

## RESUMO

O aquecimento global é um dos temas mais abordados atualmente em diversas áreas do conhecimento. Constitui em tema de discussão não somente entre os cientistas, mas entre políticos, público em geral e governantes. Esse termo - “aquecimento global” - refere-se ao aumento da temperatura do planeta causado, principalmente, pelo aumento da concentração de certos gases atmosféricos, tais como o dióxido de carbono, metano, óxido nítrico, e clorofluorcarbonos, ou seja, gases relacionados com o efeito estufa da atmosfera terrestre. É importante mencionar que o aumento dos gases de efeito estufa na atmosfera terrestre é atribuído, principalmente, a queima de combustíveis fósseis e madeira, logo, agravando este problema, tem-se o desmatamento florestal em todo o mundo. É esta vegetação encontrada nas florestas que contribui como uma das maiores fontes dissipadoras e de absorção do excesso de dióxido de carbono depositado na atmosfera. Outra fonte importantíssima também para a dissipação e absorção do dióxido de carbono são os oceanos. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é descrever alguns dos aspectos a respeito do aquecimento global em diversas áreas, através de uma revisão crítica da literatura científica disponível sobre o tema.

**Palavras-chave:** aquecimento global, mudanças climáticas, gases de efeito estufa, efeito estufa, desenvolvimento sustentável.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	3
<b>CAPÍTULO I: O AQUECIMENTO GLOBAL E O EFEITO ESTUFA</b>	5
1.1 — A atmosfera terrestre e o efeito estufa	5
1.2 — Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	10
1.2.1 — O Ciclo do Carbono	12
1.3 — Metano (CH <sub>4</sub> )	14
1.4 — Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	16
1.5 — Hexafluoretano de enxofre (SF <sub>6</sub> )	17
1.6 — Monóxido de carbono (CO)	18
1.7 — Homem x meio ambiente: um histórico de destruição dos recursos naturais e de poluição	19
1.8 — Principais poluentes atmosféricos e seus efeitos para o ser humano	22
1.9 — Potencial de Aquecimento Global	24
<b>CAPÍTULO II — AS CONSEQÜÊNCIAS AMBIENTAIS PERANTE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS</b>	26

<b>CAPÍTULO III — O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL COMO ALTERNATIVA PARA A REDUÇÃO DO AQUECIMENTO GLOBAL</b>	<b>31</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>38</b>

## **INTRODUÇÃO**

O aquecimento global é um dos temas mais abordados atualmente em diversas áreas do conhecimento. Constitui em tema de discussão não somente entre os cientistas, mas entre políticos, público em geral e governantes. Uma das questões principais a respeito desta temática é: “como o aquecimento global irá influenciar o clima e os fenômenos naturais de nosso planeta”? E ainda: “Qual a consequência dessas alterações”? De acordo com os especialistas sobre o tema, estas ainda são perguntas sem respostas precisas, onde apenas estimativas e hipóteses podem ser elaboradas.

O termo “aquecimento global” refere-se ao aumento da temperatura do planeta causado, principalmente, pelo aumento da concentração de certos gases atmosféricos, tais como o dióxido de carbono, metano, óxido nítrico, e clorofluorcarbonos. Esses gases apresentam como principal característica, a habilidade de “prender” a energia radiante do sol, levando a elevações da temperatura atmosférica, a qual, por sua vez, pode causar mudanças significativas no clima, alterar os padrões de chuvas e tempestades, mudar os padrões de correntes marinhas, e aumentar a faixa máxima de alcance do nível do mar.

É importante mencionar que o aumento dos gases de efeito estufa na atmosfera terrestre é atribuído, principalmente, a queima de combustíveis fósseis e madeira.

Ressalta-se também que, certamente, o aumento dos níveis de CFCs atmosféricos encontram-se diretamente relacionado a atividade antrópica, uma vez que este gás é uma invenção humana e é utilizado nos sistemas de ar refrigerado.

Agravando o problema, encontra-se o desmatamento das florestas em todo o mundo. A vegetação encontrada em florestas contribui como uma das maiores fontes dissipadoras e de absorção do excesso de dióxido de carbono depositado na atmosfera. Lembrando que uma outra fonte também importantíssima para a dissipação e absorção do dióxido de carbono são os oceanos.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é descrever os principais aspectos a respeito do aquecimento global em diversas áreas, através de uma revisão crítica da literatura científica disponível sobre o tema.

## **CAPÍTULO I: O AQUECIMENTO GLOBAL E O EFEITO ESTUFA**

## 1.1 — A atmosfera terrestre e o efeito estufa

De maneira simplificada, o efeito estufa pode ser descrito como um fenômeno que “envolve processos de absorção e emissão das diferentes formas de energia eletromagnética, onde uma radiação mais energética pode ser absorvida por um corpo e, ao ser emitida, se transforma em outro tipo de radiação, com energia mais baixa” (SILVA et al., 2006), (Figura 1).

Em um primeiro momento, é necessário considerar que o efeito estufa é um fenômeno natural do planeta Terra. É resultado da ocorrência de determinados gases na atmosfera terrestre que permitem que o planeta apresente uma temperatura média relativamente estável (em torno de 15° C) no decorrer do tempo. Sem a presença destes gases atmosféricos, a temperatura média do planeta Terra seria de -18° C, aproximadamente (D'AMELIO, 2006).

A atmosfera terrestre detém centenas de quilômetros de extensão, porém, a grande parte desta atmosfera (99%) encontra-se localizada nos primeiros 30 Km a partir da superfície terrestre. Os gases Nitrogênio e Oxigênio são os que se apresentam em maiores concentrações, como pode ser observado na Tabela 1, onde encontram-se descritos os principais gases que compõem a atmosfera terrestre em volume de ar, próximo a superfície da Terra (AHRENS, 2000).

Tabela 1: Gases que compõem a atmosfera terrestre próximo a sua superfície. Fonte: Adaptado de Ahrens (2000).

Gases Permanentes		
<i><b>Gás</b></i>	<i><b>Símbolo</b></i>	<i><b>Porcentagem de volume</b></i>
Nitrogênio	N <sub>2</sub>	78,08
Oxigênio	O <sub>2</sub>	20,95
Argônio	Ar	0,93
Néon	Ne	0,0018
Hélio	He	0,0005
Hidrogênio	H <sub>2</sub>	0,00006
Xenônio	Xe	0,000009

### Gases Variáveis

<i><b>Gases e partículas</b></i>	<i><b>Símbolo</b></i>	<i><b>Porcentagem de volume</b></i>	<i><b>Partes por milhão (ppm)</b></i>
Vapor de água	H <sub>2</sub> O	0 a 4	
Dóxido de Carbono	CO <sub>2</sub>	0,037	368
Metano	CH <sub>4</sub>	0,00017	1,7
Óxido nitroso	N <sub>2</sub> O	0,00003	0,3
Ozônio	O <sub>3</sub>	0,000004	0,04
Partículas		0,000001	0,01- 0,15
Clorofluorcarbono (CFC)		0,00000002	0,0002

Os principais gases naturalmente envolvidos no efeito estufa são o vapor de água (H<sub>2</sub>O), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), clorofluorcarbonos (CFCs), hidroclorofluorcarbonos (HCFCs), Ozônio (O<sub>3</sub>), hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>), entre outros (D'AMELIO, 2006). Apesar de o CO<sub>2</sub> não ser um gás naturalmente relacionado ao efeito estufa, este constitui um importante traçador de queimadas de florestas e outros combustíveis fósseis e também se apresenta como um importante componente da química atmosférica, uma vez que a partir dele torna-se possível caracterizar atmosferas oxidantes (D'AMELIO, 2006).

