivas. O uso em excesso de combustíveis fósseis tem gerado grandes problemas ao equilíbrio do ar atmosférico, entre eles estão a presença da chuva ácida e o aquecimento global, problemas acentuados devido ao desenvolvimento de todos os países, principalmente os que localizam-se na Europa e América do Norte. É comum vermos grandes fluxos de veículos nos grandes centros urbanos, a concentração de milhares de veículos gera toneladas de gases poluentes por dia, tornando-se o principal fator de degradação da qualidade do ar. A combustão incompleta nos veículos automotores é a principal causa da poluição atmosférica, (CAYRES, 2006).

A norma de regulamentação de poluentes no Brasil é a NBR 660, Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT 2005), sendo considerados poluentes os gases CO (óxido de carbono), HC (como o metano), NO<sub>x</sub> (soma de dióxido nítrico (NO<sub>2</sub>) e óxido nítrico (NO) e RCHO (aldeídos). O dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) embora seja um gás estufa, não é considerado um poluente. Hoje a sustentabilidade é uma necessidade evidente nas diversas regiões do mundo, principalmente por conta do aumento da população. Para que ela se torne real, é preciso que o meio de locomoção mais usado, que são os veículos automotores, use combustíveis considerados limpos e de alta eficácia. Os transportes coletivos precisam ser adequados as novas opções de energias limpas ou menos agressivas como o álcool, biodiesel e o gás natural que, sendo usados individualmente, agridem o ar com menores proporções.

O Brasil possui dimensões continentais, com características socioeconômicas e geográficas bem diferentes, marcados por grandes contrastes sociais e econômicos, sendo assim, pode optar pela produção de recursos energéticos sustentáveis, produzindo assim o biodiesel a partir do milho, soja, mamona, entre outras. O álcool, produzido a partir da cana-de-açúcar, o gás natural, que extraído junto do petróleo. Combustíveis que podem passar a ser usados de forma adequada, causando assim menos impacto ambiental, submetendo-se a um controle estabelecido pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

Entre os combustíveis mais poluentes, o diesel está no topo da lista, se fossem considerados todas as perdas ambientais, infra-estruturais e governamentais do seu uso, concluir-se-ia que o uso do mesmo custa um preço alto para todo planeta.



As indústrias de veículos têm nos últimos anos, procurado desenvolver motores adaptados para o uso de outros combustíveis considerados limpos, como é o caso do gás natural, biodiesel e outros combustíveis que possam atender as necessidades do mercado e do meio ambiente.

O trabalho é composto por quatro capítulos, sendo estruturados da seguinte forma: o primeiro capítulo enfoca a origem da poluição do ar e do efeito *SMOG* fotoquímico na atmosfera. No segundo capítulo são abordadas as consequências dos gases poluentes bem como as soluções para amenizar os problemas já existentes pela emissão de gases poluentes. O terceiro capítulo é dedicado a metodologia de como foi realizada a pesquisa bibliográfica e as entrevistas com os engenheiros e o quarto capítulo destina-se aos resultados do trabalho com base nas entrevistas direcionadas aos Engenheiros Mecânico e Florestal. A conclusão reforça o tema escolhido, mediando a linguagem abordada na pesquisa bibliográfica bem como realizando a transposição do que foi expresso pelos Engenheiros.

O objetivo deste trabalho é analisar as condições atuais do ar atmosférico nos lugares que são considerados grandes produtores de gases poluentes a partir da queima de combustíveis. Segundo Júlio César Rocha: “Questões envolvendo o conforto térmico preocupam o ser humano, mas poucas respostas existem”. Uma grande modernização ocorreu ao longo do tempo a um custo alto para o meio ambiente e o homem, (ROCHA, 2004).

## CAPITULO I – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 1.1 A origem da poluição do ar

Podemos dizer que a poluição atmosférica surgiu juntamente com a humanidade. Há 2 mil anos, em Roma, já se ouvia as primeiras reclamações a respeito do assunto. Ainda no século XIII, mais precisamente em 1273, o Rei Eduardo da Inglaterra assinou as primeiras leis de qualidade do ar, o objetivo era proibir o uso de carvão com alto teor de enxofre, pois, no processo de queima, ele libera muita fumaça e um odor desagradável. Apesar desse esforço para tal redução, em 1300 o uso do carvão foi permitido sob algumas normas, porém, as florestas inglesas foram reduzidas abruptamente, aumentando assim, o consumo do carvão.

Em Londres, nos séculos XVII e XVIII o problema de maior destaque que levava à poluição do ar eram as indústrias. Até que em 1911, um desastre de grande proporção ocorreu em Londres, onde ocorreram 1150 mortes decorrentes da fumaça originada na queima do carvão. Foi exatamente em 1911 que o Dr. Harold Des Voeux propôs o uso da palavra *SMOG* para designar a composição de “smoke” e “fog” (fumaça e neblina). Essa expressão hoje é usada para designar situações críticas de poluição do ar, (BRAGA, et al 2005).

Em 1952, uma notícia lamentável trouxe tristeza ao mundo, com a morte de 4000 pessoas em Londres por causa da poluição do ar, em 1956, 1957 e 1962, morreram 2500 pessoas pelo mesmo motivo. Na cidade de Donora, nos Estados Unidos, em 1948 morreram 30 pessoas e cerca de 6000 foram internadas com problemas respiratórios. Na cidade de Nova Iorque, 300 pessoas morreram e milhares foram vítimas da poluição do ar. Já grandes centros urbanos como São Paulo, Cidade do México e Los Angeles se destacam pela emissão de gases poluentes oriundos dos veículos. Essas grandes capitais oferecem a população vários danos à saúde, problemas até difíceis de serem diagnosticados atribuindo-se à poluição do ar, (BRAGA et al, 2005).

De acordo com estudos e pesquisas feitas ao longo dos anos, chegou-se a conclusão que o agente de maior efeito poluente é o *SMOG* (nuvem de fumaça) ou seja, a fumaça produzida em muitos centros urbanos, principalmente as emissões oriundas dos automóveis. Constatou-se que o funcionamento dos motores dos transportes automotores

produz mais poluição que qualquer atividade do homem. No céu dos lugares com alto índice de automóveis circulando diariamente, pode-se observar uma neblina de tonalidade amarelo-amarronzada na qual estão presentes pequenas gotas de água contendo uma variação de reações químicas que ocorrem entre os poluentes do ar (BAIRD, 2002).

Para muitos parece familiar, como no caso da capital do estado de São Paulo, as pessoas que desconhecem o problema que se oculta por trás da nuvem, muitas vezes se tornam vítimas quando desenvolvem algum tipo de doença respiratória causada pelos produtos intermediários e finais das reações presentes no ar. Na figura abaixo, podemos observar que todos os gases produzidos pelos veículos reagem uns aos outros na atmosfera e voltam à Terra por meio das massas de ar e da chuva ácida.



Figura 1 – Como é formada a poluição do ar

Fonte: Extraída do artigo Poluição do Ar de Dell Pino, Gruger e Ferreira

Acesso em: 09/08/2013

Pode-se observar que é um fato comprovado: quanto mais industrializado e centralizador financeiro for o País, Estado ou grandes centros, maior é a piora na qualidade do ar. Assim, o nível de poluição só tende a aumentar com o tempo, caso medidas não sejam tomadas para equilibrar a disseminação do ar poluído. Em muitos casos, a lei se torna obrigatória, só dessa forma o ar começa a purificar-se. As leis de proteção ao ar puro são mais comuns nos países desenvolvidos pelo alto teor de poluição que torna a vida humana, animal e vegetal sujeita a contaminações de várias formas.

Países desenvolvidos e os que estão em desenvolvimento também têm demonstrado grandes pioras na qualidade do ar. Um exemplo é a cidade do México, que é

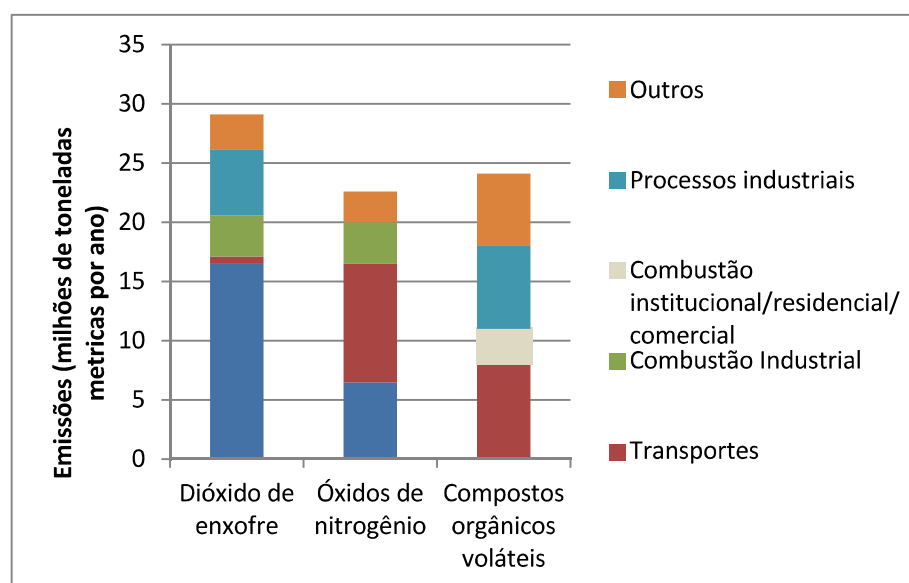
considerada como tendo o maior índice de poluição do ar em área urbana do mundo até o presente momento.

Pelo fato da Terra ser um ambiente oxidante por ela possuir uma alta concentração de oxigênio diatômico,  $\text{CO}_2$ . Tem-se normalmente que todos os gases expelidos no ar, sejam eles substâncias naturais ou poluentes, são totalmente oxidados e lançados na superfície da Terra ao longo do tempo.

## 1.2 O que origina o *SMOG*

Nos estudos da química relativos ao fenômeno de poluição, a palavra *SMOG* é usada para representar uma camada de ozônio no lugar errado.

São centenas de diferentes reações que originam o *SMOG*, envolvendo um número indeterminado de substâncias químicas. Esse fenômeno geralmente ocorre nos grandes centros que concentram um maior número de automóveis e indústrias. Fato esse que leva a alta emissão de óxido nítrico (NO) e os hidrocarbonetos. Os poluentes mais comuns emitidos como consequência da queima incompleta dos motores de combustão interna e de outras fontes. Foi constatado que hidrocarbonetos gasosos estão presentes no ar urbano devido à evaporação dos solventes, combustíveis líquidos e outros compostos orgânicos. Esses compostos são chamados de compostos orgânicos voláteis ou COVs.



