

**UNIVERSIDADE PARA O DESENVOLVIMENTO DO  
ESTADO E DA REGIÃO DO PANTANAL  
– UNIDERP –**

**MAURO DE PAULA**

**A FIXAÇÃO DE CARBONO E A EMISSÃO DOS GASES  
DE EFEITO ESTUFA NA EXPLORAÇÃO CANAVIEIRA:  
MITIGAÇÃO E AGREGAÇÃO DE VALOR NA ATIVIDADE**

**CAMPO GRANDE – MS**

**2008**

**MAURO DE PAULA**

**A FIXAÇÃO DE CARBONO E A EMISSÃO DOS GASES  
DE EFEITO ESTUFA NA EXPLORAÇÃO CANAVIEIRA:  
MITIGAÇÃO E AGREGAÇÃO DE VALOR NA ATIVIDADE**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em nível de Mestrado Profissionalizante em Produção e Gestão Agroindustrial da Universidade para Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Produção e Gestão Agroindustrial.

**Comitê de Orientação:**

**Prof. Dr. Francisco Assis Rolim Pereira**

**Prof. Dr. Edison Rubens Arrabal Arias**

**Prof. Dr. Bruno Ricardo Scheeren**

**CAMPO GRANDE – MS**

**2008**

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

Candidato: **Mauro de Paula**

Dissertação defendida e aprovada em 12 de agosto de 2008 pela Banca Examinadora:

---

Prof. Doutor **Francisco de Assis Rolim Pereira (Orientador)**

---

Prof. Doutor **Fernando Tadeu de Carvalho (UNESP)**

---

Prof. Doutor **Valdemir Antônio Laura (UNIDERP)**

---

Prof. Doutor **Francisco de Assis Rolim Pereira**  
**Coordenador do Programa de Pós-Graduação**  
**em Produção e Gestão Agroindustrial**

---

Prof. Doutor **Raimundo Martins Filho**  
**Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação da UNIDERP**

A minha mãe **Lúcia**, pela minha ausência, ao meu irmão **Milton** pela força de sempre, a toda minha família, em especial a minha querida esposa "**Cida**", inspiradora, incentivadora e companheira em todas as fases de nossas vidas juntos, sempre ao meu lado apoiando incondicionalmente.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador **Prof. Dr. Francisco Assis Rolim Pereira**, pelas suas orientações, suas correções e sugestões, sem elas este trabalho não se concretizaria.

Da mesma forma aos co-orientadores **Prof. Dr. Edson Rubens Arrabal Arias** e **Prof. Dr. Bruno Ricardo Scheeren**, além das suas orientações, suas correções e sugestões, em quase todos os intervalos durante o cafezinho lá estava eu explorando seus conhecimentos.

Quando se trilha algum caminho, sempre se encontram pessoas que são facilitadoras como a **Bibliotecária da Unicamp “Danielle Thiago Ferreira”**, que ao contatá-la solicitando algumas Teses e Dissertações que ainda não haviam sido publicadas, portanto não estavam disponíveis ao público em geral, ela prontamente se colocou a disposição e explicou qual seria a melhor maneira de como lá chegar e como deveria fazer para adquirir as cópias. Ao lhe explicar que estava a mais de 1000 km, enviou todo material solicitado.

Da mesma maneira, o **Ortopedista Doutor em Cirurgia da Coluna, “Dr. André Luis de Souza Grava”**, com sua dedicação profissional e com suas ótimas formulações de medicamentos, ajudou-me atravessar esta jornada, pois sem ele seria impossível.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>06</b>
<b>LISTA DE QUADROS</b>	<b>07</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b>	<b>08</b>
<b>LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS</b>	<b>09</b>
<b>RESUMO</b>	<b>10</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>11</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>14</b>
2.1. Ecossistema	14
2.1.1. Desequilíbrio nos Ecossistemas	17
2.1.2. Efeito Estufa	19
2.1.3. O Ciclo do Carbono	21
2.2. A Economia e a Internalidade das Externalidades	23
2.2.1. Sustentabilidade	25
2.3. As Nações Unidas e a Mudança do Clima	28
2.3.1. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)	32
2.3.2. Energia: Origem, Consumo e Emissão de CO <sub>2</sub>	36
2.4. A Cana-de-Açúcar no Brasil	39
2.4.1. A Cana-de-Açúcar e a Produção de Biomassa	40
2.4.2. A Colheita da Cana-de-Açúcar Crua e Queimada	46
2.4.2.1. Sustentabilidade dos Solos na Produção da Cana-de-Açúcar	50
2.4.3. Adubação Nitrogenada na Cana-de-Açúcar	51
2.4.4. Combustível Consumido na Produção da Cana-de-Açúcar	53
2.4.5. Distribuição de Renda com a Cultura da Cana-de-Açúcar	54