Dessa maneira, diversas atividades relacionadas com aspectos econômicos e industriais apresentam, como consequência, alterações na composição padrão destes gases na atmosfera terrestre. Sobre este assunto, Suarez (2000, p. 1) afirma que:

Na crise atual que a sociedade humana vem enfrentando, a mudança ambiental global tem se manifestado com preponderância. Para entender essa mudança, é preciso concentrar-se nas interações entre os sistemas ambientais, (que incluem atmosfera, biosfera, geosfera e hidrosfera) e os sistemas humanos (incluindo os econômicos, políticos, socioculturais e tecnológicos). Esses sistemas encontram-se em dois pontos: naqueles onde as ações humanas causam mudanças ambientais

alterando diretamente sistemas ecológicos, e naqueles onde as mudanças ambientais afetam diretamente aspectos que os seres humanos valorizam.

Como consequência desses eventos, no período entre 1750 a 1998, a concentração dos Gases de Efeito Estufa (GEE), como por exemplo, o gás carbônico, o metano e o óxido nitroso, praticamente dobrou, como descrito na Tabela 2.

Tabela 2: Concentração global de alguns Gases de Efeito Estufa (GEE) gerados por atividades humanas. Fonte: Rocha (2003, p. 1).

	<b>CO<sub>2</sub></b> <b>(Gás Carbônico)</b>	<b>CH<sub>4</sub></b> <b>(Metano)</b>	<b>N<sub>2</sub>O</b> <b>(Óxido Nitroso)</b>
Concentração em 1750	280 ppm	700 ppb	270 ppb
Concentração em 1998	365 ppm	1745 ppb	314 ppb
Taxa de alteração*	1,5 ppm/ano**	7,0 ppb/ano**	0,8 ppb
Residência na Atmosfera (anos)	50-200	12	114

**Legenda:** ppm = partes por milhão; ppb = partes por bilhão; \* = Taxa calculada durante o período de 1990 a 1999; \*\* = A taxa para CO<sub>2</sub> tem flutuado entre 0,9 e 2,8 ppm/ano e para CH<sub>4</sub>, entre 0 e 13 ppb/ano durante o período de 1990 a 1999.



Figura 1: Esquema demonstrando a ocorrência do efeito estufa. Fonte: <http://www.rudzerhost.com/ambiente/estufa.htm>

## 1.2 — Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

Nos últimas décadas, com o advento das máquinas e indústrias, a partir da Revolução Industrial, as fontes de emissão de CO<sub>2</sub> e a expressividade dessas emissões na atmosfera encontram-se bastante alteradas quando comparadas ao ciclo global e normal do carbono (Figura 2). A queima de combustíveis, desmatamentos e queima de biomassa contribuem significativamente para esse ciclo biogeoquímico e, por este motivo, pesquisadores estudam uma forma de acrescentar essas novas fontes ao ciclo natural (e global) do carbono. Desde a década de 80, as fontes emissoras de CO<sub>2</sub> encontram-se em constante aumento, o que preocupa muito os especialistas envolvidos com o tema de aquecimento global e mudanças climáticas (D'AMELIO, 2006).

É interessante mencionar, entretanto, que os primeiros estudos relacionados ao balanço entre as emissões de carbono lançados na atmosfera, através da queima de combustíveis fósseis e biomassa, e a concentração atmosférica de CO<sub>2</sub> e a taxa absorvida pelos biomas terrestres e aquáticos não eram equivalentes. Tal fato demonstra que existem sumidouros para o CO<sub>2</sub> que ainda permaneciam desconhecidos, denominados “missing carbon sink” (OMETO et al. 2005).

A primeira hipótese sobre esta temática foi de que os oceanos, ou os biomas terrestres, talvez estivessem absorvendo uma taxa maior de dióxido de carbono do que o estimado. Paralelamente, modelos experimentais com a finalidade de se determinar a real taxa de dióxido de carbono acumulado na atmosfera foram realizados (COX et al., 2000; WHITE et al., 2000).

Por representar a maior floresta tropical do mundo , a Floresta Amazônica tem sido palco de inúmeras pesquisas sobre este tema, a fim de se esclarecer sobre as reais taxas de CO<sub>2</sub> lançadas para a atmosfera e o quanto pode ser reabsorvido pela floresta. De acordo com D'amelio (2006, p. 7):

Na década de 1990, o estudo sobre o “missing carbon sink” progrediu com evidências que o reflorestamento em florestas temperadas também contribuía para o sumidouro terrestre de carbono, intensificando os estudos neste campo. Devido à Floresta Amazônica ter alta densidade de biomassa, esta se tornou uma grande candidata natural de sumidouro de carbono. Por isso, a Amazônia é considerada potencialmente significativa no ciclo global do carbono como sumidouro ou fonte, devido à grande quantidade de carbono estocado pela sua biomassa, e também ao grande fluxo proveniente da fotossíntese, respiração, decomposição e queimadas.

Contudo, é preciso mencionar que há controvérsias sobre os resultados das pesquisas sobre o fluxo total do carbono na Amazônia, uma vez que as metodologias utilizadas nos experimentos diferem bastante entre si.

#### *1.2.1 — O Ciclo do Carbono*

Em se tratando de planeta Terra, dois ciclos biogeoquímicos são os mais importantes em relação à humanidade: o ciclo do dióxido de carbono e o ciclo hidrológico.

Ambos os ciclos são caracterizados por pools atmosféricos pequenos porém muito ativos que, sendo vulneráveis às perturbações antropogênicas, por sua vez, podem mudar o tempo e os climas.

É importante mencionar que a concentração de dióxido de carbono na atmosfera é muito pequeno, quando comparado com a concentração de carbono encontrada nos oceanos e dos combustíveis fósseis e de outros depósitos da crosta terrestre. Um resumo das etapas do ciclo do carbono global encontra-se na Figura 2.