Quadro 1 – Emissões combinadas de poluentes do ar nos Estados Unidos e Canadá pelos vários setores.

Fonte: zmescience.com Acesso em: 12/08/2013

Os gases poluentes são classificados em dois tipos, primários e secundários. Os poluentes primários são: NO (óxido nítrico), hidrocarbonetos e COVs, (compostos orgânicos voláteis). Os poluentes secundários são: O<sub>3</sub> (ozônio), HNO<sub>3</sub> (ácido nítrico).

Um grande centro urbano com alto índice de transportes circulando diariamente, normalmente apresenta em sua atmosfera uma cor amarelada devido à presença do dióxido de nitrogênio, pois esse gás absorve um pouco de luz visível próximo ao limite do violeta e, conseqüentemente, a luz solar transmitida através da névoa parece amarela.



Figura 2 – Cenário típico de um ambiente com a presença do *SMOG* fotoquímico  
Fonte: zmescience.com Acesso em: 12/08/2013

### 1.3 Características de uma cidade sujeita ao *SMOG* fotoquímico.

Alguns fatores devem estar presentes para que uma cidade torne-se sujeita ao *SMOG* fotoquímico. Um dos fatores é a presença constante do alto número de veículos liberando NO (Óxido de nitrogênio) e outros COVs no ar. Outro fator decisivo é a alta temperatura juntamente com elevada luminosidade solar e finalmente, deve existir pouco movimento relativo da massa de ar para que os reagentes não sejam diluídos.

Estudos realizados observaram que grandes cidades como: Los Angeles, Denver, Cidade do México, Tóquio, Atenas, São Paulo e Roma apresentam um ambiente favorável a essas condições e uma presença significativa do fenômeno *SMOG*. Só a partir da descoberta desse fenômeno nos grandes centros citados pode-se tomar algumas medidas para reduzir tal problema.

Muitos países, assim como a Organização Mundial da Saúde (OMS), tem estabelecido a meta de 100PPB, ou menos, para a concentração máxima permitida de ozônio no ar, medida em média por um período de uma hora: por exemplo, o padrão no Canadá é de 82PPB, enquanto o da OMS é de 75-100ppb. Recentemente, os Estados Unidos adotaram um padrão em que a quantidade de ozônio é avaliada e monitorada por um período de oito horas, com limite médio de 80 PPB em 1997. Já o padrão de oito horas da OMS varia de 50-60 PPB. De modo geral, quanto maior o período no qual a concentração é monitorada em seus valores médios em uma norma, mais baixo o limite estabelecido, pois se presume que a exposição a um maior nível e aceitável somente se ocorrer durante pouco tempo. O nível do ozônio no ar puro é de aproximadamente 30 PPB. Em contraste, os níveis de ozônio no ar em Los Angeles comumente chegavam a 680 PPB, mas os níveis de pico hoje declinaram para 300 PPB. Os níveis de ozônio de muitas das principais cidades da América do Norte, da Europa e do Japão geralmente excedem em 120 PPB de 5 a 10 dias a cada verão (BAIRD, 2002, p. 114).

## **1.4 Danos à saúde humana causados pelo *SMOG***

O ar atmosférico dos lugares com alto teor de *SMOG* fica tão afetado que pode levar a um alto número de mortes prematuras. No México, por exemplo, milhares de pessoas chegam a comprar oxigênio puro no comércio local para poder respirar melhor, isso ocorre com maior frequência durante o verão, pois o ar fica mais aquecido. Porém, durante o inverno, quando a inversão térmica impede que os poluentes escapem, o *SMOG* fica retido numa nuvem densa, assim, a população respira os agentes poluentes diretamente, tornando-se vítimas das conseqüências da evolução urbana, contra peso que não foi analisado ao longo do desenvolvimento urbano (BRAGA et al, 2005).

Lugares onde se constata maiores concentrações de gases nocivos à saúde humana, verifica-se também que a população mais afetada são as crianças e idosos por possuírem menos imunidade, sendo assim, submetidos a tratamentos caros, em alguns casos se tornam dependentes permanentes para o alívio de alergias, problemas respiratórios e até alguns tipos de cânceres como demonstrado na figura a seguir:



Figura 3 e 4 – Pessoas afetadas por doenças respiratórias causadas por agentes poluentes suspensos no ar.  
 Fonte: novaalianca.org.br Acesso em: 09/08/2013

Alguns lugares que não ficam próximos dos grandes centros que produzem o *SMOG* podem tornar-se elementos filtradores, absorvendo a poluição do ar porque tais poluentes primários e secundários podem ser transportados a longas distâncias pelas correntes de ar. Regiões que produzam apenas emissões esporádicas encontram-se sujeitas ao alto nível de ozônio troposférico e a outros oxidantes do *SMOG*. Pode ocorrer o caso de algumas cidades próximas dos grandes centros não serem tão afetadas quanto áreas de zona rural ou cidades menores que se localizam a uma longa distância dos grandes centros poluentes. Quando esse fato é constatado, como de fato já o foi nos Estados Unidos, nas Terras de cultivo no sudoeste de Ontário que com frequência recebem ar carregado de ozônio das regiões industriais do outro lado do Lago Eire. (BAIRD, 2002)

Os efeitos negativos foram visíveis e lamentáveis. Colheitas como a do feijão branco não se desenvolveram, como consequência não atingiu a quantidade e qualidade esperada. Vários outros produtos como a borracha, pneus, tecidos e outros passam a ter uma vida útil reduzida.

A produção fotoquímica de ozônio também ocorre durante as estações secas nas áreas tropicais rurais onde a queima de biomassa para limpeza das florestas ou dos bosques é bastante difundida. Embora a maior parte do carbono seja imediatamente transformada em  $\text{CO}_2$ , certas quantidades de metano e outros hidrocarbonetos são liberados, assim como algum  $\text{NO}_x$ . O ozônio é produzido quando esses hidrocarbonetos reagem com os óxidos de nitrogênio sob a influência da luz solar (BAIRD, 2002, p. 115).

As épocas que favorecem a produção do ozônio ( $\text{O}_3$ ), são as que conservam o clima seco, dessa forma, lugares que não produzem os óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ), podem ser atingidos, pois o ciclo de reação fotoquímica (produção e consumo de ozônio), apresenta um característica não linear. Normalmente, as reações fotoquímicas se manifestam distantes das áreas de produção.

## 1.5 Medidas tomadas para reduzir a formação de *SMOG* fotoquímico na atmosfera

Os agentes poluentes mais presentes na atmosfera como o NO, hidrocarbonetos contendo ligações C = C além de outros COVs precisam sofrer redução para que possa notar-se um decréscimo na produção de *SMOG* ou ao menos reduzir os efeitos danosos à vida humana. Lugares como São Paulo e Estados Unidos determinam uma redução de veículos circulando diariamente, mas a redução de emissão de hidrocarbonetos é um fator importante, embora a redução da presença deles apenas corte o excesso, não diminuindo significativamente a velocidade das reações.

Limitar o uso de produtos que contenham hidrocarbonetos além de todos os COVs em áreas com sérios problemas de *SMOG* fotoquímico são medidas sábias para que o ar possa se tornar menos maléfico a saúde dos seres vivos. No caso dos transportes terrestres movidos a gasolina, nas últimas décadas tem-se tentado controlar as emissões do NO (óxido nítrico) através do uso de conversores catalíticos, colocados antes do tubo de escape, no sistema de exaustão. O uso desses catalisadores pode amenizar a liberação de elementos químicos que poluem o ar diretamente.

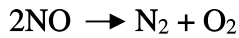
Cada veículo libera uma quantidade de poluentes variada, por exemplo: o modelo, o tipo de combustível, como o veículo é dirigido, a velocidade de condução e a regulagem do motor. Aqueles veículos que circulam com combustível adulterado também podem aumentar significativamente a emissão dos COVs. “Em alguns casos pode o combustível evaporar pelo motor e pelo tanque de combustível, nesse caso, mesmo parado, o veículo pode ser fonte de emissão”. (CÉSAR, HENRIQUE, ALVES, 2004)

O uso dos catalisadores não oferece 100% de eficiência, principalmente nos veículos particulares que crescem muito em número todos os anos. Em São Paulo, uma medida drástica já foi tomada. Certo dia da semana, veículos com placa X não circulam, então ocorre um rodízio, para cada dia da semana, uma placa com final diferente pode circular.

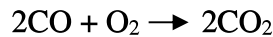
Ao longo do tempo, foram criados mais catalisadores que pudessem atender melhor as necessidades de conversão de gases nocivos para gases neutros. Outro catalisador testado foi o de três vias, que em uma primeira etapa transforma os óxidos de nitrogênio em



nitrogênio e oxigênio elementares, com a utilização de hidrocarbonetos gerados pela queima incompleta, CO e H<sub>2</sub> como agentes redutores



Já nos catalisadores a base de paládio, ou platina, os gases contendo carbono são oxidados quase totalmente para CO<sub>2</sub> e água.



Monóxido de  
carbono

Estando em funcionamento, os catalisadores de três vias podem eliminar de 80 a 90% dos hidrocarbonetos CO e NO<sub>x</sub>, em situações de saída e freadas bruscas, eles não oferecem tal eficiência. Os catalisadores não podem ser adulterados, para que isso não ocorra, alguns governos têm instituído inspeções obrigatórias dos sistemas de exaustão. Motor de baixa potência tem sofrido redução no processo das emissões dos gases poluentes com o objetivo de melhorar a qualidade de ar.

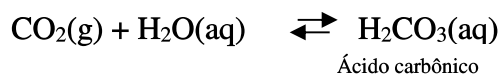
## 1.6 Chuva ácida

### 1.6.1 A chuva ácida e a saúde do homem

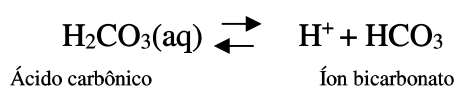
Chuva ácida é um termo genérico usado para descrever o processo que envolve precipitações substanciais de ácido. Ela pode ocorrer na forma de neblina ácida e neve ácida. A presença de partículas ácidas suspensas na atmosfera pode trazer vários danos à saúde humana, principalmente quando unidos aos gases poluentes suspensos, pois formam novas composições difíceis de serem detectadas, sendo assim, mais difícil encontrar uma solução viável para uma possível solução.

Na Grã-Bretanha, em meados de 1800, Argus Smith descobriu o fenômeno da chuva ácida, logo de início ou por mais tempo, o assunto foi esquecido, diz-se que até a década de 1950.

Devido à presença de dióxido de carbono na chuva, ela se torna mais ácida, daí o termo “chuva ácida”.