<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>56</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>59</b>
<b>5. CONCLUSÃO</b>	<b>68</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>69</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>71</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Os Fluxos Anuais do Ciclo do C em PgC ( $10^{15}$ g) .....	22
Figura 2 – Desenvolvimento Sustentável e as Correntes de Pensamentos.....	26
Figura 3 – Emissão em Gigagrama de Carbono (Gg C) por Fontes.....	37
Figura 4 – Oferta Interna Brasileira por Fonte Renovável e Não Renovável....	38
Figura 5 – Produção da Cana-de-Açúcar por Região em Milhões de Ton.....	41
Figura 6 – Produção da Cana-de-Açúcar no Centro-Sul em Milhões de Ton...42	
Figura 7 – Material Particulado.....	48
Figura 8 – Material Particulado nas Vias Aéreas e Alvéolos .....	48
Figura 9 – Processo de Amonificação Amônia ( $\text{NH}_3^-$ ) e Amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) .....	52
Figura 11 – Processo com as Duas Etapas: Nitritação e Nitratação.....	52



## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 –	IPCC - Global Warming Potential:- (GWP-PAG).....	20
QUADRO 2 –	Área de Cana Safra e Soca no C-Sul do Brasil - 06/07.....	43
QUADRO 3 –	Perda Anual do Solo em Ton e % de Evap. da Água .....	50
QUADRO 4 –	Remuneração da Mão-de-Obra na Produção da Cana.....	55
QUADRO 5 –	Emissão de GEE pela Queima da Palha da Cana .....	60
QUADRO 6 –	Cons. de Óleo Diesel para o Plantio da Cana .....	62
QUADRO 7 –	Cons. de Diesel na Manutenção da Cana Soca.....	63
QUADRO 8 –	Cons. de Diesel na Colheita Mecânica na Cana Crua.....	64
QUADRO 9 –	Cons. de Diesel, Plantio da Cana ao Transp. a Usina.....	64
QUADRO 10 –	Emissão de CO <sub>2</sub> Equivalente por Litro de Diesel.....	65
QUADRO 11 –	Cons. de 169,33 L/ha Diesel e a Emissão de CO <sub>2</sub> Eq.....	65
QUADRO 12 –	Potencial de Aquecimento Global com Adubo Nitrogenado.	66
QUADRO 13 –	Matéria Seca e Carbono na Biomassa da Cana.....	67

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Oferta Interna Brasileira por Fonte Renovável e Não Renovável... 38

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CH <sub>4</sub> –	Gás Metano
CIMGC –	Comissão Internacional de Mudança Global do Clima
CO <sub>2</sub> –	Gás Carbônico
CO <sub>2</sub> eq–	Gás Carbônico Equivalente
COP –	Conferência das Partes – em inglês – Conference of the Parts
CQNUMC –	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas
CTC –	Capacidade de Troca de Cátions
EHA –	Equivalência Homem Ano
GEE –	Gases de Efeito Estufa
HFCs –	Hidrofluorcarbonos
IPCC –	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
Mcal –	Megacalorias
MDL –	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (Clean Develop Mechanism)
MS –	Matéria Seca
Mtep –	Milhões de Tonelada Equivalente de Petróleo
N <sub>2</sub> O –	Óxido Nitroso
NH <sub>3</sub> –	Amônia (Perda por Lixiviação)
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> –	Amônio (Perda por Gaseificação – Gera o N <sub>2</sub> O)
PAG –	Potencial de Aquecimento Global - (Global Warming Potencial-GWP)
PFCs –	Perfluorcarbonos
RCEs –	Reduções Certificadas de Emissões-(Certified Emission Reductions)
TEP –	Tonelada Equivalente de Petróleo
TJ –	Terajoule