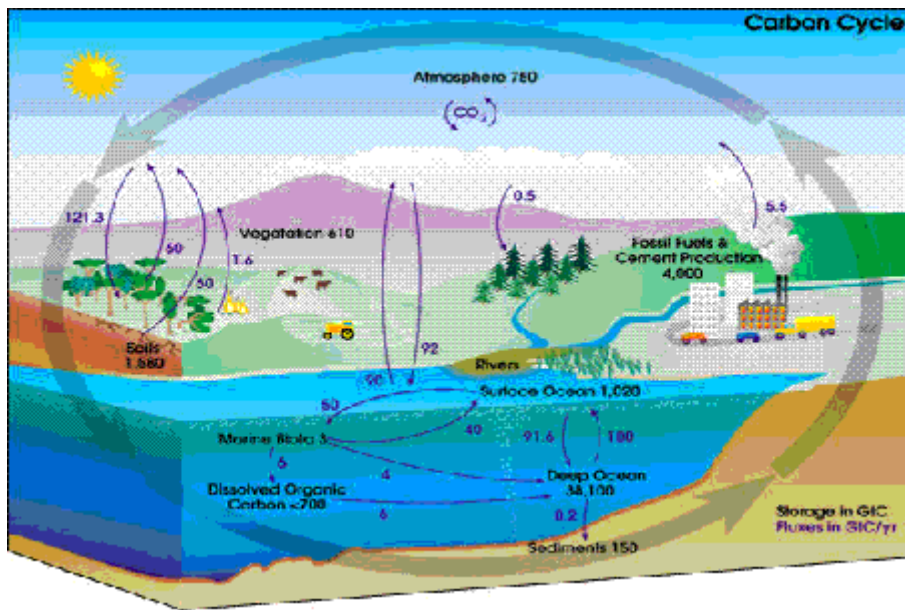


Figura 2: O ciclo do carbono. Os números denotam a porcentagem de C que é dissipado/assimilado em cada etapa do sistema.

Fonte: [http://bambooblog.files.wordpress.com/2007/10/carbon\\_cycle-cute\\_diagram.jpg](http://bambooblog.files.wordpress.com/2007/10/carbon_cycle-cute_diagram.jpg)

### 1.3 — Metano ( $\text{CH}_4$ )

O metano é um dos principais gases que contribuem para o efeito estufa. Sua química é responsável por um importante papel na atmosfera terrestre e é também responsável, indiretamente, por alterações climáticas. Ele absorve luz infravermelha a  $7,66 \mu\text{m}$ , que corresponde a uma região espectral que a água e o gás carbônico praticamente não absorvem. (D'AMELIO, 2006).

De acordo com estudos realizados em “icecores” provenientes da Antártida e da Groelândia demonstraram que a concentração de metano na atmosfera eram pequenos até a época da Revolução Industrial, quando sua concentração atmosférica começa a elevar-se. De acordo com Etheridge et al. (1988), em 1980 a concentração de metano que podia ser encontrado na atmosfera era equivalente ao dobro da concentração encontrada em 1880.

Segundo Ferreti et al. (2005) as fontes de emissão de metano podem ser classificadas em três categorias principais, a saber:

— *biogênicas*: nessa classe encontram-se as fontes relacionadas as atividades humanas. Exemplo: plantações de arroz e áreas alagadas;

— *animais ruminantes*;



— *pirogênicas*: classe que engloba todas as atividades relacionadas a queima de recursos naturais (combustíveis fósseis e biomassa), dentre as quais podem ser citadas, como exemplo, a emissão natural por aeração ou combustão natural, vazamento em distribuição de sistemas e minas de carvão.

Cabe ressaltar que as taxas de emissão de metano variam de acordo com as características climáticas do local e, também, encontram-se relacionadas com as atividades de cultivo de arroz e queima de biomassa (RUDDIMAN, 2003).

As árvores também parecem estar diretamente relacionadas com a emissão de metano, o que, segundo D'amelio (2006, p. 8) traz uma importante questão a ser determinada: “Qual o papel da floresta na emissão do metano?”.

De acordo com Ferreti et al. (2005):

Variações na temperatura e umidade podem influenciar as emissões naturais de áreas úmidas (alagadas e queimadas). Se temperaturas mais quentes coincidirem com condições de seca, neste período (seco e quente), espera-se elevada emissão por queimada e emissão reduzida por fonte biogênica, se comparada a períodos de clima frio e úmido, pois existe a redução de áreas alagadas devido à evaporação (apud D'AMELIO, 2006, p. 8).

Assim como ocorre com o dióxido de carbono, os sumidouros de metano ainda não são totalmente conhecidos. Sabe-se, contudo, que tal gás sofre oxidação na troposfera, uma vez que o metano reage com o radical hidroxila (OH), da seguinte maneira:



Assim, tem-se a formação de água, como produto final. Cabe ressaltar que esta reação química só é possível na ausência de monóxido de carbono (CO). Quando há a presença de monóxido de carbono no sistema, a reação entre o metano e a hidroxila passa a ser secundária.

#### **1.4 — Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)**

O óxido nitroso e o hexafluoretano de enxofre, apesar de estarem representados em menores concentrações na atmosfera terrestre, contribuem significativamente para o aumento do efeito estufa.

Em relação ao óxido nitroso, este é um gás traço que apresenta contribuição direta ao efeito estufa. De acordo com dados do IPCC (2001), descrevem que a contribuição do gás para o aquecimento global é de aproximadamente 300 vezes maior que o do dióxido de carbono. Seu tempo de vida médio é de 120 anos (SCHINDLBACHER et al. 2004).

As principais fontes de óxido nitroso são as reações químicas realizadas por microorganismos que ocorrem nos solos, como por exemplo, a nitrificação e a desnitrificação. Por estar relacionado com este tipo de reação, o aumento da temperatura também eleva a velocidade dessas reações, aumentando, conseqüentemente, a emissão de óxido nitroso.

De acordo com dados recentes da literatura, o nitrato e o amônio encontrados no solo, o tipo e a porosidade do solo, temperatura, pH e a facilidade de metabolização de carbono no solo controlam as taxas de emissão de óxido nitroso (D'AMELIO, 2006). O uso de fertilizantes também aumenta a emissão de óxido nitroso do solo (TILMAN et al., 2001). Ainda de acordo com Tilman et al. (2001), a emissão de óxido nitroso ainda será expressivamente elevada devido a utilização de pesticidas e fertilizantes.

Quanto a dissipação do óxido nitroso, seu principal sumidouro é a estratosfera, tendo em vista que o óxido nitroso encontra-se envolvido na destruição da camada de ozônio estratosférica (HOUGHTON et al., 1996).