Posteriormente, o  $\text{H}_2\text{CO}_3$  ioniza-se parcialmente, liberando um íon hidrogênio com a resultante redução no Ph do sistema



Os ácidos presentes na chuva ácida são o ácido sulfúrico  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , e o ácido nítrico  $\text{HNO}_3$ . Os lugares que produzem os poluentes primários como dióxido de enxofre  $\text{SO}_2$  e óxido de nitrogênio  $\text{NO}_x$  não sofrem pela precipitação da chuva ácida por que o vento leva a massa de ar poluído, e tal fenômeno ocorre geralmente em regiões distantes, onde a força do vento determinar. Por esse motivo, a poluição do ar é um problema que não respeita fronteiras. Um exemplo é a chuva ácida que cai sobre a Noruega, a Suécia e a Holanda. Essa chuva se origina dos óxidos de enxofre e nitrogênio emitidos em outros países da Europa. Monumentos históricos são danificados, perdendo sua originalidade como se pode observar na figura abaixo:



Figura 5 – efeitos da chuva ácida sobre um monumento  
 Fonte: [brasilecola.com](http://brasilecola.com) Acesso em: 15/08/2013

### 1.6.2 Aquecimento global

O aquecimento global é uma das conseqüências desastrosas, efeito causado pelos gases que formam um efeito estufa na atmosfera, retendo assim o calor em volta da Terra,

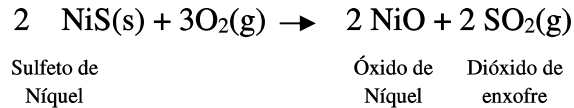
esse fenômeno está ligado diretamente à queima do petróleo e carvão que no processo de queima emitem muitos gases responsáveis pelo efeito estufa. Assim, a temperatura aumenta, pois o CO<sub>2</sub> (gás carbônico), CH<sub>4</sub> (metano), N<sub>2</sub>O (óxido nitroso), O<sub>3</sub> (ozônio) e o vapor d'água absorvem radiação infravermelha, por isso, são considerados os gases do efeito estufa. Para manter o equilíbrio térmico, a temperatura da parte mais baixa da atmosfera tem de aumentar, assim, se na troposfera há um aumento de temperatura, na estratosfera há um declínio. Observa-se então que o aquecimento da Terra possa causar a elevação do nível dos Oceanos, impactar diretamente a agricultura, todas as formas de vida presentes na Terra podem sofrer os danos causados pelo aquecimento. O nível de CO<sub>2</sub> tem aumentado 316 ppmv (partes por milhão em volume) para 376 ppmv dos anos 50 até a época atual. No hemisfério norte nota-se que o acréscimo de CO<sub>2</sub> é o maior devido à queima de combustíveis fósseis nessa área do planeta (BRAGA, 2010).

### **1.6.3 Métodos para redução do dióxido de enxofre**

Grandes quantidades de dióxido de enxofre são lançadas na atmosfera, oriundos de vulcões e da oxidação de gases sulfurados produzidos pela decomposição de plantas. Apesar disso, a concentração residual do gás no ar puro é bastante pequena (cerca de 1 ppb). Países que usam o carvão para produção de eletricidade emitem uma quantidade notável de dióxido de enxofre no ar troposférico.

O petróleo cru também apresenta a presença do enxofre, o processo de liberação ocorre visivelmente na indústria do petróleo quando se emite o dióxido de enxofre diretamente no ar ou indiretamente quando o petróleo é refinado e o gás natural é purificado antes da distribuição.

Em processos petroquímicos, outros gases poluentes são produzidos além do enxofre, entre eles estão: CH<sub>3</sub>SH (metanetiol), (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>S (dimetilsulfureto), CH<sub>3</sub>SSCH<sub>3</sub> (dimetilsulfeto). Outras fontes pontuais de SO<sub>2</sub> são as indústrias de extração de metais não-ferrosos (conversão de minério em metais puros). O cobre e o níquel, que são metais valiosos, ocorrem na Natureza à base de sulfeto. Na primeira fase de sua conversão, eles são tostados em ar para a remoção de enxofre, que é convertido em SO<sub>2</sub>, sendo liberado no ar



Para que a emissão do dióxido de enxofre sofra uma considerável redução, algumas medidas já estão sendo tomadas. No caso do carvão, foi criada a tecnologia do processo da limpeza que pode ocorrer por meio da pré-combustão, durante a combustão, por pós-combustão ou pela conversão do carvão em outro combustível.

**Limpeza por pré-combustão:** Conjunto de técnicas que se destina à remoção de grandes proporções de enxofre e impurezas antes da combustão, com o objetivo de reduzir a produção de cinzas e SO<sub>x</sub> durante o estágio de combustão. Após a remoção das impurezas, o carvão pode ser usado não somente para a geração de energia elétrica, mas também em processos industriais que requeiram combustíveis sólidos. Atualmente, utilizam-se processos físicos e químicos de remoção de impurezas, mas uma nova tecnologia de remoção biológica, por meio de técnicas enzimáticas e microbiológicas, tem sido desenvolvida. Os processos físicos, comercialmente disponíveis, removem cerca de 30% a 50% do enxofre orgânico (10% a 30% do total) do carvão e cerca de 60% dos compostos minerais que formam as cinzas durante a combustão. Estes processos incluem a flutuação de espumas, a ciclonização de líquidos pesados, a aglomeração seletiva e a separação magnética ou eletrostática.

**Limpeza durante a combustão:** Usa-se o processo de combustão por leito fluidizado, com o objetivo de reduzir as condições de combustão para impedir a formação de poluentes, o carvão pulverizado e o calcário são misturados e depois suspensos (fluidizados), com a ajuda de jatos de ar comprimido na câmara de combustão, então todo o dióxido de enxofre é capturado antes que escape. Este procedimento permite que as temperaturas de combustão sejam bastante reduzidas.

**Na limpeza na pós-combustão:** os gases emitidos passam por um granulado de óxido de cálcio, então este aprisiona os dióxidos de enxofre. Algumas tecnologias recentes são utilizadas na Europa como o processo SNOX, onde os gases resfriados circulam em um duto e são misturados com amônia gasosa para remover o óxido nítrico por meio de redução catalítica com o objetivo de formar nitrogênio molecular. O gás resultante desse processo é reaquecido e o dióxido de enxofre é oxidado cataliticamente para formar trióxido de enxofre, que depois é hidratado em contato com água, condensado e removido. Após a remoção dos gases poluentes o carvão gaseificado é então queimado em uma turbina de gás para gerar eletricidade.

**Na conversão de carvão:** o combustível é primeiramente gaseificado por reação com vapor, a mistura de gases é tratada para a eliminação dos poluentes, e o gás então é queimado em uma turbina de gás para gerar eletricidade; o calor residual da combustão dos gases é usado para produzir vapor que vai alimentar uma turbina convencional e gerar eletricidade. Em outra alternativa, o carvão gaseificado pode ser convertido em combustíveis líquidos adequados para uso veicular. (BAIRD, 2002)

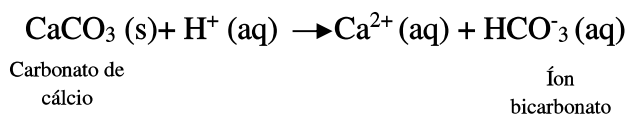
As usinas termelétricas podem reduzir as emissões de dióxido de enxofre substituindo o carvão pelo petróleo, gás natural ou carvão de baixo teor de enxofre, embora eles sejam de mais alto valor.

Contudo observa-se que nos Estados Unidos, Canadá e outros países, a quantidade de dióxido de enxofre tem caído ao longo dos anos. Acordos como o Air Quality Accord, assinado entre os EUA e o Canadá em 1991, determina que ambos diminuam as emissões de dióxido de enxofre. É preciso que esses países mostrem números positivos e favoráveis à saúde do planeta. O acordo feito ainda nos anos 90 deve chegar aos anos 2010-2014 com 50% de redução.

#### 1.6.4 Alguns efeitos da chuva ácida e do *SMOG* fotoquímico sobre a Natureza

Pelo fato de os poluentes primários como o NO (óxido nítrico) e SO<sub>2</sub> (dióxido de enxofre) serem considerados fracos, não se dissolvem na água, porém podem converter-se em poluentes secundários como ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) e ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) que são solúveis em água, são esses dois ácidos que estão presentes na chuva ácida. Eles são provenientes da queima do carvão usado nas usinas termelétricas localizadas no leste da América do Norte. Já no oeste da América do Norte, o alto índice de emissão de ácido nítrico é proveniente do grande número de veículos. (BAIRD, 2002)

Lugares onde há pouca capacidade de neutralização dos ácidos provenientes da chuva ácida são os mais afetados, como é o caso das áreas formadas por granito ou quartzo. Já se as rochas são calcárias, o ácido pode ser neutralizado de maneiras eficientes por que são compostos por carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>), atuando assim como base e reagindo com o ácido.





No solo, os efeitos da chuva ácida tornam-se comprovados quando em análise, constata-se a ausência ou redução de nutrientes, cátions potássio, cálcio e magnésio são lixiviados.

Na água, o elemento que comprova a elevada taxa de acidez é o alumínio dissolvido ( $Al^{3+}$ ). Amostras de água com pH 5,3 denotam o nível de acidez da água em lagos nas montanhas Adirondack, no Estado de Nova Iorque e nos lagos da Suécia. Com esses resultados, cientistas acreditam que tanto a acidez como as altas taxas de concentração de alumínio são responsáveis pela devastação e redução nas populações dos peixes observados em muitos sistemas de água acidificados, como visto na figura abaixo.



Figura 7 – Peixes mortos pela acidez da água  
Fonte: AMANatureza.com Acesso em: 10/08/2013)

Por conta da tolerância para o alumínio e o ácido ativos nas águas dos lagos, plantas e peixes modificam-se biologicamente. Porém, sua capacidade de reprodução bem como seu tempo de vida é afetada diretamente. Se a reprodução ocorre na primavera, época que o nível de acidez é mais alto, poucas espécies sobrevivem.

Ao ser queimado, cada combustível emite diferentes compostos, no caso dos veículos com sistema de escapamento regulado, como podemos observar no quadro abaixo:

Combustível	Composto emitido
Gasolina, óleo Diesel, óleo combustível e carvão mineral	$CO_2$ ; $H_2O$ ; $NO_x$ e $SO$
Gás natural e álcool combustível	$CO_2$ ; $H_2O$ e $NO_x$
Lenha como combustível ou qualquer massa vegetal	$CO_2$ ; $H_2O$ ; $NO_x$ e $SO_2$

Quadro 2 – Combustíveis e compostos emitidos em sua queima.  
Fonte: André Henrique Rosa – Introdução a Química.

