

UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS  
INSTITUTO DE ENSINOS TECNOLÓGICOS

**Cláudio Rosa da Costa**

**AGRAVAMENTO DO EFEITO ESTUFA A PARTIR DA GERAÇÃO DE ENERGIA**

Juiz de Fora

2005

**Cláudio Rosa da Costa**

**AGRAVAMENTO DO EFEITO ESTUFA A PARTIR DA GERAÇÃO DE ENERGIA**

Monografia apresentada ao Curso de Tecnologia em Meio Ambiente da Universidade Presidente Antônio Carlos (UNIPAC) como requisito para obtenção do diploma de Graduação do Curso de Tecnologia em Meio Ambiente tendo como orientador a seguinte professora:

Professora Ana Flávia M.Sc.  
Universidade Presidente Antônio Carlos

Juiz de Fora

03/01/2005

**Cláudio Rosa da Costa**

**O AQUECIMENTO GLOBAL E SEUS AGRAVANTES ANTRÓPICOS**

Monografia apresentada ao Curso de Tecnologia em Meio Ambiente da Universidade Presidente Antônio Carlos (UNIPAC) como requisito para obtenção do diploma de Graduação do Curso de Tecnologia em Meio Ambiente aprovado pela orientadora:



Professora Ana Flávia. M.Sc.  
Universidade Presidente Antônio Carlos

Juiz de Fora

03/01/2005

Dedico este trabalho aos meus pais e  
professores que foram colaboradores  
essenciais para o meu desempenho intelectual  
e análise crítica.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha esposa, aos meus pais e a todos os professores e às pessoas que sempre me apoiaram, incentivaram e acreditaram no meu potencial e na minha capacidade de transpor barreiras e alcançar os meus objetivos.

A terra produziu relva, ervas que davam semente conforme a sua espécie, e árvores que davam fruto, cuja semente estava nele, conforme sua espécie. E viu Deus que isso era bom.

BÍBLIA SAGRADA Gênesis 1:12

## RESUMO

Este trabalho descreve as principais fontes antrópicas de poluição atmosférica responsáveis pelo aquecimento global. O Efeito estufa tem se agravado gerando o aumento de temperatura do planeta e com isso aumentando o nível dos mares. O estudo em questão foi desenvolvido com bases bibliográficas e trata-se de uma descrição de como a poluição atmosférica, principal responsável pelo efeito estufa, ocorre.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> -----	09
<b>1. O EFEITO ESTUFA</b> -----	11
1.1 Efeito estufa e o fenômeno das mudanças climáticas -----	12
Figura 01: Esquema do Efeito Estufa-----	13
1.2 Sistema climático e El Nino -----	13
1.3 Mudanças de Clima -----	14
<b>2. POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA CAUSADA POR AUTOMÓVEIS E O AGRAVAMENTO DO EFEITO ESTUFA</b> -----	16
2.1 Poluição automotiva-----	16
2.2 Os Veículos Automotores a Energia e o Meio Ambiente-----	17
2.2.1 Veículos não poluentes-----	20
2.3 Os efeitos do crescimento automotivo na saúde-----	21
Gráfico 01: Variação da concentração média mensal de dióxido de carbono na atmosfera---	23
2.3.1 Tabela 1: Aspectos e Impactos Gerados pelo Uso de Gasolina e Diesel-----	24
2.3.2 Tabela 2: Ação dos Resíduos de Combustível Fósseis sobre a Saúde-----	25

<b>3 TERMOELÉTRICAS: FONTES DE ENERGIA GERADORAS DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA</b> -----	26
3.1 Usinas Termoelétricas causam muitos danos ao Ambiente e ao País-----	27
3.2 Poluição por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -----	31
<b>4. CONSEQUENCIAS DO AQUECIMENTO GLOBAL</b> -----	32
<b>5. CONCLUSÃO</b> -----	37
<b>6. BIBLIOGRAFIA</b> -----	39

## INTRODUÇÃO

O homem é o único ser vivo que destrói o ambiente em que vive. Nenhum outro habitante do planeta polui o ar, contamina a água, devasta florestas...

As cidades são os centros de trabalho e moradia da maioria das pessoas do mundo. Algumas chegam a ter milhões de habitantes. Para abastecer e abrigar toda essa gente, consumimos energia, exploramos muitos recursos naturais e produzimos uma grande quantidade de lixo.

O problema ambiental surge da ação do homem que é perigosa pois é feita em grandes proporções. A fumaça das indústrias, das queimadas e dos carros das grandes cidades enchem o céu de gases tóxicos. Os esgotos não-tratados e o lixo produzido por indústrias e por milhões de pessoas contaminam a água e o solo.

O sistema energético compreende as atividades de extração, processamento, distribuição e uso de energia e é responsável pelos principais impactos ambientais da sociedade industrial. Seus efeitos nocivos não se restringem ao nível local onde se realizam as atividades de produção ou de consumo de energia, mas também possuem efeitos regionais e globais. Na escala regional pode-se mencionar, por exemplo, o problema de chuvas ácidas, ou ainda o derramamento de petróleo em oceanos, que pode atingir vastas áreas. Existem ainda impactos

globais, e os exemplos mais contundentes são as alterações climáticas devidas ao acúmulo de gases na atmosfera (efeito estufa), e a erosão da camada de ozônio devida ao uso de CFCs (compostos com moléculas de cloro-fluor-carbono) utilizados em equipamentos de ar condicionado e refrigeradores.

A atmosfera da Terra é constituída de gases que permitem a passagem de radiação solar, e absorvem grande parte do calor emitido pela superfície aquecida da Terra. Esta propriedade é conhecida como efeito estufa. Graças a ela, a temperatura média da superfície do planeta mantém-se em cerca de 15°C. Sem o efeito estufa a temperatura média da Terra seria de 18°C abaixo de zero, ou seja, ele é responsável por um aumento de 33°C e portanto, é benefício ao planeta, pois cria condições para a existência de vida.

Quando se alerta para riscos relacionados com o efeito estufa, o que está em foco é sua possível intensificação causada pela ação do homem, e as conseqüências para o clima da Terra. A hipótese do fenômeno é muito simples, do ponto de vista da física: quanto maior for a concentração de gases, maior será o aprisionamento do calor, e conseqüentemente mais alta a temperatura média do globo terrestre.