### **1.5 — Hexafluoretano de enxofre (SF<sub>6</sub>)**

Já em relação ao hexafluoretano de enxofre, este gás é considerado um GEE (gases de efeito estufa) altamente eficiente (MAISS & BRENNINKE, 1998). O gás apresenta uma capacidade de aquecimento expressivamente bem maior que a capacidade demonstrada pelo dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Constitui em um gás traço bastante estável, e de acordo com D'amelio (2006, p. 10):

Acredita-se ser produzido em quase toda a sua totalidade pelo homem. Embora traços possam ser originados naturalmente a partir de rochas fluoríticas. Suas propriedades físico-químicas únicas fazem esse gás ideal para muitas aplicações, predominantemente como isolante e acionador elétrico.

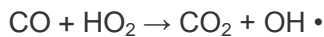
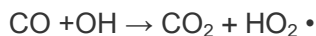
Outra característica importante deste composto é seu tempo de vida na atmosfera: 3.200 anos (MAISS & BRENNINKE, 1998).

### **1.6 — Monóxido de carbono (CO)**

O monóxido de carbono apresenta relativa estabilidade na atmosfera. Sua vida global média, na troposfera, é de aproximadamente um mês para climas tropicais e quatro meses em climas temperados (IPCC, 2001).

Sua importância relacionada as reações químicas que ocorrem na atmosfera terrestre é inquestionável. É o principal sumidouro para radicais hidroxilas (OH), o que influencia

diretamente nas atividades oxidantes da atmosfera e, além disso, participa do processo de formação do Ozônio (KISSELLE et al., 2002). As reações químicas entre o radical OH e o CO encontram-se descritos abaixo:



Ressalta-se, assim, que a concentração de monóxido de carbono na atmosfera encontra-se diretamente relacionada a outros gases traço como os HCFCs e do metano.

Já em relação aos sumidouros do gás CO, tem-se que o principal sumidouro, além das reações com os radicais hidroxilas na troposfera, é a deposição seca deste gás no solo (BERGAMASCHI et al., 2000).

### **1.7 — Homem x meio ambiente: um histórico de destruição dos recursos naturais e de poluição**

De acordo com MICHAELIS (2000) ecologia é a parte da biologia que estuda as relações dos organismos com o ambiente, e ecossistema é o conjunto de relações entre uma comunidade de organismos e seu meio ambiente. De acordo com MAGALHÃES (1998), a ciência denominada de ecologia surgiu em 1895. Antes disto, os problemas ecológicos pertenciam a “Economia da Natureza”.

Antes da presença do homem na Terra, os impactos que ocorriam contra o meio ambiente eram apenas de ordem natural, ou seja, eram relacionados tão somente às mudanças ambientais do planeta e aos desastres naturais como os períodos glaciais, tempestades, queda de meteoros, terremotos, vulcanismos, entre outros.

Foi a partir do surgimento do homem e de seu “progresso” que o meio ambiente passou a “enfrentar” outros tipos de impactos, que, geralmente, ocorrem em maior intensidade e rapidez do que os impactos ditos “naturais”.

As questões relacionadas às influências humanas nessas mudanças envolvem uma série de forças propulsoras, podendo-se mencionar como principais as sócio-econômicas e as ético-culturais. Nesse sentido, o modelo de desenvolvimento predominante, baseado no caráter mecanicista e acumulativo do sistema econômico capitalista, tem moldado um estilo de vida baseado no consumismo e no desperdício. Esta fato coloca permanentemente em risco o meio ambiente e perpetua as desigualdades sociais, pois o desejo de atingir o progresso e a modernização através do crescimento econômico, catalisado pela industrialização, demanda um alto grau de consumo de energia e exploração dos recursos naturais – renováveis ou não – do planeta (fonte de matéria prima e energia), que por sua vez são os principais componentes do processo de produção (SUAREZ, 2000, p. 1).

É importante mencionar que os impactos ambientais não são atribuídos, somente, ao homem, moderno. Desde que o homem passou a manipular a realidade a sua volta tais impactos podem ser identificados. Assim, pode-se dizer que há uma relação entre os impactos ambientais e o momento histórico do desenvolvimento/evolução do *Homo sapiens*.

É evidente que a magnitude destas atividades impactantes aos ecossistemas variou ao longo do tempo de existência da humanidade (~1.000.000 anos) e, convencionalmente, pode-se distinguir três períodos da ação do homem sobre o ambiente em se tratando de poluição (MARQUES JUNIOR et al., 2002).

Em um primeiro momento, a partir dos primórdios da existência humana, correspondendo a 99% do tempo da humanidade, há a produção de ferramentas a partir de pedras. As populações eram nômades e sobreviviam através das atividades de caça e pesca, somente para a subsistência. Nesse período, há a ausência de poluição.

O segundo período é caracterizado pela fixação das populações humanas, com o domínio das técnicas agrícolas, início das atividades extrativistas de minérios e manufatura de utensílios e ferramentas metálicas. Esse período corresponde a quase 1% do período de existência da humanidade, ou seja, entre os anos de 7000 a.C. e o começo da Idade Média. É nesse período que, provavelmente, começam os primeiros impactos antropológicos, caracterizados pela eutrofização local de pequenos lagos e outros tipos de impactos relacionados às atividades de agricultura e extrativismo (MARQUES JUNIOR et al., 2002).

Já o terceiro e último estágio corresponde a apenas 0,1% do tempo de existência da humanidade, tendo início ao final da Idade Média e início da Revolução industrial até os dias atuais. Esta fase se caracteriza pelo rápido aumento da densidade populacional e mudanças de ideologias. Nesse período, observa-se o rápido crescimento populacional e da economia mundial, tem-se o início da grande demanda pelos combustíveis e alimentos, além do acúmulo de rejeitos nas águas, mares, florestas, atmosfera e demais ambientes. Nesse sentido, pode-se dizer que a Revolução Industrial é o início de um período de exploração e destruição desordenada dos ecossistemas (CMMAD, 2001).

O aumento de parques industriais sem projetos de implantação que cuidassem das questões urbanísticas locais acabaram por resultar em acúmulo e concentração de resíduos e lixo em solos despreparados ou em canais marítimos ou fluviais. Esse cenário é intensificado com o aparecimento de locomotivas, navios a motor e outras tecnologias com funcionamento à base de óleo diesel. Embora estas descobertas tecnológicas otimizassem os resultados dos ciclos produtivos em geral, afetavam substancialmente os recursos naturais do meio ambiente (ANDRADE et al, 2002).

Constituíam-se, assim, a “ideologia de Produção” marcada pelo lucro, pela exploração dos recursos naturais e do semelhante, onde o crescimento populacional e o da economia mundial encontram-se relacionado com a demanda crescente de combustíveis e alimentos e pelo acúmulo de rejeitos no controle dessas emissões, em vários países, dentre eles, o Brasil.