Vários óxidos como  $N_2O$ ;  $NO$ ;  $NO_2$ ;  $NO_3$ ;  $N_2O_4$ ;  $N_2O_5$  são encontrados na Natureza. Porém, em quantidades significativas, que representam um papel relevante para a química, apenas o  $N_2O$ ,  $NO$  e  $NO_2$  são considerados.

Vejamos algumas informações sobre alguns óxidos mais presentes na atmosfera.

O óxido de dinitrogênio ( $N_2O$ ) é um gás incolor, emitido principalmente por fontes naturais, por meio da ação bacteriana e por reação entre  $N_2$  e  $O_3$  na atmosfera. Este gás retém o calor na atmosfera, causando assim o efeito estufa.

O óxido nítrico ( $NO$ ) é um gás incolor e inodoro produzido na Natureza por ação de microorganismos, sendo também um dos principais poluentes produzidos pela ação humana, pois é comum a todos os processos de combustão. Na atmosfera, ele é oxidado rapidamente por ozônio em processos fotoquímicos e mais lentamente por oxigênio, formando em ambos os casos, o dióxido de nitrogênio, ( $NO_2$ ). Em altas concentrações, o dióxido de nitrogênio  $NO_2$  é um gás avermelhado com odor irritante, é um dos principais irritantes secundários presentes na atmosfera das metrópoles. Embora seja emitido diretamente (fonte primária) em pequenas quantidades, tem ele como principal fonte rápida de oxidação do  $NO$  na atmosfera (fonte secundária). Como o  $NO_2$  é formado pela reação de oxidação do  $NO$ , é comum ambos serem encontrados juntos no ambiente. Denomina-se  $NO_x$  a soma do  $NO_2$  e  $NO$ .

Pode-se observar que são vários os fatores que juntos dão origem a chuva ácida, a presença dos poluentes primários dispersos na atmosfera dão origem aos poluentes secundários que são nocivos à vida humana, plantas e água em geral. Por ser um fenômeno de poluição que ocorre em muitas regiões do planeta, porém, precisa ser estudada separadamente, pois, sua origem precisa ser determinada de modo a possibilitar o controle e a minimização do problema. Cada região deve buscar um remédio que atenda a seu próprio problema.



## **2. CAPITULO II**

### **2.1 Algumas medidas tomadas para reduzir os efeitos negativos dos gases poluentes**

A maneira mais eficaz para impedir que a emissão de gases poluentes continue causando tantos danos ao meio ambiente seria uma redução significativa dos poluentes primários que em grandes concentrações geram os poluentes secundários, sendo assim mais nocivos, causando com maior incidência o *SMOG* urbano.

O processo de modernização trouxe grandes avanços tecnológicos, porém, grandes fontes de energia e emissão de compostos para a atmosfera do mundo contemporâneo. O processo de combustão envolve não apenas o trabalho realizado nas indústrias ou automóveis, mas muitas atividades diárias com diferentes propósitos como: cozimento de alimentos, preparo de terreno para a agricultura, etc. Como já foi citados, os países mais desenvolvidos e grandes centros urbanos consomem a maior parte da energia produzida mundialmente, um exemplo são os Estados Unidos, China, Canadá, São Paulo, Cidade do México, Nova Iorque, dentre outras.

### **2.2 As conseqüências previstas por ambientalistas.**

Os danos causados à Natureza e a saúde do homem são mais intensos hoje, problemas respiratórios são vistos com mais frequência, tanto adultos quanto criança são vítimas mais propensas, desenvolvendo alergias que se tornam difíceis e resistentes aos tratamentos oferecidos. Em lugares onde há uma grande concentração de veículos, é notório que ocorra uma maior emissão de gases poluentes, desde que estes sejam derivados de combustíveis fósseis. O conforto térmico da Terra já foi afetado diretamente porque a espécie humana ainda não aprendeu a equilibrar suas necessidades às do meio ambiente.

Compostos indesejáveis conhecidos como gases poluentes estão sendo emitidos ao meio ambiente numa proporção maior do que a atmosfera pode comportar, tornando-se assim, prejudicial a toda forma de vida existente no planeta. (ROCHA, 2004)

Os elementos considerados minoritários, como CO<sub>2</sub> são de extrema importância para o equilíbrio térmico, porém, a entrada deles na atmosfera em grande quantidade, muda todas as propriedades químicas e físicas, pois assim, retorna à crosta em forma de chuva. Como essa chuva vem carregada de excessos químicos suspensos, ela se torna chuva ácida. Cada composto que é emitido possui um tempo ou capacidade de reação conhecido como tempo de residência. Saber quanto tempo um composto reage na atmosfera é importante para se conhecer o raio de ação. Como a atmosfera é alimentada por compostos através de fontes naturais e antrópicas. As naturais são vulcões, superfície do mar e outras, as antrópicas são aquelas feitas pelo homem como chaminés (móvel como a de um navio ou estacionária como a das fábricas).

No quadro abaixo podemos observar o tempo de residência e composição média de alguns gases na atmosfera.

<b>Compostos</b>	<b>Tempo de residência (a: anos; d: dias; h: horas)</b>	<b>Composição (ppb: Parte Por Bilhão em volume)</b>
Dióxido de carbono, CO <sub>2</sub>	4a	360.000
Monóxido de carbono, CO	0,1a	100
Metano, CH <sub>4</sub>	8a	1.600
Formaldeído, HCOH	1d	1 – 0,1
Ácido Fórmico, HCO <sub>2</sub> H	5d	2 – 0,1
Óxido de dinitrogênio, N <sub>2</sub> O	85a	310
Óxido nítrico, NO	1d	0,1
Dióxido de nitrogênio, NO <sub>2</sub>	1d	0,3
Amônia, NH <sub>3</sub>	5d	1
Dióxido de enxofre, SO <sub>2</sub>	De 1d a 4d	0,01 – 0,1
Sulfeto de hidrogênio, H <sub>2</sub> S	24h	0,05
Sulfeto de carbono, CS <sub>2</sub>	40d	0,02
Dimetil sulfeto, CH <sub>3</sub> -S-CH <sub>3</sub>	0,5d	0,005
Peróxido de hidrogênio, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1d	0,1 – 10
Cloreto de metila, CH <sub>3</sub> Cl	1,8a	0,7
Cloreto de hidrogênio, HCl	4d	0,001

Quadro 3 - Tempo de residência e composição média de alguns gases na atmosfera

Fonte: Introdução à química ambiental

Através de dois mecanismos naturais, os compostos suspensos em excesso podem sair da atmosfera, por meio da força do vento ou por meio da precipitação da chuva que dissolve os gases solúveis. Há também o processo sorvedouro, que por ação química transforma um composto em uma espécie diferente, um exemplo é o ácido clorídrico, na forma de gás reage com a amônia formando a partícula de cloreto de amônia  $\text{NHCl}$ . Os problemas causados ao ar atmosférico ocorrem exatamente por que os gases são emitidos em excesso, causando uma grande transformação química, que não gera nenhum benefício para o meio ambiente.

Na atmosfera, os monóxidos de carbono oxidam se tornando dióxido de carbono. Os hidrocarbonetos aromáticos estão associados com o surgimento do câncer; e o dióxido de nitrogênio pode causar bronquite em crianças, e os aldeídos causam irritação nos olhos, nariz e garganta. Os óxidos de nitrogênio causam irritação em seres humanos e aumentam a acidez da chuva (CET, 1978)

Para que os gases tornem-se nocivos ao meio ambiente, eles precisam ter uma concentração maior do que aquela existente naturalmente naquele ecossistema (concentração basal ou background).

(...) Logo, para se estabelecerem políticas de controle ambiental de um determinado componente químico, é necessário conhecer a emissão natural, processo de diluição, mecanismos de transformação e formatação e, finalmente, os sorvedouros do componente químico em questão, ou seja, conhecer seu ciclo bioquímico. Só com essas informações é possível estimar quanto e como as atividades humanas estão interferindo no ambiente. (ROCHA, 2004, p. 75)

As usinas geradoras de energia emitem para a atmosfera grandes concentrações de gases poluentes, principalmente as que usam a queima de carvão. Já a geração de energia por usinas nucleares não envolve reação de combustão, porém, gera lixo nuclear que até hoje não se chegou a uma solução de como fazer um descarte seguro. Qualquer tipo de energia precisa de um estudo eficaz capaz de mostrar as soluções para o homem e o meio ambiente.

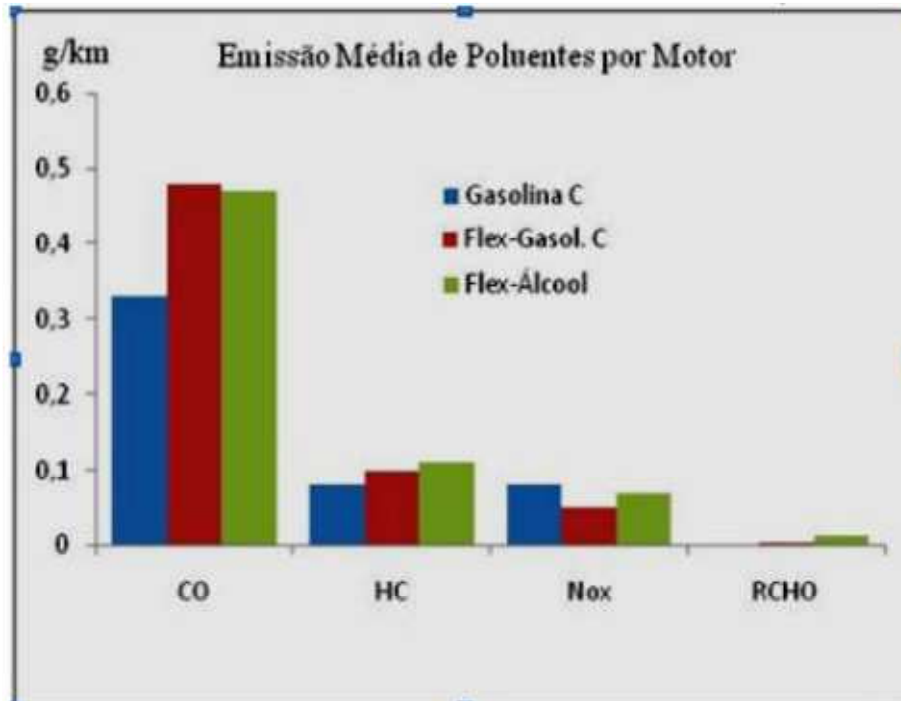
Dentre muitas soluções ou idéias surgidas com o objetivo de amenizar os efeitos catastróficos gerados pelo excesso de gases poluentes descartados na queima dos combustíveis de veículos automotores, surgiu o carro FLEX, com a tecnologia que permite o abastecimento com o álcool combustível e com a gasolina, estes passaram a ser vistos como uma oportunidade de diminuição da poluição, uma vez que o etanol é um combustível renovável e teoricamente menos poluente que a gasolina. No Brasil, esse tipo de carro chegou no início dos anos 2000.