A queima dos combustíveis fósseis move milhões de automóveis em todo o mundo, e produz energia elétrica em usinas chamadas termoelétricas, mas também libera gases tóxicos que contaminam o ar e escurecem o céu.

Tanta poluição agrava o Efeito Estufa, responsável pelo aquecimento global. Porém este efeito tem causado muitos problemas como por exemplo o aumento dos níveis dos mares e interferências nos mais variados ecossistemas e vidas animal e vegetal.

## 1. O EFEITO ESTUFA

Um dos mais complexos e maiores efeitos das emissões do setor energético são os problemas globais relacionados com mudanças climáticas. O acúmulo de gases, como o dióxido de carbono na atmosfera, acentua o efeito estufa natural do ecossistema terrestre a ponto de romper os padrões de clima que condicionaram a vida humana, de animais, peixes, agricultura, vegetação, etc. É cada vez mais evidente a constatação de crescentes concentrações de CO<sub>2</sub> na atmosfera e o aumento de temperaturas médias. São imprevisíveis as implicações de mudanças climáticas para os países e suas populações. Alteração na produtividade da agricultura, pesca, inundações de regiões costeiras e aumento de desastres naturais estão entre as mudanças provocadas pelas alterações climáticas esperadas.

A seriedade desses efeitos tem sido reconhecida por diversos estudos científicos internacionais e vários países estão procurando consenso para uma agenda mínima de atividades para controle e mitigação de emissões, como o Protocolo de Quioto, discutido no âmbito dos países signatários da Convenção Climática. Infelizmente, ainda não se tem acordado um sistema de controle de emissões de gases estufa entre os países industrializados, historicamente os maiores contribuintes para os altos níveis de concentração desses gases na atmosfera.

## 1.1 Efeito estufa e o fenômeno das mudanças climáticas

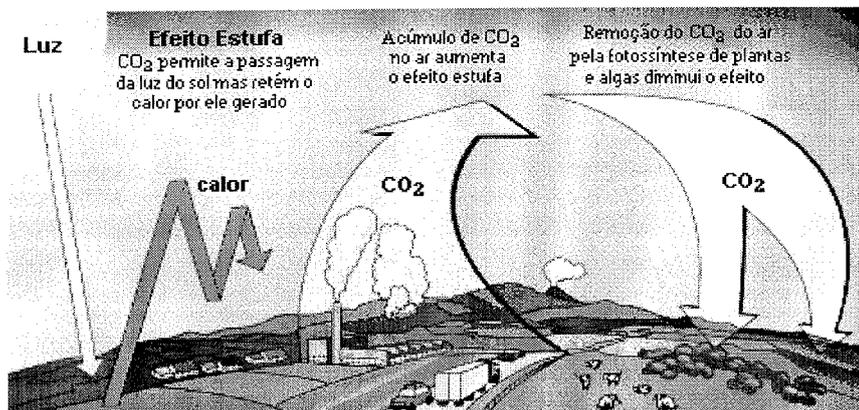
Cada vez mais crescem as evidências de que a temperatura média da Terra aumentou. Cientistas de diversos continentes declaram que o planeta está ficando cada vez mais quente e apontam uma elevação da temperatura em aproximadamente 0,6 graus nos últimos cento e cinquenta anos. Alguns ainda alegam que esta pode ser a causa mais provável da elevação de 15 centímetros no nível do mar nos últimos cem anos.

Segundo LEIS (1998 )

*“Embora haja um consenso na comunidade científica de que este fenômeno esteja ocorrendo, há também muitas divergências entre os especialistas sobre quais seriam as verdadeiras causas”.*

Segundo Relatório do IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima, (1999), há muitas referências sobre os impactos de determinadas atividades humanas, como a queima desenfreada de combustíveis fósseis - petróleo e carvão - por veículos, indústrias e termoelétricas e dos desmatamentos como sendo os principais causadores do aumento da temperatura global. De acordo com o documento, essas atividades têm provocado uma grande concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera, superior aos níveis aceitáveis para a manutenção da vida na Terra.

Figura 01: Esquema do Efeito Estufa



Fonte: <http://www.estadao.com.br>

## 1.2 Sistema climático e El Nino

O sistema climático é um sistema complexo: ele é regulado não somente pelo que sucede com a atmosfera, mas também pelo que ocorre nos oceanos, na criosfera (capas glaciais, gelo marinho e neve), na geosfera (superfície terrestre) e na biosfera (conjunto de seres vivos dos lagos, oceanos, rios e da crosta terrestre).

Os oceanos são reconhecidos como o principal regulador do clima. As correntes oceânicas ocorrem basicamente devido a diferenças de temperatura e densidade das suas águas. Os oceanos absorvem calor e gases (por exemplo, o dióxido de carbono) provenientes da atmosfera. A circulação "vertical", ou seja, a movimentação de águas nas diversas profundidades dos oceanos, mares e lagos, pode levar para camadas mais profundas "calor" e gases que assim ficam "depositados" nos mesmos por longos períodos. Os padrões de circulação dos oceanos variam gradualmente no tempo, o que pode explicar flutuações e

variabilidades climáticas no passado. O fenômeno El Niño é explicado pelos movimentos mencionados. Ainda não se sabe ao certo a relação de causa-efeito entre o El Niño e o aumento da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera.

### 1.3 Mudanças de Clima

Embora ainda não se tenha provas científicas muito contundentes, segundo os relatórios do IPCC - *Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (1999)*, vêm reduzindo as incertezas que existem sobre as origens das alterações do clima. Muitos cientistas acreditam que é possível estabelecer uma relação entre aquecimento global e elevação das concentrações dos gases de efeito estufa. Alguns levantamentos apontam que a concentração de dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, principal gás de efeito estufa, está nos dias de hoje 25% mais alta do que antes da Revolução Industrial. Nas últimas décadas, o nível de CO<sub>2</sub> cresceu de 316ppm para 350 ppm, o que corresponde à maior concentração nos últimos 160.000 anos. Dados de geleiras e de sedimentos oceânicos mostraram que as ocorrências de altas concentrações de CO<sub>2</sub> coincidiam com as temperaturas elevadas.