### 1.8 — Principais poluentes atmosféricos e seus efeitos para o ser humano

Como complemento as principais características dos gases atmosféricos relacionados com o efeito estufa, serão abordadas, a seguir, as principais fontes (tanto fontes naturais, como fontes antropogênicas) de emissão destes gases e demais poluentes para a atmosfera, além do processo de liberação destas substâncias para o meio ambiente. Serão descritas, também, os efeitos destes poluentes para os seres humanos, como pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3: Os principais gases de efeito estufa e demais poluentes atmosféricos, suas fontes naturais e antropogênicas para sua emissão na atmosfera e seus respectivos efeitos negativos para o ser humano. Fonte: adaptado de Rcha (2003) e D'amelio (2006).

POLUENTE	FONTES	PROCESSOS	EFEITO
<b>Óxidos de Enxofre (SO<sub>x</sub>)</b>	Antropogênicas	Combustão (refinarias, centrais térmicas, veículos diesel) Processos Industriais	Afeta o sistema respiratório Chuvas ácidas Danos em materiais
	Naturais	Vulcanismo Processos biológicos	
<b>Óxidos de Azoto (NO<sub>x</sub>)</b>	Antropogênicas	Combustão (veículos e indústria)	Afeta o sistema respiratório Chuvas ácidas
	Naturais	Emissões da vegetação	
<b>Compostos Orgânicos</b>	Antropogênicas	Refinarias Petroquímicas	Poluição fotoquímica

<b>Voláteis (COV)</b>		Veículos Evaporação de combustíveis e solventes	Incluem compostos tóxicos e carcinogénicos
<b>Monóxido de Carbono (CO)</b>	Antropogénicas	Combustão (veículos)	Reduz a capacidade de transporte de oxigénio no sangue
	Naturais	Emissões da vegetação	
<b>Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)</b>	Antropogénicas	Combustão	Efeito de estufa
	Naturais	Fogos florestais	
<b>Chumbo (Pb)</b>	Antropogénicas	Gasolina com chumbo Incineração de resíduos	Tóxico acumulativo Anemia e destruição de tecido cerebral
<b>Partículas</b>	Antropogénicas	Combustão Processos industriais Condensação de outros poluentes Extração de minerais	Alergias respiratórias Vector de outros poluentes (metais pesados, compostos orgânicos carcinogénicos)
	Naturais	Erosão eólica Vulcanismo	
<b>CFC's e Halons</b>	Antropogénicas	Aerossóis Sistemas de refrigeração Espumas, sistemas de combate a incêndios	Destruição da camada de ozono Contribuição para o efeito de estufa

## 1.9 — Potencial de Aquecimento Global

Para se determinar a probabilidade do efeito climático que cada gás de efeito estufa pode representar, foi criado o índice do “potencial de aquecimento global” (PAG) . O potencial de aquecimento global é calculado com base na forçante radioativa e no tempo de vida de cada gás componente da atmosfera que participa do processo de efeito estufa (IPCC, 2001; D’AMELIO, 2006). Dessa maneira, pretende-se facilitar, futuramente, a regulamentação das emissões dos gases de efeito estufa. De acordo com o IPCC (2001), o PAG pode ser definido como: “variação na forçante radioativa na atmosfera em um determinado período de tempo para cada gás em função do CO<sub>2</sub>”.

Observam-se na tabela 4, os valores de PAG para alguns gases presentes no processo de efeito estufa, bem como a concentração atmosférica dos respectivos gases em dois momentos: 1998 e 2005.

Tabela 4: Valores de PAG para os diversos gases em três distintos cenários de tempo (20, 100 e 500 anos) e suas concentrações em 1998. Fonte: (Modificado de IPCC, 2001).

Gases	Concentrações		% de aumento (2005/ 1998)	Tempo de vida (anos)	PAG
	1998	2005			
T = 20 anos					
CO <sub>2</sub>	365 ppm	377,1 ppm	3,2%		1
CH <sub>4</sub>	1745 ppb	1783 ppb	2,2%	12-18	48-90
SF <sub>6</sub>	4,3 ppb	5,84 ppt	26,5%	3200	22200
N <sub>2</sub> O	314 ppb	318,6 ppb	1,5%	121	290

ppm = partes por milhão

ppb = partes por bilhão

## **CAPÍTULO II: AS CONSEQÜÊNCIAS AMBIENTAIS PERANTE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

A preservação ambiental é um processo individual e coletivo. Tanner (1988) já apontava, há duas décadas, para a necessidade de se fixar, como objetivo central da preservação ambiental, a manutenção, para as gerações futuras, das condições de sobrevivência "em nossa Espaçoave Terra". Entretanto, ter tão claramente definido este objetivo não facilita sua divulgação. A vida ainda é um fenômeno não compreendido e as condições de sobrevivência, em nosso planeta, estão longe de serem conhecidas, embora reconheçamos nossa fragilidade e dependência dos outros seres vivos e não-vivos, não só da Terra, mas também do Universo.

Veiga Neto (1994) discute as relações entre a ciência e a ética nas relações ambientais levantando as dificuldades técnicas e políticas trazidas pelo elogio da diferença, no que ele conceitua como pensamento pós-moderno. É importante, para nós que acreditamos na importância da temática, vista como a dimensão ambiental, lembrarmos, com esse autor, que não bastam novas metodologias e novos programas, abordagens alternativas a partir de perspectivas críticas, incorporação de conceitos orientais, e, nem mesmo "conscientizar", para permitir que nosso planeta Terra evolua em seu tempo cósmico, como vem fazendo há milhões de anos, mantendo por muitíssimas gerações humanas a vida, tal como a conhecemos. É preciso entender, e possibilitar aos indivíduos que o façam, "como se articulam as forças e os interesses a que estamos submetidos, colocando em marcha a nossa liberdade" entendida como "a faculdade de que nos apropriamos", não só para viver, mas "para viver melhor" (VEIGA NETO, 1994, p. 163).

A degradação do meio ambiente em grandes proporções vem atingindo massas populacionais de todas as parcelas da sociedade e é de extensão internacional. Vários problemas ambientais evocam quadros de perplexidade: buracos na camada de ozônio, aterros sanitários lotados, poluição sonora, dentre outros.

O crescimento da população e da produção industrial ocasionaram o abuso na utilização dos recursos naturais não renováveis, trouxeram a poluição e muitos outros fatores. Para atenuar esses fenômenos, adotou-se como medida preventiva, a conservação do meio ambiente com ações e projetos educacionais de preservação ambiental.

Para que se consiga o efetivo equilíbrio ambiental é necessário perceber o meio ambiente como o conjunto de quatro esferas interligadas: atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera. A importância de cada uma delas será discutida a seguir.



A atmosfera representada pelo conjunto gasoso que envolve o planeta Terra é responsável pelo clima e recebe influência direta da relação que estabelece com outros sistemas.

Nesta esfera pode observar-se fenômenos degradantes como o efeito estufa, a camada de ozônio, as chuvas ácidas e o desequilíbrio climático. O efeito estufa é decorrente do acúmulo de monóxido de carbono, sobretudo nas grandes cidades, ocasionando o aumento da temperatura. Desta forma, está estritamente relacionado a poluição atmosférica.