Porém, pelo fato de o motor FLEX possuir apenas um tanque de armazenagem, o processo de combustão ocorre simultaneamente nos dois combustíveis. Nesse tipo de motor, a taxa de compressão (índice que mede o quanto a mistura de ar e combustível é comprimida antes de explodir) é intermediária entre os motores a gasolina e os motores a etanol. Em geral, o derivado de petróleo trabalha com a taxa de compressão de 9:1 (o volume original é reduzido 9 vezes), enquanto que o combustível de cana-de-açúcar opera em 12:1. Os carros FLEX usam uma taxa em torno de 11:1.

Observou-se que os motores FLEX não conseguem se adaptar completamente ao combustível que está sendo usado. Um exemplo, no caso da gasolina, o tempo de compressão será maior do que o necessário, fator que levará a maior quantidade de gasolina, emitindo para a atmosfera maior concentração de óxidos de nitrogênio em sua queima. No caso do etanol sendo usado como combustível ocorrerá combustão incompleta, resultando assim, numa maior emissão de monóxido de carbono na atmosfera.

Alguns engenheiros criadores do PROALCOOL alegam que motor FLEX foi desenvolvido visando principalmente o uso da gasolina. Além disso, em pesquisa realizada com 14 carros, os 8 mais poluentes são movidos a álcool no Brasil. (MMA, 2009).

O motor FLEX queima mais combustível por quilometro rodado se comparado a um automóvel de motor convencional, sendo assim, ele libera para o meio ambiente mais gases poluentes. Segundo o Relatório da Qualidade do Ar no Estado de São Paulo (Secretaria do Meio Ambiente – CETESB, 2008), os principais poluentes liberados na queima do etanol e da gasolina são: CO (óxido de carbono), HC, NO<sub>x</sub> (óxidos de nitrogênio) e NCHO, mesmos poluentes citados na norma NBR 6601, como mostra o quadro a seguir:



Quadro 4 – Emissão de poluentes por Motor

Fonte: Emissões de poluentes para os motores a gasolina - CETESB

Uma melhoria significativa com relação às emissões de gás carbônico e de poluentes seria a utilização de motores dedicados exclusivamente a álcool, esses motores apresentariam maior rendimento que os motores FLEX e conseqüentemente, seriam menos poluentes. Tal solução encontra, no entanto, resistência econômica.

Para os grandes centros urbanos, inclusive São Paulo, uma alternativa para a circulação de menos poluentes oriundos de motores leves (veículos de passeio) e de motores pesados (veículos de carga), seria o uso de diesel sintético. Como já foi citado sobre a resistência econômica que precisa passar a apoiar, só assim haverá uma produção dos veículos adaptados bem como uma produção da soja nas grandes áreas de cultivo exclusivo. Caso seja adotada uma troca de combustíveis, o novo escolhido precisa oferecer menos danos à saúde do homem e meio ambiente, caso contrário, torna-se inviável adotar um novo combustível. (REAL, 2005)

Em muitas capitais já é uma realidade a adaptação dos veículos ao álcool e o CNV, para substituir a gasolina, em alguns casos torna-se mais econômico para o proprietário e usando apenas uma das duas opções citadas, diminui-se a quantidade de poluentes liberados na atmosfera. Já os veículos pesados, equipados por motores de ignição por compressão, cujo

combustível tradicional é o óleo diesel, ainda não existem alternativas implantadas comercialmente.

Segundo o protocolo de Kyoto (1997), o mundo terá que reduzir 25% das emissões de dióxido de carbono pela queima de motores movidos a gasolina. O álcool seria uma provável solução, pois sendo anidro ou hidratado substitui o uso de combustíveis fósseis. Por ser o maior produtor de etanol, o Brasil também é pioneiro no desenvolvimento de motores adaptados a esse combustível. Desde 2003, muitos países tem se interessado em importar a nossa tecnologia com o propósito de cumprirem as normas do protocolo.

O Japão pretende adicionar 3% de etanol a gasolina, isso corresponde a seis bilhões de litros de etanol por ano. (CARVALHO, 2001)

### 3. CAPITULO III

#### 3.1. Metodologia

O espaço que ocupamos tem sofrido algumas transformações ao longo do tempo, tais modificações nem sempre foram favoráveis ao equilíbrio e manutenção da boa qualidade de vida na Terra. Diante da importância e necessidade da aplicação de novas medidas no que se refere ao controle da boa qualidade do ar atmosférico, motivou-se um estudo acerca deste tema. Para realização deste estudo, os instrumentos utilizados para a obtenção e análise dos dados foram uma pesquisa através de referências bibliográficas, análises de normas, leis, conselhos propostos para alguns lugares, inclusive os considerados mais ativos no processo de poluição do ar e duas entrevistas semi-estruturadas, realizadas com um engenheiro ambiental e um engenheiro mecânico atuantes na cidade de Patos - PB. Ambas foram resumidas a oito perguntas abertas correlacionadas ao tema trabalhado.

Para Manzini (1990/1991, p. 154), “a entrevista semi-estruturada está focalizada em um assunto sobre o qual confeccionamos um roteiro com perguntas principais, complementadas por outras questões inerentes às circunstâncias momentâneas à entrevista. Para o autor, esse tipo de entrevista pode fazer emergir informações de forma mais livre e as respostas não estão condicionadas a uma padronização de alternativas.”

Antes da aplicação das perguntas pertinentes às entrevistas, foi explicada a importância deste estudo e a necessidade de respondê-lo com sinceridade, tendo em vista que o estudo destes dados servirá de amostragem da atual situação que o ar atmosférico dos grandes centros se encontra, podendo-se fazer uma relação da origem dos problemas causados a partir da emissão de gases e as soluções que já são propostas para melhorar a qualidade de vida. Os questionários das entrevistas foram constituídos por questões referentes ao tema já citado. As entrevistas foram realizadas durante o mês de agosto de 2013.

## CAPÍTULO IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Análise das informações na pesquisa bibliográfica:

De acordo com as referências adotadas, pode-se observar que a problematização causada pela poluição do ar se arrasta a longa data, ou desde que o homem ocupa a Natureza. Porém, com o desenvolvimento e o aquecimento da economia, os países mais desenvolvidos, como os localizados na Europa e América do Norte são mais atuantes por causa da alta produção industrial, inclusive a indústria automobilística, maior geradora de gases poluentes, os quais possuem maior participação nos danos causados ao ar atmosférico. Foi exatamente em grandes cidades da Europa como Londres que os danos ambientais vêm fazendo vítimas em massa.

Com o passar dos anos, o desenvolvimento industrial e econômico sofreu uma ascensão, fato que levou para as ruas dos grandes centros mais veículos automotores, entretanto, medidas sustentáveis não foram criadas, então o resultado do alto consumo de combustíveis fósseis para fazer os veículos circularem diariamente é o que já nota-se através dos problemas complexos envolvendo todo meio ambiente.

O monóxido de carbono (CO), composto gerado nos processos de combustão incompleta de combustíveis fósseis, o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que é um dos compostos resultantes da combustão completa são levados ao ar atmosférico unindo-se ao óxido de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), óxido de enxofre (SO<sub>2</sub> e SO<sub>3</sub>) e hidrocarbonetos formando assim os oxidantes fotoquímicos, composição formada pelos poluentes citados acima. Dentre os principais oxidantes fotoquímicos destacam-se o ozônio e o peroxi-acetil nitrato (PAN), estes são alguns dos principais poluentes atmosféricos. A seguir mostra-se as quantidades de CO<sub>2</sub> emitidos para a atmosfera – sem considerar os outros gases – por região do planeta.



Região	Quantidade anual (10 <sup>3</sup> toneladas)	Participação no total das emissões (%)	Emissões por setor econômico (10 <sup>6</sup> toneladas)			
			Indústria	Residencial	Transporte	Geração de energia
Norte da América e Oriente Médio	1.339.200	5,8	299,5	118,5	233,7	395,5
África (Exceto Norte e Oriente Médio)	1.755.800	7,6	189,3	26,8	166,4	427,5
Europa	5.892.300	25,4	1010,0	714,9	988,8	1816,4
América do Norte	6.074.000	26,2	645,6	392,2	1528,2	2124,2
América Central	464.300	2,0	90,6	26,5	122,8	127,7
América do Sul	744.900	3,2	183,2	52,2	235,8	86,2
Ásia	6.901.700	29,8	1915,4	471,0	789,0	2446,9
Mundo	23.172.200	100	4333,6	1802,1	4064,7	7424,4
Brasil	305.600	1,3	87,2	17,0	109,9	17,5

Quadro 3 – Quantidade de CO<sub>2</sub> emitido para a atmosfera no ano de 1999

Fonte: WRI – World Resources Institute – 2003.

Quando um alto índice de poluentes contendo SO<sub>2</sub> (dióxido de enxofre), NO<sub>x</sub> (óxidos de nitrogênio), hidrocarbonetos COV's (Compostos orgânicos voláteis) e o CO (Monóxido de carbono) se concentram na atmosfera podendo ocorrer à formação de poluentes denominados secundários, composição que forma outros ácidos como o ácido sulfúrico, o principal causador da chuva ácida.

O acúmulo de gases suspensos na atmosfera tem gerado uma série de danos como a retenção do calor, originando assim o aquecimento global, este é um problema de grandes proporções. Este é um fenômeno ligado diretamente a queima do petróleo e do carvão, pois liberam para o meio ambiente CO<sub>2</sub> (gás carbônico), CH<sub>4</sub> (metano), N<sub>2</sub>O (óxido nitroso), O<sub>3</sub> (ozônio) e outros.

Segundo Benedito Braga (2005, p. 173):

A emissão dos chamados gases estufa ( $\text{CO}_2$ , metano, óxido nitroso e clorofluorcarbono (CFC)) aumenta a quantidade de energia que é mantida na atmosfera em decorrência da absorção do calor refletido ou emitido pela superfície do planeta, o que provoca a elevação da temperatura da atmosfera. Admite-se que, além de provocar modificações climáticas, o aquecimento da Terra possa causar a elevação do nível dos oceanos, ter impactos na agricultura e na silvicultura, afetando todas as formas de vida do Planeta.

Tanto no verão quanto no inverno, os problemas de saúde são visíveis, pois as crianças e idosos são vítimas mais frequentes. Os danos também são notados nas lavouras e até nos lugares que possuem participação considerável na poluição do ar. Medidas que limitem o uso de combustíveis fósseis e a queima de carvão precisam ser estabelecidas e postas em prática para que haja um equilíbrio ou uma redução nos danos causados. No Brasil, uma das cidades mais afetadas pela emissão dos gases poluentes é a cidade de Cubatão, em São Paulo, pois, além da circulação de um grande número de veículos, a cidade possui um imenso pólo industrial. No quadro abaixo, há uma estimativa da quantidade de gases poluentes emitidos no ano de 2003 em Cubatão.