Por outro lado, há especialistas que contestam a hipótese de que a concentração dos gases de efeito estufa é que esteja provocando as mudanças climáticas. Eles alegam que no decorrer da sua existência, a Terra vem apresentado inúmeras oscilações climáticas, períodos frios e quentes e que seria muito difícil precisar cientificamente qual seria a verdadeira causa disso sem antes realizar uma ampla pesquisa sobre o fenômeno.

Apesar das controvérsias a respeito das causas do aquecimento global, os efeitos que este tem gerado no planeta são indiscutíveis. Nos últimos 50 anos, detectou-se um aumento de temperatura na Antártica da ordem de 1,5 grau, o que tem provocado um derretimento mais rápido das geleiras, além da existência de plantas que não existiam ali no passado. Segundo as previsões, se não for controlado o aquecimento global, haverá novos aumentos no nível do mar, o que poderá causar maior incidência de maremotos, furacões e tornados.

Para o Brasil, cogita-se um aumento de temperatura em torno de 0,5 a 1 grau. Mesmo sendo de pequenas proporções, isso poderá alterar o ciclo das chuvas, prejudicando as áreas destinadas à agricultura. Em países como o Canadá e a Sibéria, os efeitos do aumento de temperatura poderão ser benéficos. Terras que não são próprias para cultivo agrícola, poderão vir a ser. Mas, o fato é que com o aumento do calor, também aumenta a quantidade de insetos que causam doenças em plantas e nos seres humanos.

Com tantas ocorrências que atestam os efeitos do aquecimento da temperatura do planeta, há países, principalmente os industrializados, que se recusam a adotar medidas de controle, sem que haja uma comprovação científica sobre esse fenômeno. Embora tenham assinado a Convenção Quadro sobre Mudanças Climáticas, que prevê ações preventivas para combater esse problema, estabelecendo a redução das emissões dos gases de efeito estufa como uma das prioridades, mesmo sem a garantia científica que de isto seja o fator preponderante nas mudanças do clima, esses países relutam em assumir seus compromissos.

## **2. POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA CAUSADA POR AUTOMÓVEIS E O AGRAVAMENTO DO EFEITO ESTUFA**

### **2.1 Poluição automotiva**

De acordo com TORRES, NUNES E MARQUES (2001) “tanto o enxofre como os óxidos de nitrogênio têm um papel importante na formação de ácidos na atmosfera que, ao precipitarem na forma de chuvas, prejudicam a cobertura de solos, vegetação, agricultura, materiais manufaturados que sofrem corrosão e até mesmo a pele do homem. A constante deposição de compostos ácidos em rios e lagos afeta a vida aquática e ameaça toda a cadeia alimentar de ecossistemas. Nos solos, a acidez das chuvas reduz a presença de nutrientes. Para a saúde humana, a presença de particulados contendo enxofre e óxidos de nitrogênio provocam ou agravam doenças respiratórias como bronquite e enfisema, especialmente em crianças. Esse tipo de problema tem sido verificado em regiões da China, Hong Kong e Canadá que sofrem os efeitos de termoelétricas a carvão situadas muitas vezes em locais distantes de onde ocorrem as chuvas ácidas.”

O consumo de derivados de petróleo pelo setor de transporte é o que apresenta a maior contribuição para a degradação do meio ambiente em nível local e global. “Estima-se que 50% dos hidrocarbonetos emitidos em áreas urbanas e aproximadamente 25% do total das emissões de todo dióxido de carbono gerado no mundo, resultem das atividades desenvolvidas com os sistemas de transporte.”

Além disso, partículas em suspensão decorrentes da queima de material orgânico ou de combustíveis constituem um problema sério em várias partes do mundo. Isso ocorre sempre que há queimadas de florestas ou de diesel e óleo combustível nas áreas urbanas. ‘A baixa qualidade desses combustíveis em muitos países, aliada à precariedade de veículos, trânsito congestionado e condições climáticas desfavoráveis em grandes cidades, contribuem para que exista uma quase permanente concentração de finas partículas no ambiente urbano.’

A saúde respiratória fica comprometida para milhões de pessoas expostas a essas partículas. Devido ao pequeno tamanho dessas partículas, elas vão se acumulando ao longo do tempo nos pulmões das pessoas e são especialmente problemáticas porque podem carregar ainda compostos carcinogênicos para esses órgãos.

## 2.2 Os Veículos Automotores a Energia e o Meio Ambiente

Quando Karl Benz tirou o seu Patent Motorcar do celeiro, em 1886, literalmente pôs em movimento as rodas de mudanças. O advento do automóvel trouxe enormes

transformações tanto no modo de vida das pessoas como na economia mundial, o que ninguém esperava. A disponibilidade cada vez maior de um meio de transporte pessoal deixou o mundo mais acessível e, ao mesmo tempo, produziu uma complexa infra-estrutura industrial que modelou a sociedade moderna.

Segundo a publicação: Aquecimento global. O relatório do Greenpeace – LEGGET (1992) “agora, outra revolução poderá ser deflagrada por uma tecnologia automotora: a propulsão alimentada pelo hidrogênio, em vez do petróleo. Trata-se das células de combustível – que separam os átomos de hidrogênio em prótons e elétrons – e acionam motores elétricos com emissões apenas de vapor de água”. Esta alternativa deixará os automóveis muito mais ecológicos, além de mais seguros, confortáveis e personalizados, e até mesmo, possivelmente, mais baratos. Esses veículos movidos a células de combustível poderiam também estimular uma mudança rumo a uma economia alimentada por uma energia mais “verde”, baseada no hidrogênio. Quando os primeiros protótipos foram criados surgiu a esperança de uma nova fonte de energia automotora que atendesse às necessidades da humanidade sem prejuízo ao meio ambiente. À medida que isso ocorresse, o uso e a geração de energia poderiam mudar significativamente. “Assim, automóveis e caminhões a células de combustível de hidrogênio poderiam ajudar a assegurar um futuro quanto a mobilidade pessoal. A liberdade para viajar individualmente poderia ser sustentada indefinidamente, sem comprometer o meio ambiente.”

Uma confluência de fatores faz com que essa mudança pareça cada vez mais provável. A crise energética mundial exige que novos rumos sejam tomados por nós.