De acordo com OLIVEIRA (2000), a preocupação em preservar o ar atmosférico consiste no fato de se evitar problemas de saúde, de caráter respiratório e dermatológico. Além disso, os danos a camada atmosférica resulta em maior incidência raios solares sobre a Terra, promovendo a evaporação de recursos naturais como oceanos, mares, rios e lagos que abastecem e alimentam outros seres vivos.

A camada de ozônio é o agente protetor contra as radiações ultravioletas solares que provocam câncer de pele. A poluição do ar através dos poluentes liberados na atmosfera pelos parques industriais quebra as ligações de ozônio, fazendo buracos na sua camada.

Entretanto, é só a camada de ozônio que é afetada pelos efeitos industriais. Outro fenômeno atmosférico causado por esse motivo são as chuvas ácidas. Elas decorrem das reações de detritos e gases emitidos, principalmente, pelas chaminés das fábricas, com o vapor de água da atmosfera. A acidificação das águas das chuvas compromete a qualidade da água consumida e mata os seres vivos que se expõem a ela.

Como dado relevante para a caracterização climática do planeta, a variação da temperatura é indício preocupante. As sucessivas frentes frias, inversões térmicas e degradação da qualidade do ar são ocorrências comuns que acarretam casos de meningite, pneumonia, doenças cardiovasculares e respiratórias. Por todos esses motivos, a atmosfera constitui componentes e funções indispensáveis para a vida em nosso planeta.

A hidrosfera compreende recursos de ordem hídrica do sistema. A água é considerada o principal componente para o surgimento da vida. A manutenção desse bem natural depende da sua interação com as variações do ecossistema (VIEIRA, 2004).

Sendo um dos maiores habitat do planeta, é o mais rico em forma de vida, com personagens imprescindíveis pela produção de oxigênio necessário à sobrevivência deste planeta. Mas, nem por isso, escapou de ser atingida por essas agressões. O seu

ecossistema foi destruído pelos lixos nela depositados, desequilibrando a oferta de oxigênio para a atmosfera.

Como os gases atmosféricos e a temperatura também possuem elo com o equilíbrio marinho, a poluição do ar é absorvida pelos oceanos, contribuindo para o aumento do aquecimento global. Por outro lado, o fenômeno da camada de ozônio acarreta a morte dos plânctons, comprometendo a cadeia alimentar marinha e a dos homens.

O desenvolvimento urbano nas encostas dos rios coloca em risco o estoque de água doce e os processos de evaporação e evapotranspiração ficam prejudicados com o desmatamento e com a desertificação (OLIVEIRA, 2000).

Os principais problemas ambientais relativos à litosfera, no que dizem respeito às ações antrópicas, caracterizam-se pela exploração de recursos naturais minerais não renováveis com os respectivos desgastes que estas exploração acarretam. (OLIVEIRA, 2000). São eles: inundação de extensas áreas para gerar energia elétrica, queima de florestas e muitos outros desastres ambientais.

Um outro processo relevante a se considerar na litosfera é a desertificação provocada pelas queimadas, desmatamentos, assoreamentos, mineração, agrotóxicos e sanalização. O solo é elemento fundamental entre o inanimado e o vivo.

Com a acelerada marcha de extinção, o processo evolutivo fica limitado para a adaptação às mudanças climáticas, principalmente devido aos efeitos da destruição da camada de ozônio e do efeito estufa.

As espécies vegetais são de extrema relevância para o equilíbrio entre os sistemas. Os desmatamentos e queimadas liberam gases que vão agravar o efeito estufa e as chuvas ácidas. Sem árvores, o solo, afetado por essas chuvas pode ficar estéril e as águas, sem as raízes, levam os nutrientes, aumentando a erosão e empobrecendo os solos. Esses produtos irão sedimentar os rios, comprometendo os recursos hídricos e provocando a desertificação que é prejudicial à vida.

Da relação em diferentes épocas e lugares dos seres humanos entre si e com o meio físico-natural emerge o que se denomina meio ambiente. Diferente dos mares, dos rios, das florestas, da atmosfera, que não necessitam da ação humana para existir, o meio ambiente preciso do trabalho dos seres humanos para ser construído e reconstruído e, portanto, para ter existência concreta (VEIGA NETO, 1994).

### **CAPÍTULO III — O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL COMO ALTERNATIVA PARA A REDUÇÃO DO AQUECIMENTO GLOBAL**

De acordo com a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (1991), o desenvolvimento sustentável pode ser conceituado da seguinte maneira: “aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras de atenderem suas próprias necessidades” (apud CHAN, 2006).

A princípio, o desenvolvimento sustentável englobava apenas a questão ambiental e a exploração descontrolada dos recursos naturais, porém deve-se enfatizar que, atualmente, o seu conceito passou a ser mais abrangente, abarcando os aspectos sociais, econômicos, político, éticos, científicos, tecnológicos e ecológicos.

Sobre o conceito de desenvolvimento sustentável, Cham (2006, p. 9) descreve que:

O conceito dessa definição, no entanto, tem sido objeto de várias discussões. Embora ainda não exista uma definição prática universalmente aceita de desenvolvimento sustentável, há um crescente consenso de que este deve incorporar três aspectos: econômico, social e ambiental. Cada aspecto corresponde a um domínio (e um sistema) que tem forças motoras e objetivos próprios e distintos. A economia é movida principalmente no sentido de melhorar o bem-estar humano, principalmente através do aumento do consumo de bens e serviços. O domínio ambiental focaliza a proteção da integridade dos sistemas ecológicos. O domínio social enfatiza o enriquecimento das relações humanas, a realização de aspirações individuais e coletivas e o fortalecimento de valores e instituições.

Porém, tem-se que a idéia globalizante do meio ambiente é ponto básico para a formulação do conceito de desenvolvimento sustentável, com o intuito de servir às necessidades do presente sem arrastar conseqüências insatisfatórias que venham a impossibilitar gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades (RICO, 2004).

Apesar de este conceito ser convincente e de fácil aceitação, a sua execução é complicada e polêmica por haver certa exigência nas formas de agir, pensar, produzir e de consumir a natureza humana.

A definição exata de desenvolvimento sustentável permanece como uma meta ideal, indefinível e, talvez, inalcançável. Uma estratégia menos ambiciosa, porém mais focalizada e factível, seria meramente se empenhar em “fazer um desenvolvimento mais sustentável”. Esse método incremental é mais prático, porque muitas atividades insustentáveis podem ser reconhecidas e eliminadas. (CHAN, 2006, p. 9).

A primeira vez que se falou em desenvolvimento sustentável data da década de 80, quando foi produzido um relatório sobre o assunto pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, criada pela ONU, com o objetivo de identificar os problemas ambientais globais e como enfrentar estas questões (CHAN, 2006).