## RESUMO

Para que quaisquer projetos possam ser incluídos e validados como mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL), o setor responsável no Brasil, é a Comissão Interministerial da Mudança Global do Clima (CIMGC), que exige a geração de algum tipo de ativo ambiental, além de promover a Sustentabilidade ambiental, a Geração Líquida de emprego e o desenvolvimento das condições do trabalho, a Capacitação e desenvolvimento tecnológico, a Distribuição de renda, a Integração regional e articulação com outros setores. Ao se produzir 1 ton de biomassa em matéria seca (MS), estará se fixando no mínimo 0,42 ton em carbono (C), o que equivale mitigar 1,54 ton/CO<sub>2</sub>. Este trabalho visou levantar qual é o total de biomassa produzida por hectare ano na atividade canavieira. Foram levantadas a produção dos colmos, da palhada, dos ponteiros e as raízes. Nesta biomassa total, foi analisado o total de carbono fixado, que gera ativo ambiental e no processo de produção desta biomassa, foi analisado o passivo ambiental gerado. Somando a emissão de gases de efeito estufa, como o óxido nitroso emitido pela adubação nitrogenada, ainda, o quanto foi emitido de gás carbônico equivalente pela queima de combustíveis fósseis na produção e transporte desta biomassa até a indústria. Caso o resultado gerado entre o confronto dos ativos ambientais, sejam maiores que os passivos, além de atender os demais itens exigidos, a CIMGC poderá autorizar a emissão dos títulos de Reduções Certificadas de Emissões (RCEs).

**Palavras-Chave:** Cana-de-açúcar, biomassa, emissão de gases, efeito estufa.

## ABSTRACT

For any projects that could be included and validated as Clean Development Mechanism (CDM), the dependency responsible in Brazil, is Within Ministries Commission of the Global Climate Change (CIMGC), it requires the generation of some kind of active environmental, as well as promoting environmental sustainability, the generation of employment and development clears the conditions of work, the Training and technological development, the distribution of income, the Regional integration and linkages with other sectors. By producing 1 tonne (ton) of biomass in dry matter (DM), will be set at least 0.42 tons in carbon (C), this equates mitigate 1.54 ton/CO<sub>2</sub>. This study aimed to identify what is the total biomass produced annually per hectare activity in sugar cane. We raised the production of stem, of stubble, of pointers and the roots. In total biomass what was the total carbon fixed, generating active environmental and in the process of production of biomass what was the environmental liability created. Adding the emission of greenhouse gases as nitrous oxide emitted by nitrogen fertilization yet how much was given carbon dioxide equivalent by the burning of fossil fuels the production and transportation this biomass by the industry. If the result generated from the confrontation of environmental assets, are larger than the liabilities, as well as meet the other items required, the CIMGC may authorize the issuance of titles of Certified Emission Reductions (CERs).

**Key-Words:** Sugarcane, biomass, greenhouse gases emissions.

## 1. INTRODUÇÃO

Antigamente o homem necessitava somente de couro para confeccionar suas vestes, uma lança para obter seu alimento e gravetos para cocção. A partir do século XIX, no período considerado como revolução industrial, o homem avançou muito em várias áreas. No campo da medicina, por exemplo, as vacinas, os medicamentos e as técnicas cirúrgicas, fizeram com que fossem reduzidos os índices de mortalidade infantil e aumentasse a expectativa de vida, causando uma explosão demográfica. Como a sociedade moderna está cada vez mais urbanizada houve uma demanda cada vez maior de energia.

Como fonte de energia já foi usado a lenha e o carvão e, na atualidade vem sendo usado o petróleo, porém sem deixar de usar as demais. Com isto, dentro deste período, vários gases como o gás carbônico (CO<sub>2</sub>) que antes estava em 270 partes por milhão (ppm), hoje está em 386 ppm, intensificando o efeito estufa. Visando mitigar os gases, a maioria dos países firmaram e ratificaram o Tratado de Kyoto. Como os resultados da emissão destes gases trazem conseqüências a longo prazo, os problemas que estamos tentando solucionar hoje, são em conseqüência do aquecimento em 0,6<sup>o</sup> C da temperatura, o que vem provocando o derretimento das geleiras e poderá provocar o aumento do nível dos mares, alterando as correntes marítimas, modificando o regime das chuvas em todas as regiões, alterando as áreas agrícolas do mundo.