Um aspecto relevante é que os motores de combustão interna, que usam derivados de petróleo como combustível, por mais refinados, confiáveis e econômicos que sejam, estão esgotando os seus limites. Apesar de inúmeros aperfeiçoamentos, os veículos com motores de

combustão interna têm uma eficiência de apenas 20% a 25% na conversão do combustível em potência motriz transmitida às rodas. A contínua produção de dióxido de carbono gera preocupação pelo seu potencial de alterações no clima no planeta.

Segundo ERNANI (2000), mesmo com a aplicação de novas tecnologias, espera-se que a eficiência dos motores de combustão interna atinja um máximo de eficiência em torno de 30% e, de qualquer maneira, continuará a emitir dióxido de carbono. Em oposição, os veículos movidos a energia produzida por células de combustível de hidrogênio são quase duas vezes mais eficientes, e portanto necessitarão de apenas metade da energia do combustível. Mais interessante é o fato das células de combustível emitirem apenas água e calor como subprodutos. Finalmente, o hidrogênio pode ser extraído de diversos combustíveis e fontes de energia, como gás natural, etanol, água (através de eletrólise usando eletricidade) e, no futuro, de sistemas de energia renováveis. Percebendo esse potencial, parte das companhias automobilísticas está envolvida em um esforço sustentado para desenvolver veículos movidos a células de combustível, entre elas a DaimlerChrysler, Ford, General Motors, Honda, PSA Peugeot-Citroën, Renault-Nissan e Toyota.

É importante encontrar uma solução melhor para os problemas criados pelo transporte pessoal, já que o impacto ambiental dos veículos deverá crescer enormemente. Em 1960, menos de 4% da população mundial possuía veículos automotores. Vinte anos mais tarde, os proprietários passaram a 9% e, agora chegam a 12%. Com base nas atuais taxas de crescimento, até 15% das pessoas que vivem no planeta poderão ter um veículo até 2020. E como a população mundial poderá crescer de seis bilhões de pessoas, hoje, para quase 7,5 bilhões dentro de duas décadas, o número total de veículos poderá aumentar de cerca de 700 milhões para mais de 1,1 bilhão. Essa expansão projetada será estimulada pelo crescimento da

classe média no mundo em desenvolvimento, algo que se traduz em aumento da renda per-capta. Rendas mais altas estão correlacionadas quase diretamente com a posse de automóveis.

Três quartos de todos os automóveis estão hoje concentrados nos EUA, Europa e Japão. Entretanto, mais de 60% das vendas de novos veículos no curso dos próximos 10 anos deverão acontecer em oito mercados emergentes: China, Brasil, Índia, Coreia, Rússia, México, Polônia e Tailândia. O desafio será criar veículos atraentes, a preços razoáveis e lucrativos, que sejam seguros, eficazes e inofensivos ambientalmente.

O Brasil foi o pioneiro na criação de um projeto de investimento maciço na mudança da matriz energética que foi o pró álcool. Esta foi uma iniciativa que deu certo tanto ambientalmente quanto economicamente pois além de ter conseguido se inserir no cotidiano do povo brasileiro, o veículo movido a álcool dá uma despesa muito menor e a queima deste combustível não gera danos significativos à atmosfera como a queima de derivados do petróleo.

### 2.2.1 Veículos não poluentes

Para compreender porque essa tecnologia poderia ser tão revolucionária, considere o funcionamento de um veículo movido a células de combustível, que é basicamente um veículo com um motor de tração elétrica. Mas, em lugar de uma bateria eletroquímica, o motor obtém sua energia de uma unidade de células de combustível. A eletricidade é

produzida quando elétrons são removidos do combustível hidrogênio que passa através de uma membrana existente na célula. A corrente resultante aciona o motor elétrico, que faz girar as rodas. Os prótons de hidrogênio, depois, recombina-se com elétrons de hidrogênio para formar água. Se usar hidrogênio puro, um carro movido a células de combustível é um veículo com emissão zero de poluição.

Embora a extração de hidrogênio de substâncias demande energia, reformando moléculas de hidrocarbonetos com catalisadores e fracionando água com eletricidade, a elevada eficiência das células de combustível compensa a energia necessária para executar esses processos, como mostraremos adiante. Naturalmente, essa energia deve vir de algum lugar. Algumas fontes de geração, como usinas geradoras a partir da queima de gás natural, petróleo e carvão, produzem dióxido de carbono e outros gases que causam o efeito estufa. Isso não ocorre com outras fontes geradoras de energia, como as usinas nucleares. Um objetivo ótimo seria produzir eletricidade de fontes renováveis, como biomassa, hidroelétricas, energia solar, eólica ou geotérmica.

### 2.3 Os efeitos do crescimento automotivo na saúde

Segundo LEGGET (1992) “os efeitos nocivos do crescimento automotivo têm aparecido continuamente em levantamentos de saúde”.

Uma estatística, divulgada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) em 1999, apontou a poluição como responsável por um número maior de mortes do que o trânsito, em decorrência de problemas respiratórios ou cardíacos desencadeados pela exposição contínua ao ar poluído.

Os pesquisadores europeus, que avaliaram os efeitos da poluição do ar em três países (Áustria, Suíça e França), estimam que essa seja a causa de 40 mil mortes anuais, metade das quais ligadas diretamente à poluição produzida por veículos automotores. A poluição gerada (monóxido de carbono, óxidos de enxofre e nitrogênio, material particulado) pelo transporte também é apontada como a responsável por 25 mil novos casos anuais de bronquite crônica e mais de 500 mil ataques de asma. Esses dados confirmaram informações de pesquisas anteriores, realizadas no Reino Unido, que mostraram que a poluição abrevia a vida de 12 a 24 mil pessoas por ano e provoca outras 24 mil internações.