Em Junho de 1992, foi realizada na cidade do Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED), que pode ser interpretada

como um marco da evolução histórica das questões ambientais. Representantes de diversos países discutiram sobre impactos e agressões ao meio ambiente a fim de se propor medidas internacionais para a regeneração e proteção aos ecossistemas. Segundo MAGALHÃES (1998):

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em junho de 1992 no Rio de Janeiro, conhecida como Rio 92, foi um evento da maior repercussão mundial, uma vez que reuniu 80% dos países do mundo. Nunca tantas nações se reuniram para perseguir o mesmo objetivo a defesa do meio ambiente (p. 12 ).

O Rio 92 foi uma representação do Direito Ambiental, que gerou recomendações de Proteção Ambiental divididos em cinco documentos, descritos a seguir. Porém, é importante salientar que, nesse período, o desenvolvimento sustentável ainda englobava apenas a parte ecológica, principalmente a de proteção aos recursos naturais. Já a parte sócio-econômica, erroneamente, ainda não era relacionada com as questões de desenvolvimento sustentável.

Na Declaração do Rio de Janeiro, conhecido como a “Carta da Terra”, consta os princípios ambientais sobre o desenvolvimento sustentável no planeta. A Declaração de princípios sobre florestas declara expressamente que todas as espécies de florestas devem ser preservadas. A Convenção sobre biodiversidade marca a assinatura por 112 países de um compromisso a proteção das riquezas biológicas que possuem. Na Convenção sobre o clima, os 152 países que assinaram este documento, comprometeram-se a “manter” o equilíbrio atmosférico, reduzindo e controlando a emissão de CO<sub>2</sub> (gás carbônico) na atmosfera. Já a Agenda 21 é guia de cooperação internacional que busca uma ação em variadas áreas como recursos hídricos, resíduos tóxicos, degradação do solo, do ar e das florestas (CMMAD, 2001; AGENDA 21, 2008).

Após a conferência no Rio de Janeiro, a Cúpula Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável realizou nova Conferência em Johannesburgo. Essa nova conferência foi realizada em 2002, ou seja, dez anos após a ECO 92, e por este motivo conhecida como “Rio + 10”. A finalidade deste novo encontro era se discutir o que já havia sido feito desde a ECO 92 e, se constatou, infelizmente, que muito do que se havia discutido em 1992 ainda não tinha saído do papel.

É importante mencionar que é a partir desta reunião que o conceito de desenvolvimento sustentável passou a ser encarado sob uma nova ótica, e passou a integrar as políticas de desenvolvimento sócio-econômico e proteção dos recursos naturais.

Dessa maneira, os principais temas discutidos foram: recursos hídricos, energia, saúde, agricultura e biodiversidade. Ressalta-se que em todos esses eventos o conceito de desenvolvimento sustentável foi amadurecido, definindo-se que a solução para as

questões de impacto no meio ambiente não estavam baseadas simplesmente no fato de tornar o desenvolvimento mundial mais gradativo, mas sim orientá-lo para a preservação do meio-ambiente e para os recursos que não são renovados.

Em dezembro de 1997, a reunião da COP (Conferência das Partes) foi realizada em Quioto, no Japão. Nesta reunião, foi estabelecida, para ratificação da COP, uma proposta para se estabelecer compromissos para a redução da emissão de carbono nos países desenvolvidos. Cabe ressaltar que, nesse momento, apenas se estabelecem as regras gerais para a redução de metas em cada nação, mas não se encontram detalhes a cerca de como tais metas poderiam ser atingidas.

O Protocolo de Kioto estabeleceu que os países participantes reduzissem em 5% a emissão dos gases de efeito estufa que ocorreram em 1990. Essa redução das taxas de emissões varia entre os países, uma vez que é proporcional ao nível de emissões realizado por cada nação, e deve ser atingida entre os anos de 2008 a 2012 (UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE, 2005).

De acordo com Chan (2006, p. 12):

Estabeleceram-se ainda três mecanismos para auxiliar os países do Anexo I a atingirem suas metas nacionais de redução ou limitação de emissões (quantidade atribuídas) a custos mais baixos: um sistema de comércio internacional de emissões (IET), que permite que um país compre de outro cotas de reduções realizadas; Implementação conjunta (JI), que possibilita que os países realizem juntos projetos de redução de emissões; e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL ou CDM), que permite que os países do Anexo I se beneficiem das reduções de emissões realizadas em países em desenvolvimento (países ou Partes do não-Anexo I, sem compromissos de redução de emissão definidos para o primeiro período do Protocolo).

Para entrar em vigor, o Protocolo de Quioto necessitaria ser assinado por, no mínimo, 55 países signatários. Dentro destes países, estaria um conjunto de nações classificadas como pertencentes ao Anexo 1 as quais são responsáveis por pelo menos 55% das emissões de CO<sub>2</sub> na década de 90. Oitenta e quatro nações assinaram o protocolo. Porém, em 2001, os EUA se opuseram ao protocolo alegando que o mesmo era falho por isentar países subdesenvolvidos no processo de redução ou limitação das emissões de CO<sub>2</sub>. Durante o acordo de Marrakesh, onde foi realizada a COP7, discussões acerca da adoção de um conjunto de decisões abrangentes sobre as regras e procedimentos e os mecanismos de flexibilização para a efetivação do Protocolo de Quioto foram realizadas ((UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE, 2005). E, nessa época, após variados impasses, tem-se a ratificação da Rússia ao protocolo, em 18 de novembro de 2004, possibilitando, dessa maneira, a vigoração do Protocolo de Quioto a partir de 16 de fevereiro de 2005.

Dessa forma, pode-se concluir que o desenvolvimento sustentável necessário à gestão dos recursos naturais e dos aspectos sócio-econômicos prevê que as gerações atuais utilizem os recursos naturais, renováveis e não renováveis, de forma a não comprometer o uso desses mesmos recursos por gerações futuras (ANDRADE, 2002).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A partir do exposto acima, pode-se concluir que o aquecimento global é um tema complexo que abrange diversas áreas do conhecimento. Por este motivo e devido a extensão do problema, constitui em tema de discussão não somente entre os cientistas, mas entre políticos, público em geral e governantes. Muitas questões ainda continuam sem uma resposta definitiva, sendo respondidas apenas por hipóteses e estimativas, o que dificulta o estabelecimento de medidas práticas para a resolução do problema. Outro aspecto importante, é que o aquecimento global, engloba, direta e indiretamente, diversos aspectos econômicos extremamente importantes, como a queima dos combustíveis fósseis e a utilização dos recursos naturais, além de questões sociais acerca destes fatores.

É importante lembrar que o termo “aquecimento global” refere-se ao aumento da temperatura do planeta causado, principalmente, pelo aumento da concentração de certos gases atmosféricos, tais como o dióxido de carbono, metano, óxido nítrico, e clorofluorcarbonos.