POLUENTES	EMIÇÃO (1000 T/ANO)
Monóxido de carbono ( $\text{CO}_2$ )	22,67
Hidrocarbonetos (HC)	3,19
Óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ )	20,46
Óxidos de enxofre ( $\text{SO}_x$ )	26,18
Materiais particulados (MP)	4,37
Amônia ( $\text{NH}_3$ )	0,01
Fluoreto ( $\text{F}^-$ )	0,20
Cloreto ( $\text{Cl}^-$ )	0,00
Ácido clorídrico (HCl)	0,02+

Quadro 4 – Estimativas de emissões de poluentes em Cubatão (1000 t/ano) em 2003.

Fonte: Cetesbe, 2004

É importante saber que qualquer combustível gera gases poluentes para o meio ambiente, seja ele de origem fóssil ou de origem vegetal, porém é preciso não apenas o desejo de usar um combustível menos nocivo, é preciso que os órgãos públicos, como o MMA (Ministério do Meio Ambiente), CETESB, CONAMA, além das legislações atuem com mais rigor para que o meio ambiente ofereça boa qualidade de vida para a população presente e futura. Cada país é responsável por criar e executar normas de melhoramentos para a boa qualidade do ar, sem comprometer o desenvolvimento de sua economia.

O Brasil possui vários órgãos responsáveis pela boa qualidade do ar, um deles é o Ministério do Meio Ambiente – como já citado – que é responsável por trabalhar em parceria com a CETESB. Resoluções como o PRONAR (Programa Nacional de Controle do Ar) e o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) trabalham com o objetivo de melhorar a qualidade do ar, atender aos padrões de qualidade do ar e não comprometer a qualidade do ar em áreas consideradas não degradadas.

#### **4.2 Análise do questionário aplicado ao Engenheiro Mecânico**

Uma das características da entrevista semi-estruturada é a utilização de um roteiro previamente elaborado. Nosso objetivo nesse trabalho foi analisar roteiros de perguntas aplicados a dois Engenheiros, bem como verificar a adequação dos objetivos pretendidos para a pesquisa. Para isso foram utilizadas categorias de análise baseadas em cuidados com linguagem, forma e seqüência das perguntas nos roteiros.

Segundo o Engenheiro MSc Aluce Nóbrega da UFPB – Universidade Federal da Paraíba, a poluição gerada a partir da queima de combustíveis fósseis através dos veículos automotores tem crescido com o aquecimento da economia no Brasil, que é considerado país em desenvolvimento. Hoje o número de veículos circulando pelo país inteiro mais que dobrou quando comparado a duas décadas atrás. Os veículos produzidos são movidos a álcool, gasolina ou diesel, alguns podem ser adaptados ao uso do gás natural e até biodiesel, porém, estas alternativas ainda não são usadas em maior escala por vários motivos, entre os quais, citamos: desempenho, eficiência, economia e distribuição.

Embora o Brasil possua condições para produzir combustíveis que gerem sustentabilidade, ainda enfrenta problemas burocráticos que o impede de adotar um combustível considerado limpo.

Nas estradas brasileiras, o fluxo de transportes de carga poderia ser menor se o Brasil investisse mais nos transportes ferroviários, estes também poluem, entretanto, transportam levando maiores quantidades usando menos combustível.

A fabricação do carro FLEX não trouxe nenhuma vantagem para o meio ambiente, pois em seu processo de combustão, mais resíduos são liberados pela queima incompleta, poluem mais o ar atmosférico se comparados a um veículo que usa apenas gasolina, por exemplo.

O uso do filtro ou catalisadores pode reduzir o teor de poluentes, mas não oferecem 100% de eficácia. São as saídas bruscas e a permanência do uso de marchas lentas que fazem o processo de queima de combustíveis liberar para o meio mais gases poluentes. Os transportes de carga que são hoje responsáveis pela circulação de toda economia do Brasil contribuem para a poluição do ar, pois usam diesel, considerado o combustível mais nocivo pela alta taxa de liberação de resíduos, entre eles o enxofre, carbono e outros. Além de fazer os transportes de passeio ficar lentos, em grandes centros urbanos, momento de grande concentração de gases, pois com motores ligados em marchas baixas, a emissão se torna mais ativa.

#### **4.3 Análise do questionário aplicado ao Engenheiro Florestal**

De acordo com o que o Dr. Carlos Roberto da UFCG (Universidade Federal de Campina Grande) falou, a função da engenharia ambiental é promover melhorias para a manutenção do equilíbrio do ar, água e solo. A produção de qualquer energia gera resíduos, que por sua vez, geram danos, sejam eles para o ar, água ou que afetem diretamente a Terra, porém, precisa-se trabalhar para que esses danos possam ser reversíveis e controláveis. Se tratando combustíveis fósseis, para que possa existir um equilíbrio do ar atmosférico é preciso que haja uma redução dos mesmos e que novos combustíveis como o gás natural, álcool e os gerados a partir da biomassa sejam introduzidos gradativamente, inclusive em lugares com grandes concentrações de veículos.

Quando os gases se dispersam no ar, é quase impossível estabelecer o efeito separado de cada um, juntos eles possuem um poder de dano maior, ocasionam vários males para o homem, entre eles estão às alergias, enfisemas, bronquites, câncer, etc.

O protocolo de Kyoto estabelecido em 1997 ainda não trouxe resultados satisfatórios, mas cada país é responsável pela redução da poluição do ar, o combustível fóssil pode aos poucos ser substituído por outras fontes de energia, como solar e nuclear. O carvão

pode ser substituído por carvão liquefeito, o transporte particular pode ser substituído pelo coletivo.

Para uma redução significativa dos agentes poluentes no ar atmosférico, se pode desenvolver motores menos poluentes e mais eficientes, no ponto de vista de consumo de energia.

O gás natural, hidrogênio líquido e carro elétrico são outras propostas de redução dos gases poluentes em altas porcentagens liberados ao meio ambiente. O álcool também é um combustível que polui, mas não tanto quanto os combustíveis fósseis.

No Brasil, dentre os grandes centros urbanos, São Paulo é sempre citado como a cidade mais poluente. Hoje já se apresenta problemas ambientais de grandes proporções, a poluição do ar é um dos maiores problemas a ser resolvido, além do número de veículos automotores ser muito alto, o número de indústrias como siderúrgicas e aciarias, de ácido sulfúrico, fertilizantes, refinarias, petroquímicas e outras. Problemas envolvendo a poluição do ar estão se agravando com o passar do tempo.

## CAPITULO V - CONCLUSÃO

Através da realização desse trabalho, foi possível perceber que todos os países precisam aplicar normas de usos dos recursos aplicados na geração do conforto ao homem. Por trás do alto número de veículos que circulam nos grandes centros urbanos há também a indústria do consumo que, mal administrada, gera os problemas já citados ao ar atmosférico ou a Natureza de uma forma direta. É notável que os maiores responsáveis pela emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera são os combustíveis fósseis.

“Realmente, o principal problema do uso de combustíveis fósseis no século XXI diz respeito às emissões de CO<sub>2</sub> resultantes de sua combustão e não a uma escassez de fornecimento”. (BAIRD, 2002, p 252)

Um investimento na produção de energia alternativa se faz necessário, não apenas nos lugares onde o consumo de combustíveis fósseis e do carvão é intenso. Caso contrário, a temperatura de todo Planeta sofrerá impactos que gera problemas em todo meio ambiente. O Brasil, considerado um país em desenvolvimento, contribui na emissão de gases poluentes, não apenas pelo aumento do número de veículos e indústrias, mas também a partir da emissão gerada pelo desflorestamento extensivo de suas florestas tropicais pela ação de incêndios ocorridos ao longo dos anos.

É possível que haja um crescimento econômico em equilíbrio com os recursos disponíveis, bem como um incentivo para os países dispostos a tornar os efeitos das emissões dos gases poluentes menos danosos. Alguns governantes já apostam na aplicação de redução de impostos baseados na quantidade de carbono contido em um combustível em vez de sua massa total. Medidas que desestimulem o uso de combustíveis que apresentem alto poder de poluição, para que isso ocorra é preciso um maior investimento na produção de energia alternativa que possa atender a demanda de cada país.

Conclui-se que os danos já causados ao homem e ao meio ambiente foram decorrentes da poluição, e que essa poluição foi consequência de um crescimento acelerado onde os combustíveis usados tornaram-se uma fonte infinita de males a todos. Por serem os mais aceitos no mercado, o óleo diesel e a gasolina são os que geram uma maior porcentagem de poluição na camada atmosférica, causando a curto prazo o efeito estufa, a chuva ácida e o aumento do buraco na camada de ozônio. Esses eventos trazem danos irreparáveis a vida na água, no solo e a todos que utilizam o oxigênio para respirar, pois, junto com oxigênio, inalam todos os compostos formados pelos poluentes primários (NO, hidrocarbonetos, COVS) e

secundários ( $O_3$ ,  $HNO_3$ ), suspensos no ar e invisíveis a olho nu. Embora estejam envolvidos numa nuvem amarelada que os ambientalistas batizaram pelo nome de *SMOG* (fumaça). Para os países que são considerados os mais poluentes, como os localizados na Europa e América do Norte, já foi estabelecido metas de redução até 2012, como no caso do protocolo de Kyoto. Os países que estão em desenvolvimento também precisam reduzir, porém ainda não foi estabelecido acordo, mas devem mostrar um crescimento equilibrado com o meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR6601 **Medição das emissões do escapamento**. São Paulo, 2005.

BAIRD, Colin. **Química Ambiental**. 2ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2002, pp. 107–154

CARVALHO, L.C.C. (2001). **A hora da virada**. Agroanalysis, 21(9): VEIGA, José Eli da. Aquecimento global.

CAYRES, E. B; YUKI, H. S, **Inspeção veicular e conscientização da população**, Revista Ciências e Ambiente, nl, v2, fevereiro 2006, p. 47-52.

CHRISPINO, Álvaro. **O que é química**. 3ª Ed. São Paulo: Brasiliense. 2006. PP 07-08.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB. **Fatores médios de emissões de veículos leves novos**. São Paulo.

Companhia de Engenharia de Tráfego – São Paulo – CET. **Poluição Aérea por veículos automotores**. São Paulo, 1978.

MANZINI, E. J.; SIMÃO, L.M. Formas de raciocínio apresentadas por adolescentes deficientes mentais: um estudo por meio de interações verbais. In: MANZINI, E. J. (Org.) **Linguagem, cognição e ensino do aluno com deficiência**. Marília: UNESP, 2001.