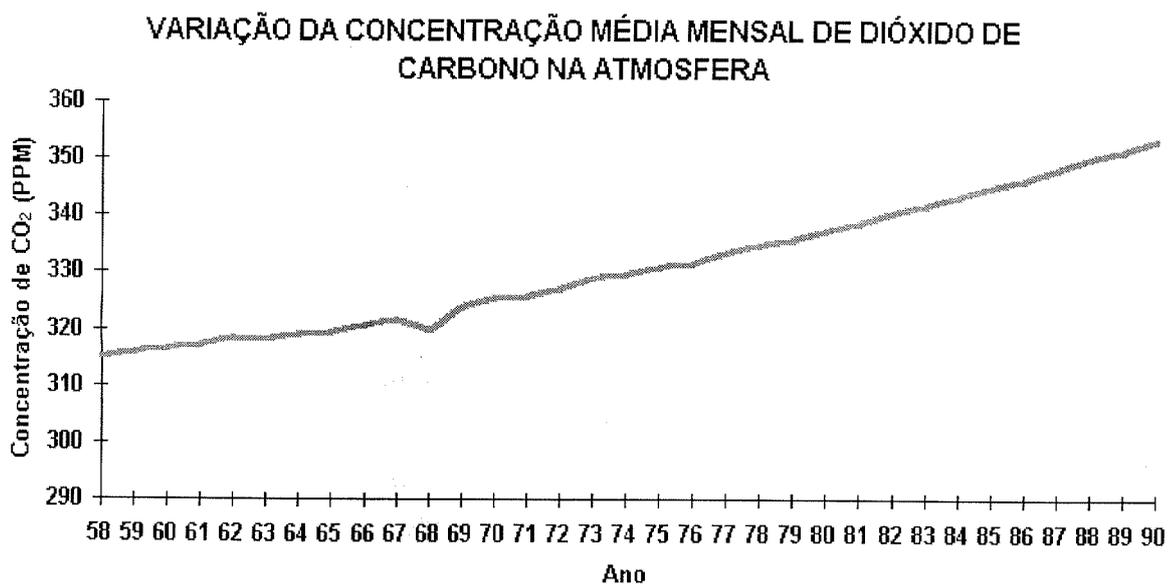
Os dados brasileiros também revelam prejuízos significativos à saúde, em particular de gestantes, crianças e idosos. Um grupo da Faculdade de Medicina da USP constatou, em 1997, que a concentração de poluentes atmosféricos em São Paulo, principalmente nos meses de inverno, pode aumentar até 12% o risco de mortes por doenças respiratórias.

Os experimentos feitos com animais de laboratório indicaram que, após 3 meses de exposição aos poluentes, aparecem sintomas de rinite alérgica e crises de asma, além da redução das defesas imunológicas pulmonares, o que dobra o risco de contrair câncer. O ar de

São Paulo recebe, anualmente, cerca de 3 milhões de toneladas de poluentes, 90% deles emitidos por veículos automotores. Os efeitos agudos da poluição se manifestam, sobretudo, durante o inverno, quando a procura por atendimento em pronto-socorros infantis aumenta 25% e o número de internações por problemas respiratórios sobe 15% em relação às outras estações, quando o regime mais intenso de chuvas e ventos ajuda a dispersar a poluição. Entre

as crianças esse índice chega a 20% e a taxa de mortalidade de idosos acima de 65 anos, nesse período do ano, aumenta até 12%.

Gráfico 01: Variação da concentração média mensal de dióxido de carbono na atmosfera



Fonte: ERNANI, Santori. Aquecimento global. Rio de Janeiro. 2000

## 2.3.1 Tabela1

## Aspectos e Impactos Gerados pelo Uso de Gasolina e Diesel

Aspecto	Impacto	Tipo	Categoria
Emissão de dióxido de enxofre (SO <sub>2</sub> )	Chuva ácida	Negativo	Regional
Emissão de monóxido de carbono (CO)	Intoxicação	Negativo	Local
Emissão de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	Efeito estufa	Negativo	Global
Emissão de óxidos de nitrogênio (NO <sub>x</sub> )	Chuva ácida, formação de ozônio de baixa altitude (O <sub>3</sub> )	Negativo	Regional e global
Emissão de material particulado	Não identificado	-	-
Emissão de hidrocarbonetos	Formação de ozônio de baixa altitude (O <sub>3</sub> )	Negativo	Global
Formação de ozônio de baixa altitude (O <sub>3</sub> )	Problemas no desenvolvimento de plantas, efeito estufa	Negativo	Regional e global
Emissão de aldeídos	Cancerígeno para animais	Negativo	Regional

**Fonte:** Breno Torres Santiago Nunes, Sérgio Marques Júnior, Rubens Eugênio

## 3.3.2 Tabela2

## Ação dos Resíduos de Combustível Fósseis sobre a Saúde

<b>Substância</b>	<b>Efeitos sobre a Saúde</b>
Nox	Irritação dos olhos e aparelho respiratório, efeito potencial no desenvolvimento de enfisema
SO <sub>2</sub>	Problemas respiratórios, aumento da incidência de rinite, faringite e bronquite
CO	Fatal em altas doses. Afeta sistemas nervoso, cardiovascular e respiratório. Dificulta o transporte de oxigênio no sangue, diminui os reflexos, gera sonolência
O <sub>3</sub>	Irritações na garganta, olhos e nariz, aumento da incidência de tosse e asma.
Hidrocarbonetos	Sonolência, irritação nos olhos, tosse
Aldeídos	Irrita olhos, nariz e garganta. Provoca náuseas e dificuldade respiratória.
Material particulado (da queima de carvão)	Irrita olhos, nariz e garganta. Provoca náusea e dificuldades respiratórias.

Fonte: Breno Torres Santiago Nunes, Sérgio Marques Júnior, Rubens Eugênio

### 3. TERMOELÉTRICAS: FONTES DE ENERGIA GERADORAS DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

Segundo ERNANI (2000), “a produção de eletricidade em termoelétricas representa em escala mundial cerca de um terço das emissões antropogênicas de dióxido de carbono, sendo seguida pelas emissões do setor de transporte e industrial. Os principais combustíveis utilizados em todo o mundo são o carvão, derivados de petróleo e, crescentemente, o gás natural. Existem ainda outros tipos de usinas termoelétricas que queimam resíduos de biomassa (lenha, bagaço) e até mesmo lixo urbano.”

Além das emissões de gases e partículas, existem outros problemas associados com utilização de água para o processo de geração termoelétrica, pois muitas usinas usam água para refrigeração ou para produção de vapor. Esse tem sido um dos principais obstáculos para a implantação de termoelétricas no país, pois diversos projetos se localizam ao longo do principal gasoduto construído, que segue exatamente as bacias hidrográficas com problemas de abastecimento e de qualidade de água em regiões densamente povoadas.