Medidas práticas para a diminuição das mudanças climáticas e do aquecimento global podem ser atingidas a partir de ações relacionadas com a prática do desenvolvimento sustentável. Porém, apesar de este conceito ser convincente e de fácil aceitação, a sua execução é complicada e polêmica por haver certa exigência nas formas de agir, pensar, produzir e de consumir a natureza humana, além de complexa interação com aspectos sociais e econômicos.

**“ Todas as informações contidas nesta obra são de responsabilidade do autor”**

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AGENDA 21. **Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente**. Disponível em  
Acessado em: 30 de Junho de 2008.

AHRENS, C. D. **Essentials of meterology**: an invitation to the atmosphere. Canadá: Brooks/Cole Thompson Learning. 2000.

ANDRADE, R.O.B.; TACHIZAWA, T.; CARVALHO, A.B. **Gestão Ambiental Enfoque estratégico aplicado ao Desenvolvimento Sustentável**. MakronBooks, 2002.

BERGAMASCHI, P.; HEIN, R.; HEIMANN, M.; CRUTZEN, P. Inverse modeling of the global CO cycle: inversion of CO mixing ratios. **Journal of Geophysical Research** 105: 1909-1927. 2000.

CHAN, W.N. **Quantificação e redução de emissões de gases de efeito estufa em uma refinaria de petróleo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Faculdade de Engenharia Mecânica. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2006.

CMMAD — COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 2001.

COX, P.M.; BETTS, R.A.; JONES, C.D.; SPALL, S.A.; TOTTERDELL, I.J. **Acceleration of global warming due to carbon-cycle feedbacks in a couple climate model**. Nature 408: 184-187. 2000.

D'AMÉLIO, M.T.S. **Estudo de gases de efeito estufa na Amazônia**. Dissertação. (Mestrado em Ciências) Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Universidade de São Paulo. 2006.

ETHERIDGE, D.M.; STEELE, L.P.; FRANCEY, R.J.; LANGENFELDS, R.L. Atmospheric methane between 1000 AD and present. **Evidence of anthropogenic emissions and climatic variability**. Journal of Geophysical Research 103: 15979-15993. 1998.

FERRETTI, D.F. et al. **Unexpected changes to the Global Methane Budget over the past 2000 years**. Science. 309: 1714-1717. 2005.

HOUGHTON, J.T. et al. **Climate change 1995**. New York: Cambridge Univ. Press. 1996.

IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE). **Climate Change 2001**. In: Houghton, J.T. (ed). The scientific basis — Contribution of working Group I to the third assessment report of the intergovernmental Panel on Climate Change. New York: Cambridge Univ. Press. 2001.

KISSELLE, K.W.; ZEPP, R.G.; BURKE, R.A.; PINTO, A.S.; PINTO, A.S.; BUSTAMANTE, M.M.C.; OPSAHL, S.; VARELLA, R.F.; VIANA, L.T. Seasonal soil fluxes of carbon monoxide in burned and unburned Brazilian savannas, **Journal of Geophysical Research** 107: 8051. 2002.

MAGALHÃES, J.P. **A Evolução do Direito Ambiental no Brasil**. São Paulo: Oliveira Mendes, 1998.

MAISS, M. & BRENNINKMEIJER, C.A.M. Atmospheric SF<sub>6</sub>: trends, sources, and prospects. **Environmental Science & Technology** 32: 3077-3086. 1998.

MARQUES JUNIOR, A.N.; MORAES, R.B.C. & MAURAT, M.C. Poluição marinha. In: PEREIRA, R.C. & SOARES-GOMES, A. (orgs). **Biologia Marinha**. Rio de Janeiro: Interciência. 2002.

MICHAELIS. **Mini Dicionário Escolar da Língua Portuguesa**. São Paulo: Companhia Melhoramentos, 2000.

OEA. **Unidade de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente**. Comissão de Segurança Hemisférica, 2002. Disponível em , Acesso em 28 de Junho de 2008.

OLIVEIRA, E.M. de. **Educação ambiental: uma possível abordagem**. — 2. ed. — Brasília: Ed. IBAMA, 2000.

OMETTO, J.P.H.B.; NOBRE, A.D.; ROCHA, H.R.; ARTAXO, P.; MARTINELLI, L.A. **Amazônia and thje modern carbon cycle: lessons learned**. *Oecologia* 143: 2119-21130. 2005.

RICO, E. M. **A responsabilidade social empresarial e o Estado: uma aliança para o desenvolvimento sustentável**. São Paulo Perspec., 18 (4): 73-82, 2004.

ROCHA, M.T. **Aquecimento global e o Mercado de carbono: uma aplicação do modelo CERT**. Tese. (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agriculultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. 2003.

RUDDIMAN, W.F. **The anthropogenic greenhouse era began thousands of years ago**. *Climate change* 61: 261-293. 2003.

SCHINDLBACHER, A.; ZECHMEISTER-BOLTENSTERN, S.; BUTTERBACH-BAHL, K. **Effects of soil moisture and temperature on NO, NO<sub>2</sub>, and N<sub>2</sub>O emissions from European florest soils**. *Journal of Geophysical Research* 109: D17302. 2004.

SILVA, C.N.; MOURA, F.C.C.; LAGO, R.M.; XAVIER, E.S. **A discussão do efeito estufa nos livros de Química do Ensino Médio e Superior**. 13º Encontro nacional de Química (ENEQ). Unicamp, Campinas, SP. 24 a 27 de Julho de 2006.



SUAREZ, M.L.H. **Política energética e desenvolvimento sustentável: taxa sobre o carbono para a mitigação de gases de efeito estufa no Brasil**. Tese (Doutorado em Engenharia). Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2000.

TANNER, R.T. **Educação Ambiental**. São Paulo: Summus/EDUSP, 1998.

TILMAN, D.; FARGIONE, J.; WOLFF, B.; D'ANTONIO, C.; DOBSON, A.; HOWARTH, A.; SCHINDLER, D.; SCHLESINGER, W.H.; SIMBERLOFF, D.; SWACKHAMER. **Forecasting agriculturally driven global environmental change**. Science 292: 281-284. 2004.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE – UNFCCC. **Caring for climate: a guide to the Climate Change Convention and the Kyoto Protocol**. Bonn: Climate Change Secretariat (UNFCCC). 2005.

VEIGA-NETO, A.J. **Ciência, ética e educação ambiental, num cenário pós-moderno**. Educação & Realidade. Porto Alegre, 2, p.141-170, 1994.

VIEIRA, P.F. **Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental**. São Paulo: Cortez, 2004.

WHITE, A.; CANNEL, M.G.R.; FRIEND, A.D. **CO<sub>2</sub> stabilization, climate change and the terrestrial carbon sink**. Global Change Biology 6: 817-833. 2000.