Protocolo de Kyoto (1997)

REAL, M. V. (2005). **Metodologia e critérios para análise de alternativas energéticas para o transporte rodoviário no Brasil com foco na sustentabilidade**. Tese de doutorado do programa de Engenharia de transportes, COPPE/UFRN.

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. **Introdução a Química Ambiental**. São Paulo: Bookman, 2004. pp. 65-96.

SILVA, Paulo Henrique. **A poluição**. São Paulo – Rio de Janeiro: Difel/Difusão Editora. 1975. pp 13-27.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.



VÁRIOS etal. **Introdução à Engenharia Ambiental – O desafio do desenvolvimento sustentável**. 2ª Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall. 2005. pp 168-208.

# ANEXOS

**Anexo A: Roteiro da entrevista com o engenheiro florestal:**

Nome:

Profissão:

Formação:

Contato:

1. Qual é a atuação da Engenharia Ambiental no que se refere à produção de energia considerada limpa?
2. O protocolo de Kyoto estabelecido em 1997 tem trazido resultados favoráveis para os dias atuais?
3. Apesar do Brasil ser o maior produtor de etanol do mundo, ele não é consumidor na mesma proporção. Por que isso ocorre?
4. Regiões com um pequeno fluxo de veículos e até poucas indústrias que emitem gases poluentes, o meio ambiente e a saúde da população são afetadas pelos efeitos da poluição. Descreva por que isso ocorre:
5. No Brasil, além de haver aumentado o número de veículos considerados de passeio, o transporte de carga tem sido um grande causador dos problemas de poluição do ar?
6. Algumas regiões do Brasil já apresentaram os efeitos da poluição do ar na saúde da população, como é o caso de Cubatão, São Paulo, principalmente no inverno. Explique por que essa é uma época difícil para as crianças e os idosos.
7. Entre os vários danos que a emissão irregular dos agentes poluentes podem causar, citamos o aquecimento global, fato que é atribuído a queima de combustíveis em grande parte. Qual é a relação entre o aquecimento global e a emissão de gases poluentes?
8. Em sua opinião, quais as principais medidas tomadas pelos gestores ambientais acerca da diminuição de agentes poluentes:

**Anexo B:**

Nome: Prof. Dr. Carlos Roberto de Lima

Profissão: Engenheiro Florestal

Formação: Possui graduação em ENGENHARIA FLORESTAL pela Universidade Federal de Viçosa (1984); com MSc em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo (1993) e, DSc em Recursos Naturais pela UFCG (2011). É professor adjunto I, da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal - UAEF, da UFCG, em Patos - PB. Tem experiência na área de Recursos Florestais e Engenharia Florestal, com ênfase em Tecnologia e Industrialização de Produtos Florestais, atuando de forma multidisciplinar principalmente nos seguintes temas: Planejamento Energetico Regional; Energia, Sociedade e Desenvolvimento Sustentável; Energia de Biomassa; Reposicao Florestal Obrigatoria; Emissões e Sequestro de Carbono (CO<sub>2</sub>); Propriedades Físicas e Qualidade de Madeiras. Participa, desde o início, como representnte da UFCG no Projeto FLORESTAS ENERGÉTICAS, Coordenado pela EMBRAPA. Em 30 de Setembro de 2009, em Caicó - RN, tomou posse como suplente no Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó - Piranhas - Açú. Um dos fundadores da Associação dos Rondonistas do Estado da Paraíba - (PROJETO RONDON PB);. Em 2012 esta Coordenando um Grupo de Alunos na fundação e implementação da Empresa Junior de Engenharia Florestal - UFCG, cujo nome fantasia é: "SEMIARIDO FLORESTAL E AMBIENTAL".

Contato: [crlima16@hotmail.com](mailto:crlima16@hotmail.com)

1. Qual é a atuação da Engenharia Ambiental no que se refere à produção de energia considerada limpa?

R: A Engenharia Ambiental desenvolve projetos que possam ser executados em cada região, no caso da Paraíba, trabalha-se com a produção de energia que gere sustentabilidade, quais os custos, vantagens do seu uso, bem como os problemas ambientais de correntes dessa utilização. A biomassa para esta região é hoje a mais promissora, pois teria menos custos de produção podendo ser produzida para uso próprio. Observa-se que a produção de energia a partir da biomassa gera poucos danos a atmosfera, pois as árvores absorvem carbono, enquanto seu processo de queima gera o mesmo carbono que ela consome. Se tratando de fontes de energia para automóveis, o Brasil possui várias opções de produção e consumo,

precisa-se então da implantação de medidas para um consumo que possa gerar sustentabilidade.

2. O protocolo de Kyoto estabelecido em 1997 tem trazido resultados favoráveis para os dias atuais?

R: Desde sua implantação, o protocolo de Kyoto, desenvolvido Kyoto, no Japão propõe a redução dos gases poluentes nos países industrializados. A proposta era que entre 2008 e 2012, os países mais poluidores reduzissem suas emissões em 5,2%. Quando comparado aos anos 90. Para países da união européia, foi estabelecida uma redução de 8% até 2012. Para os EUA foram estabelecidos 7%, para o Japão 6%. Brasil, Índia, México e outros ainda não foram estabelecidos os níveis de redução, embora esses países também apresentem uma participação significativa no alto índice de poluição do ar atmosférico. Efetivamente, as reduções que foram observadas não atingiram as metas que foram propostas por que a quantidade de gases poluentes emitidos não diminuiu em virtude do número de agentes poluentes ter aumentado.

3. Apesar do Brasil ser o maior produtor de etanol do mundo, ele não é consumidor na mesma proporção. Por que isso ocorre?

R: O Brasil poderia consumir o etanol na mesma proporção da produção, porém, seu custo precisaria baixar e o acesso tornar-se mais fácil em todas as regiões. As montadoras de veículos precisam investir no melhor desempenho de veículos movidos a álcool.

4. Regiões com um pequeno fluxo de veículos e até poucas indústrias que emitem gases poluentes, o meio ambiente e a saúde da população são afetadas pelos efeitos da poluição. Descreva por que isso ocorre:

R: Algumas regiões estão localizadas na direção do vento trazido de lugares que produzem ou que geram gases poluentes, nesse caso, as massas de ar levam em grande escala resíduos nocivos a lugares que apesar de não produzirem poluentes, acabam se tornando vítimas de outros. Na maioria dos casos, a altitude é um fator determinante para que isso ocorra.

5. No Brasil, além de haver aumentado o número de veículos considerados de passeio, o transporte de carga tem sido um grande causador dos problemas de poluição do ar?

R: Tanto no interior quanto nas maiores capitais do Brasil, o número de veículos tem aumentado nos últimos anos, esse fato tem se tornado um problema, pois a quantidade de

gases emitidos diretamente tem provocado problemas graves, principalmente no inverno. Falando-se em problemas causados no inverno, é importante lembrar que formações de alta pressão no oceano atlântico ocorrem no inverno, dirigindo-se para o norte, assim, há uma inversão térmica, posteriormente, ocorrem poucas chuvas e a poluição de ar se agrava. O transporte de carga é apontado como o maior poluidor, porém o veículo de passeio polui mais por que está presente em maior número, formando grandes congestionamentos nos grandes centros, veículos em movimentos lentos emitem muito mais gases para a atmosfera.

6. Algumas regiões do Brasil já apresentaram os efeitos da poluição do ar na saúde da população, como é o caso de Cubatão, São Paulo, principalmente no inverno. Explique por que essa é uma época difícil para as crianças e os idosos.

R: Cubatão é uma região de São Paulo onde se concentra um grande número de indústrias que também possuem uma alta influência na emissão de gases nocivos ao ar, além do grande número de veículos automotores circulando diariamente. Neste lugar, a saúde das crianças e idosos é mais afetada por possuem imunidade baixa e pouca resistência, principalmente para as doenças respiratórias. Tornando-se assim vítimas com mais frequência.

7. Entre os vários danos que a emissão irregular dos agentes poluentes podem causar, citamos o aquecimento global, fato que é atribuído a queima de combustíveis em grande parte. Qual é a relação entre o aquecimento global e a emissão de gases poluentes?

R: O aquecimento global possui uma ligação direta ao efeito estufa, pois a alta concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera favorece o aumento irregular da temperatura na Terra, fato já sentido em muitas regiões onde a população já tem sentido diretamente os efeitos negativos.

8. Em sua opinião, quais as principais medidas tomadas pelos gestores ambientais acerca da diminuição de agentes poluentes?

R: Os gestores ambientais vêm tomando medidas e estabelecendo normas de reduções na emissão dos gases poluentes. Para países localizados na América do norte e Europa, as leis têm sido aplicadas com mais rigor porque são os que poluem mais, causando assim mais danos a saúde de toda Terra. Países localizados no hemisfério sul, alguns da Ásia entre outros não precisam atingir metas em porcentagem estabelecidas, porém, devem mostrar que também estão reduzindo de forma significativa.

**Anexo C: Roteiro da entrevista com o engenheiro mecânico:**

Nome:

Profissão:

Formação:

Conselho:

Contato:

1. Cite uma alternativa de combustível considerado limpo e justifique por que o Brasil não adota ainda em maior escala em seus veículos:
2. O que deixa a desejar no que se refere à produção de combustíveis menos poluentes no Brasil?
3. Que análise podemos fazer da expressão “Brasil rodoviário”?
4. Apesar de possuir condições para a produção de etanol em alta escala, o Brasil ainda não é um consumidor assíduo, cite algumas razões.
5. Por que o carro FLEX não é uma boa proposta no que se refere à redução de emissões de gases?
6. Em que condições o uso de catalisadores pode ser visto como um aliado à saúde da atmosfera?
7. Que balanço pode-se fazer no que se refere às medidas que podem ser tomadas para assim ocorrer uma redução significativa na emissão de gases?
8. O diesel é citado como o combustível mais poluente, porém é também o mais usado em transportes pesados como caminhões, carretas, ônibus entre outros, descreva porque isso ocorre:

## Anexo D:

Nome: Aluce Ferreira da Nóbrega

Profissão: Engenheiro Mecânico

Formação: Estudou Especialização em Energia Térmica em nível de mestrado na instituição de ensino nível superior UFCG

Conselho: CREA-PB 160081052-7

Contato: [aluce.nobrega@gmail.com](mailto:aluce.nobrega@gmail.com)

1. Cite uma alternativa de combustível considerado limpo e justifique por que o Brasil não adota ainda em maior escala em seus veículos:

R: O uso do gás natural poderia ser adotado em maior escala, porém sua produção ainda é menor do que o mercado consumidor. Existem cidades que não dispõem de posto para abastecimento do gás natural, isso dificulta seu consumo. Sabe-se que a produção e consumo de qualquer combustível sempre vai emitir para a atmosfera gases, porém o que se procura é a utilização de combustíveis que sendo usados, emitam menos gases poluentes para o meio ambiente.