É importante notar também que houve bastante progresso com relação ao aumento da eficiência de usinas termoelétricas através da introdução de tecnologias de co-geração e turbinas a gás. As possibilidades de gaseificação de carvão, madeira e bagaço oferecem novas oportunidades de usinas mais eficientes e com menores impactos que as convencionais.

### 3.1 Usinas Termoelétricas causam muitos danos ao Ambiente e ao País

A temperatura superficial da Terra é determinada por um balanço de energia entre a radiação solar incidente e a radiação térmica rejeitada para o espaço. Se não houvesse uma atmosfera envolvendo a Terra, como em Mercúrio, sua temperatura superficial seria da ordem de  $-18^{\circ}\text{C}$ . Porém, a camada gasosa que cobre a Terra contém, além de oxigênio e nitrogênio, dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e outros gases que permitem que a radiação térmica de onda curta passe através da camada, mas absorvem a maior parte da radiação térmica de onda longa emitida pela superfície terrestre. Este é um processo similar ao que ocorre em um pote de vidro ou dentro de um carro expostos ao sol, sendo esse processo conhecido como "efeito estufa". Essas propriedades de absorção seletiva dos gases da atmosfera resultam em uma temperatura média global propícia à vida em suas várias formas.

Segundo VEIGA (2003) "algumas atividades humanas têm aumentado significativamente a concentração global de certos gases na atmosfera, sobretudo o  $\text{CO}_2$ . À medida que a concentração desses gases aumenta, a temperatura superficial média da Terra também deve aumentar para manter o balanço de energia entre a radiação que chega e a que sai da Terra".

Segundo projeções do IPCC os cientistas prevêem que dobrando-se a quantidade de  $\text{CO}_2$  na atmosfera em relação aos níveis atuais, resultaria em um aumento de 3 a  $5^{\circ}\text{C}$  na temperatura média da superfície da Terra. Este aumento de temperatura pode causar o aumento do nível do mar, provocando alterações drásticas dos climas regionais e dos padrões de precipitação de chuvas

A produção global anual atual de CO<sub>2</sub> devido a atividades humanas é estimada em 23 bilhões de toneladas. Mas, além do problema da elevação da temperatura ambiente, a queima de combustíveis fósseis libera certos óxidos, como o NO<sub>x</sub> e o SO<sub>2</sub>, que por sua vez se transformam na atmosfera em poluentes secundários como o ácido nítrico e o ácido sulfúrico, ambos facilmente dissolvíveis em água. Os ácidos também podem se transformar em sais de enxofre e de nitrogênio e estes ácidos, então, podem se precipitar através da chuva (conhecida como chuva ácida), neblina ou neve. Os danos dessa chuva podem ser causados em florestas, plantações, lagos, peixes, prédios, água de abastecimento, carros, pessoas, etc, e, com o aumento da acidez da terra, os recursos de alimentação e produção diminuem. Nas Filipinas, a poluição - basicamente CO<sub>2</sub> - causada por uma USINA TERMOELÉTRICA, provocou sérios problemas respiratórios na população residente nas vizinhanças bem como a redução da produção e qualidade dos produtos agrícolas, dos empregos e da renda.

De acordo com ERNANI (2000) “o Brasil tem muito a ganhar em termos de conservação de energia, por exemplo. O Coeficiente de Intensidade Energética (CIE) que dá uma medida do quanto eficiente é o parque energético, indica que o CIE do Brasil é de 0,64 enquanto que o da Alemanha é de 0,32 e o do Japão é de 0,27, mostrando que existe muito espaço no Brasil para tecnologias e medidas que aumentem a eficiência energética. Uma geladeira feita no Brasil consome cerca de 350 kWh enquanto que essa geladeira de mesmo tamanho feita na Dinamarca consome 100 kWh. Ou seja, nossas indústrias consomem muita energia para produzir equipamentos que consomem muita energia e, conseqüentemente, com preços mais elevados”.

Seria (se é que alguma coisa ainda faz sentido no Brasil de hoje...) preciso que o governo criasse medidas para auxiliar a modernidade do nosso parque industrial. Assim, além

de podermos encontrar mais energia aqui mesmo, ao mesmo tempo nos tornaríamos mais competitivos nos mercados internacionais.

Não é com a instalação de usinas poluentes, danosas e caras que iremos aumentar nossa eficiência energética e nossa competitividade, ao contrário, continuaremos obsoletos e nos prejudicando ainda mais.

ERNANI (200) afirma que o custo médio do MWh da hidrelétrica fica entre US\$ 17 a US\$ 20, enquanto que o MWh da usina termoelétrica está em torno de US\$ 35. As nossas linhas de transmissão também são obsoletas e estima-se que nos países do terceiro mundo a correspondente perda de energia é da ordem de 20% da energia gerada e vinte por cento sobre a capacidade instalada no Brasil corresponde à cerca de 12 GW, exatamente uma usina de Itaipu. Adicionalmente, anos atrás lançamos pela imprensa nacional a idéia de um programa de substituição parcial das lâmpadas atuais por lâmpadas mais eficientes existentes no mercado. Verificamos, naquela época, que através de um programa desses poderíamos ganhar em todo o Brasil o equivalente a mais uma usina de Itaipu. Mas mesmo com esta vantagem da geração de energia termelétrica ainda há o inconveniente da poluição atmosférica. O Brasil deve investir em novas tecnologias de fontes de energia renováveis para a manutenção da qualidade de vida e ambiental diminuindo a parcela de efluentes atmosféricos gerados pelas termoelétricas.

As geração de energia nas hidroelétricas também têm seus pós e seus contras sício-ambientais pois, no Brasil apesar de o potencial hídrico ser muito propício para a instalação de hidroelétricas estas para se instalarem alagam grandes áreas prejudicando ecossistemas, a biota e a população que é deslocada de suas residências. Além disto há uma perda grande de energia nas transmissões trazendo prejuízo para o país.