2. O que deixa a desejar no que se refere à produção de combustíveis menos poluentes no Brasil?

R: O conhecimento técnico. O Brasil já conhece e sabe como executar, porém, caminha lentamente no que se refere ao uso sustentável de combustíveis, por vários motivos, entre eles está à falta de infra-estrutura e as oportunidades de crédito. Todos os setores de produção de combustíveis precisam passar por melhorias.

3. Que análise podemos fazer da expressão “Brasil rodoviário”?

R: Hoje, toda a economia circula no Brasil através de transporte de carga, essa realidade ao longo dos anos tem trazido problemas ambientais de alta relevância, além de problemas nas estradas gerados pelo grande número de transportes pesados, pois causando grandes engarrafamentos, favorecem uma maior emissão, tanto dos motores pesados que emitem mais resíduos tóxicos quando interrompem a circulação dos motores leves. Estes ficam ligados nas estradas a uma marcha baixa, fator agravante no que se refere à emissão de gases poluentes.

4. Apesar de possuir condições para a produção de etanol em alta escala, o Brasil ainda não é um consumidor assíduo, cite algumas razões.

R: Por ser um grande produtor de etanol, o Brasil pode adotá-lo como principal combustível. Esse fato ainda não foi colocado em prática por várias razões, entre elas, o álcool não oferece uma eficiência comprovada quando comparado ao uso da gasolina. Motores pesados ainda não são adaptados ao seu uso, a quilometragem feita com um litro do álcool também é menor se comparado a gasolina, além dele ser poluente, embora que em menos escala se comparado ao diesel e a gasolina.

5. Por que o carro FLEX não é uma boa proposta no que se refere à redução de emissões de gases?

R: A fabricação do carro FLEX não levou em conta a sustentabilidade, pois, no seu processo de funcionamento ele libera para o meio ambiente mais gases poluentes do que um carro movido apenas a gasolina, pois, no processo de troca de combustíveis, o motor sempre libera para a atmosfera uma quantidade alta de resíduos poluentes.

6. Em que condições o uso de catalisadores pode ser visto como um aliado à saúde da atmosfera?

R: Quando o conversor catalítico é adaptado a filtrar o fluxo contínuo dos particulados, quando ele funciona de maneira que a combustão ocorra na faixa de temperatura da própria exaustão e que seja altamente eficiente, para que a carga de particulados dentro do conversor possa ser mantida em quantidades relativamente baixas, respeitando as altas velocidades espaciais do fluxo de exaustão. Ele produz o mínimo de sulfato e funciona bem na presença de contaminantes do óleo lubrificante.

7. Que balanço pode-se fazer no que se refere às medidas que podem ser tomadas para assim ocorrer uma redução significativa na emissão de gases?

R: Pode-se analisar que o consumo de qualquer combustível gera resíduos nocivos à saúde da Terra, porém, medidas de sustentabilidade podem ser adotadas, assim, se reduzir os danos já causados ao longo dos anos. O próprio método da produção dos combustíveis, seja ele qual for, gera resíduos para o meio, porém, o uso consciente, o manuseio dos transportes na forma correta pode reduzir a quantidade de gases emitidos ao meio ambiente.



8. O diesel é citado como o combustível mais poluente, porém é também o mais usado em transportes pesados como caminhões, carretas, ônibus entre outros, descreva porque isso ocorre:

R: Essa forma de consumo tem trazido vários danos à saúde do planeta, são vários os problemas que existem no Brasil causadores da grande circulação de transportes de carga em todas as regiões. Um dos problemas mais citados foi a desativação da demanda ferroviária que hoje circula em baixa escala, quando poderia transportar a maior parte dos bens de consumo que precisam chegar a grandes distâncias. O diesel é o combustível mais poluente porque o seu processo de destilação ocorre na faixa de  $433^{\circ}\text{K}$  a  $683^{\circ}\text{K}$  enquanto que a gasolina destila na faixa de  $353^{\circ}\text{K}$  a  $393^{\circ}\text{K}$ . Outro fator para maior uso do diesel é a maior eficiência que ele oferece, além de ser o mais econômico e oferecer ao motor uma vida útil mais longa.

## **Anexo E:**

### **RESOLUÇÃO CONAMA**

#### **13.7 Aspectos legais e institucionais relativos ao meio atmosférico**

##### **Legislação básica federal**

A Portaria MINTER nº 231, de 27.4.76, estabeleceu padrões de qualidade do ar, em nível nacional, para quatro poluentes: poeira total em suspensão, dióxido de enxofre, monóxido de carbono e oxidantes fotoquímicos. Essa Portaria já previa o estabelecimento de novos padrões de qualidade do ar, quando houvesse informação científica a respeito.

Dando continuidade ao processo de regulamentação do controle da poluição atmosférica, em 6 de junho de 1986 foi instituído, em caráter nacional, o Programa de Controle da Poluição por Veículos Automotores, resolução Conama nº 18, com o objetivo de:

- Reduzir os níveis de emissão de poluentes por veículos automotores, com foco no atendimento aos padrões de qualidade do ar;
- Promover desenvolvimento tecnológico nacional na engenharia automobilística e em métodos e equipamentos para ensaios e medição da emissão de poluentes;
- Criar programas de inspeção e manutenção de veículos em uso;
- Conscientizar a população com relação à questão da poluição do ar por veículos automotores;
- Estabelecer condições de avaliação dos resultados alcançados; e
- Promover a melhoria das características dos combustíveis líquidos utilizados nos veículos automotores.

Em 15.6.1989, o Conselho Nacional do Meio Ambiente, editou a Resolução nº 5, que instituiu o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (Pronar), com três objetivos específicos:

- Melhorar a qualidade do ar;
- Atender aos padrões de qualidade estabelecidos; e
- Não comprometer a qualidade do ar em áreas consideradas não degradadas.

Os padrões de qualidade do ar foram estabelecidos pela Resolução Conama nº 3, de 28.6.1990, atendendo o que preconizava a portaria MINTER nº 231, consolidando o conjunto básico de normas relativas ao controle da poluição atmosférica.

#### Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar

O Pronar foi criado como um dos instrumentos básicos da gestão ambiental para proteção da saúde e bem estar das populações e melhoria da qualidade de vida, com o objetivo de permitir o desenvolvimento econômico e social do País, de modo ambientalmente seguro, pela limitação dos níveis de emissão de poluentes atmosféricos.

Foi estabelecida como estratégia básica do Pronar limitar, em nível nacional, as emissões por tipologia de fontes e poluentes prioritários, reservando o uso dos padrões de qualidade do ar como ação complementar de controle.

- Limites máximos de emissão

Entende-se por limite máximo de emissão a quantidade de poluentes que pode ser lançada por fontes poluidoras para a atmosfera. Os limites máximos de emissão serão diferenciados em função da classificação de usos pretendidos para as diversas áreas e serão mais rígidos para as fontes novas de poluição. Entende-se por fontes novas de poluição aqueles empreendimentos que não tenham obtido a licença prévia do órgão licenciador na data da publicação da resolução.

Os limites máximos de emissão são definidos por meio de resoluções específicas do Conama.

- Padrões de qualidade do ar

Considerando a necessidade de uma avaliação permanente das ações e controles estabelecidos no Pronar, é estratégica a adoção de padrões de qualidade do ar como ação complementar e referencial dos limites máximos de emissão estabelecidos.

Foram estabelecidos dois tipos de qualidade do ar:

#### *Primários*

Constituem os padrões primários de qualidade do ar as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população. Esses padrões

podem ser entendidos como níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos e são metas de curto e médio prazo.

### *Secundários*

Constituem os padrões secundários de qualidade do ar as concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna e flora, aos materiais e meio ambiente em geral. Esses padrões podem ser entendidos como níveis desejados de concentração de poluentes e são metas de longo prazo.

- Prevenção de deterioração significativa da qualidade do ar

Para a implementação de uma política de não deterioração significativa da qualidade do ar, as áreas de todo o território nacional serão enquadradas de acordo com a seguinte classificação de usos pretendidos:

#### Classe I

Áreas de observação, lazer e turismo, tais como parques nacionais e estaduais, reservas e estações ecológicas, estâncias hidrominerais e hidrotermais. Nessas áreas deverá ser mantida a qualidade do ar em nível o mais próximo possível do verificado sem a intervenção antropogênica.

#### Classe II

Áreas onde o nível de deterioração da qualidade do ar seja limitado pelo padrão secundário de qualidade.

#### Classe III

Áreas de desenvolvimento onde o nível de deterioração da qualidade seja limitado pelo padrão primário de qualidade.

- Monitoramento da qualidade do ar

Considerando a necessidade de conhecer e acompanhar os níveis de qualidade do ar no País como forma de avaliação das ações de controle estabelecidas pelo Pronar, é estratégica a criação de uma rede nacional para monitoramento da qualidade do ar. Por isso,

deverá ser estabelecida uma rede básica de monitoramento que permitirá o acompanhamento dos níveis de qualidade do ar e sua comparação com os respectivos padrões estabelecidos.

- Gerenciamento do licenciamento de fontes de poluição do ar

Considerando que o crescimento industrial e urbano não devidamente planejado agrava as questões de poluição do ar, é fundamental estabelecer um sistema que discipline a ocupação do solo baseado no licenciamento prévio das fontes de poluição. Esse mecanismo deverá analisar previamente o impacto de atividades poluidoras, prevenindo uma deterioração descontrolada da qualidade do ar.

- Inventário nacional de fontes e poluentes do ar

Como forma de subsidiar o Pronar no que tange às cargas e aos locais de emissão de poluentes, é estratégica a criação de um inventário nacional de fontes e emissões que objetive o desenvolvimento de metodologias que permitam o cadastramento e a estimativa das emissões, bem como o devido processamento dos dados referentes à poluição do ar.

- Desenvolvimento nacional na área de poluição do ar

A efetiva implantação do Pronar está intimamente relacionada com a capacidade técnica dos órgãos ambientais e com o desenvolvimento tecnológico na área de poluição do ar.

Assim, é estratégia do Pronar promover, junto aos órgãos ambientais, meios de estruturação de recursos humanos e laboratoriais a fim de desenvolver programas regionais que viabilizarão o atendimento dos objetivos estabelecidos.

Do mesmo modo, deverá ser promovido pelo Pronar o desenvolvimento científico e tecnológico em questões relacionadas com a poluição atmosférica que envolva órgãos ambientais, universidades, setor produtivo e demais instituições relacionadas à questão como forma de criar novas evidências científicas que possam ser úteis ao Programa.