O Brasil possui um potencial hidrelétrico de 195.000 MW além do que já está instalado, sendo que mais de 50% disto está na Amazônia. E o Norte já está interligado ao resto do País por meio de linhas de transmissão. O problema do consumo de energia restringe-se basicamente às horas de pico, entre às 17:30 e 20:30 e a duração do pico máximo é de menos de uma hora, sendo que no restante do dia a capacidade energética instalada fica praticamente super-dimensionada. Além disso, nesses últimos anos os índices econômicos e sociais brasileiros se tornaram negativos, o que deve ter conduzido a uma diminuição do consumo de energia.

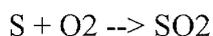
A energia solar pode dar uma enorme contribuição para a redução do consumo-pico de energia elétrica bem como proteger o ambiente e diminuir a demanda de energia convencional. Poderíamos ainda citar várias outras soluções, mas apenas mencionaremos as micro-hidrelétricas como saída complementar.

Segundo entrevista com Edward Wilson - Folha de São Paulo, Caderno Mais (2002) 'com a disponibilidade de recursos de toda ordem e de energia limpa que o Brasil foi abençoado (às vezes parece não ser meritório) e com as possibilidades de conservação de energia verifica-se que não precisamos danificar o País nem aumentar a poluição do nosso ar com essas nefastas usinas termoelétricas, que gerarão piores conseqüências depois porém mais endividamento do País e empobrecimento do povo agora. Temos muita energia de sobra e limpa aqui mesmo sem necessidade de gastarmos em geração termoelétrica que é alienígena aos nossos recursos energéticos e danosa ao País, ao povo e ao ambiente. Todavia, a solução dos problemas brasileiros não tem passado pelos caminhos do apoio explícito às necessidades básicas do povo e da defesa da Nação.'

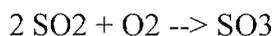
### 3.2. Poluição por H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Na escala global muito SO<sub>2</sub> é produzido por vulcões, e decomposição de plantas, mas este tipo de poluição se situa geralmente longe de centros urbanos e é totalmente disperso. A maior fonte antropogênica (gerada pelo homem) de SO<sub>2</sub> é a combustão do carvão, o qual possui uma média de 9% de enxofre, O carvão é usado para produzir eletricidade (USINAS TERMOELÉTRICAS) e quando queimado gera SO<sub>2</sub>, O enxofre existe também no petróleo mas além de ser em pouca percentagem, em torno de 2%, é ainda mais reduzido nos principais produtos dele derivados como a gasolina. Podemos assim definir a origem da chuva sulfúrica.

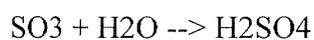
Inicialmente temos a queima de algum combustível que possua enxofre:



O enxofre se transforma em óxido sulfuroso. Na atmosfera o óxido sulfuroso é oxidado a SO<sub>3</sub> pelo oxigênio atmosférico conforme abaixo:



Como sabemos o SO<sub>3</sub> reage com a água para produzir o H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, componente da chuva ácida,



#### 4. CONSEQUENCIAS DO AQUECIMENTO GLOBAL

As mudanças climáticas provocadas pelo aquecimento global terão efeitos devastadores: ilhas tropicais e estações de ski nos Alpes desaparecerão, tanto as inundações como a falta de água aumentarão, a produtividade agrícola cairá. Os países em desenvolvimento serão as principais vítimas.

Esse panorama foi retratado no relatório "MUDANÇA CLIMÁTICA 2001: Impactos, adaptação e vulnerabilidade", elaborado pelo Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, um grupo de cerca de 700 cientistas comissionados pela ONU para estudar o aquecimento do planeta.

Os cientistas consideram que "todas as regiões seguramente sofrerão certos efeitos negativos, em decorrência do aquecimento". Mas ressaltam que os países em desenvolvimento, com menores capacidades para enfrentar a situação, serão os mais vulneráveis.

Segundo cientistas do IPCC,

*"precipitações intensas acontecerão, com toda certeza, em várias regiões, incluindo os países desenvolvidos, aumentando as inundações, os deslizamentos e as avalanches".*

Ondas de calor serão sentidas por todas as partes, aumentando a mortalidade e os danos às colheitas. A seca, em alta nos países de temperatura moderada, afetará o curso dos rios, os recursos e a qualidade da água.

Os países do hemisfério sul "provavelmente" sofrerão ciclones tropicais mais intensos e um aumento de secas e inundações. Os países subtropicais sofrerão "em particular" a falta de água.

O aumento do nível do mar incrementará as inundações e as tempestades nas costas e ameaçará particularmente os deltas e os pequenos Estados insulares.

Certamente a disparidade entre ricos e pobres ficará ainda mais gritante no aspecto econômico entre o Sul e o Norte e aumentará à medida que o termômetro subir. Nos países ricos "um aumento da temperatura limitado a alguns graus produzirá lucros e perdas, mas uma alta mais importante só terá efeitos econômicos negativos".

Os países em desenvolvimento sempre sofrerão "perdas econômicas líquidas", que aumentarão na mesma medida em que o termômetro subir.

"A maioria das regiões tropicais e subtropicais registrarão uma redução geral de rendimento de suas colheitas e, para certos cultivos esta queda acontecerá, inclusive, com uma alta mínima da temperatura".

Os ricos não ficarão imunes, com o sul da Europa sujeito à seca e temperaturas mais altas e o litoral norte-americano vulnerável ao aumento do nível do mar e tempestades mais fortes.

No plano sanitário, as doenças tropicais ampliarão sua área geográfica. Nos países do Norte, a mortalidade em decorrência do calor, a umidade e a contaminação aumentarão.

Em vista dos aspectos políticos do debate sobre clima, o relatório foi submetido ao escrutínio, linha por linha, dos representantes dos governos durante as discussões antes de sua divulgação.

Os cientistas do IPCC se apóiam em um informe de seus colegas de outro grupo de trabalho, publicado no dia 22 de janeiro em Xangai, na China, que prevê para o século XXI um aumento médio na temperatura entre 1,4 e 5,8 graus centígrados e do nível do mar entre 9cm e 88 cm.

Mais categóricos que em seu informe anterior de 1995, consideram que o aumento de temperatura do século XX "já afetou em várias partes do mundo diversos sistemas físicos e biológicos". Citam como exemplo o retrocesso das geleiras e as modificações no comportamento dos animais.

Segundo eles, estas mudanças acontecerão no século XXI. Assim, metade das geleiras alpinas vai desaparecer e várias espécies de animais, que atualmente estão seriamente ameaçadas, serão extintas.

O aquecimento climático do século XXI também "pode conduzir, posteriormente, a mudanças em grande escala, muitas delas irreversíveis, com conseqüências continentais e mundiais no físico do globo".

Poderia, por exemplo, provocar uma diminuição significativa da Corrente do Golfo e diminuir os campos de gelo da Groenlândia e da Antártica ocidental. O primeiro fenômeno transformará o oeste da Europa em zona glacial e o segundo fará o nível do mar subir até 3 metros em 100 anos, inundando várias ilhas e diversas zonas costeiras.

O relatório do IPCC disse que as perdas econômicas globais das chamadas “catástrofes naturais” aumentaram de cerca de 4 bilhões de dólares por ano na década de 1950 para 40 bilhões de dólares em 1999. O custo total é, na realidade, duas vezes mais alto, se levar-se em conta eventos menores relacionados ao clima.

Mas uma ação internacional efetiva continua elusiva, por causa da relutância dos Estados Unidos em se comprometer com metas firmes para reduzir as emissões de gases causadores do efeito estufa, isto é, prendem o calor na atmosfera e o empenho de países como a China em direção ao progresso econômico segundo alerta dado pela Aliança dos Estados de Ilhas Pequenas, o aumento nos níveis dos oceanos, causado pelo aquecimento global, ameaça a existência das ilhas em todo o mundo. Temendo as consequências do aquecimento global, a aliança que reúne 43 estados, pediu aos países industrializados que assumam a responsabilidade moral de reduzir as emissões de gases.

Na Conferência sobre o clima, promovida pelas Nações Unidas, os países em desenvolvimento reclamaram das dificuldades financeiras e destruição que têm de enfrentar por causa dos excessos dos países industrializados.

Segundo TUILOMA NERONI SLADE, embaixador de Samoa, Ilhas Maldivas na ONU.

*"Estamos agora sofrendo, e na expectativa de sofrer de modo mais direto, todo o leque de impactos climáticos, como o aumento nos ciclones, furacões, tufões . Países como Samoa, e desaparecerão sob as ondas se, como prevêem os cientistas, a temperatura da Terra continuar a subir e as capotas de gelo derreterem,"*

## 5. CONCLUSÃO

Em termos de química do meio ambiente, o efeito estufa é o problema mais sério com que a humanidade se defronta neste início de século XXI. Apesar nas conferências e acordos assinados no Rio de Janeiro em 1970 e do protocolo de Quioto em 1997, os cortes nas emissões de gases não atingiram as metas pretendidas.

O avanço em escala comercial de tecnologias avançadas que reduzam a utilização de energia e emissões ainda é muito tímida, especialmente no Brasil. Para que seja possível conceber um futuro mais sustentável do ponto de vista energético é necessário maior participação de fontes renováveis e maior eficiência para produção e uso de energia. É fundamental maior compromisso e esforço por parte do setor público e privado, seja em nível local ou internacional.

No caso do efeito estufa existem algumas possibilidades para reduzir a contribuição para reduzir a emissão de gases estufa pelo setor energético uma delas seria promover a substituição de combustíveis fósseis por renováveis, realizar a substituição de combustíveis fósseis por outros com menor conteúdo de carbono, como o gás natural, e finalmente acelerar a redução do uso de energia, através de tecnologias eficientes e sistemas menos intensivos em energia.

Essas são as direções que deverão guiar os esforços de inovação tecnológica para a área energética daqui em diante, para um futuro com menores impactos ambientais.

De acordo com o balanço energético mundial constata-se que a demanda energética cresce cada vez mais acompanhando o desenvolvimento econômico e o crescimento da população. É necessário uma inovação do pensamento mundial com conscientização que será obtida através da educação ambiental e de investimento em novas tecnologias para preservação do Meio ambiente.

## 6. BIBLIOGRAFIA

ERNANI, Santori. **Aquecimento global**. Rio de Janeiro. 2000

TORLONI, Hilário. **Problemas Brasileiros**. São Paulo. 16 ed. 1993.

UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTONIO CARLOS. **Poluição das águas e do solo**. Juiz de Fora. 2000

FURTADO, Celso. **O Mito do Desenvolvimento Econômico**. 5 ed, Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981.

Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso Futuro Comum**. 2. Ed., Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991

MONTIBELLER FILHO, Gilberto. **Ecodesenvolvimento e desenvolvimento sustentável - Conceitos e princípios**. in: Textos de Economia, Florianópolis, UFSC, 1993, v. 4, n. 1, p:132-142.

LEIS, Hector Ricardo. **Ambientalismo: um projeto realista-utópico para a política mundial in: Meio Ambiente, Desenvolvimento e Cidadania: Desafios para as Ciências Sociais**. 2 ed., São Paulo: Cortez, Florianópolis: Ufsc, 1998.

GLASSIE John. **O futuro da vida**. Entrevista com Edward Wilson. Folha de São Paulo, Caderno Mais, pp:26-28, 17 fevereiro de 2002.

BARBIERI, José Carlos - **Desenvolvimento e Meio Ambiente: As Estratégias de Mudanças da Agenda 21**. Petrópolis: Vozes, 1997.

VEIGA, José Eli,. **Meio Ambiente, Uma bem intencionada ilusão**. 2003  
<<http://www.estadao.com.br>>/Acesso em 04 Nove. 2004.

Intergovernmental Panel on Climate Change, (*Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima*) IPCC: **MUDANÇA CLIMÁTICA 2001: impactos, adaptação e vulnerabilidade**". 1999.

TORRES, Breno; NUNES, Santiago; MARQUES JÚNIOR, Sérgio; EUGÊNIO Rubens. Projeto de Pesquisa. **Poluição automotiva e os efeitos sócio ambientais**. Faculdade de Medicina da USP. 2001

COELHO, Suani; et al. Medidas mitigadoras para a redução de emissões de gases de efeito estufa na geração termelétrica. Brasília .2000

Relatório da Organização Mundial de Saúde (OMS) . **Qualidade do ar**. 1999

LEGGET, Jeremy. **Aquecimento global. O relatório do Greenpeace**. Ed. Getúlio Vargas. Rio de Janeiro. 1992.