Segundo Moreira Filho (2007), quando ocorre um problema ambiental, há três alternativas a se seguir: a primeira seria aceitar tudo deixando que os descendentes resolvam. A segunda alternativa seria se tomar uma atitude mitigando os gases causadores do efeito estufa através do plantio de florestas, seqüestrando e injetando estes gases em poços de petróleo, entre outros. A terceira alternativa seria adaptar-se conforme vão ocorrendo as mudanças provocadas pelo aquecimento do clima e tomar atitudes como reconstruir as cidades litorâneas em locais mais altos, plantar culturas adaptadas no Brasil Central em regiões do Sul do Brasil. Na opinião de vários cientista, a alternativa mais viável seria mitigar os gases de efeito estufa.

Com o Tratado de Kyoto, várias atividades que mitiguem e contribuam melhorando o meio ambiente, o empreendedor, em conjunto com a Comissão Interministerial da Mudança Global do Clima (CIMGC), poderá validar estes projetos, incluindo-os como Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), emitindo e validando títulos de Reduções Certificadas de Emissões (RCEs), que é a nova moeda de comercialização entre países poluidores, que não conseguem atingir suas metas estabelecidas, e os que são geradores de ativos ambientais.

Considerando que existem pouquíssimas publicações disponíveis sobre o assunto, este trabalho teve como objetivo levantar, analisar e organizar as informações envolvendo todo o processo de produção da cultura da cana-de-açúcar, desde o preparo do solo, o plantio, os tratos culturais, a colheita e o transporte até a usina de beneficiamento. Confrontando a emissão e a fixação de gás carbônico equivalente, além de verificar os cinco itens necessários exigidos pela CIMGC para a emissão e validação de títulos de RCEs, sendo elas: a sustentabilidade ambiental, a geração líquida de emprego além do desenvolvimento das condições do trabalho, a capacitação e desenvolvimento tecnológico, a distribuição de renda, a integração regional e articulação entre outros setores.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Ecossistema

Segundo Reichardt e Timm (2004), todos os ecossistemas fazem parte da biosfera, e estão inclusos no Sistema Solo-Planta-Atmosfera, onde “há um equilíbrio dinâmico onde nada se perde, e tudo se aproveita”, baseados em quatro elementos, além dos três já citados acima, também são incluídos os “inorgânicos”, que são os minerais, os íons e os gases.

Já para Raven et al. (2001), o nosso planeta é um grande ecossistema (biosfera), formado por vários outros e todos os ecossistemas são compostos por água, terra e ar, em um determinado espaço físico, com um determinado clima. Dentro deste espaço convivem os grupos de indivíduos como os produtores, os consumidores e os decompositores. Estes três tipos de seres cumprindo suas funções convivendo, competindo e interagindo entre si, onde a interação é o tema central, pois nem um oceano, floresta, lavoura, pastagem ou ainda nem um recife de corais existe isoladamente.

A água que compõe 2/3 da superfície do planeta, está distribuída de forma líquida, sólida ou gasosa. Dividida em salgada e doce, cerca de 97,5% é salgada, o restante dos 2,5% são água doce, porém ela está distribuída em estado sólido nas geleiras com 1,979%, em estado líquido nos subterrâneos em reservatórios não prontamente disponíveis com cerca de 0,514%, em rios e lagos prontamente disponíveis 0,006% e em estado gasoso na atmosfera 0,001% (UNIAGUA, 2008).



Jacobi (2008), em seu artigo, sobre o volume de água no planeta, descreve que o total é de  $1.403.311 \text{ km}^3$  (100%), sendo que os mares e oceanos contêm  $1.370.000 \text{ km}^3$  (97,6262%), nas calotas polares e nas geleiras estão contidos  $29.000 \text{ km}^3$  (2,06654%), em reservatórios subterrâneos estão contidos  $4.000 \text{ km}^3$  (0,2850%), água doce em lagos contém  $125 \text{ km}^3$  (0,0089%), água salgada em lagos contém  $104 \text{ km}^3$  (0,00740%), água misturada no solo  $67 \text{ km}^3$  (0,0048%), água doce em rios contém  $1,2 \text{ km}^3$  (0,000086%) e distribuído pela atmosfera  $14 \text{ km}^3$  (0,000998%).

Segundo Lima (2008), os solos que compõe 30% da superfície terrestre, têm sua origem das rochas. Com o transcorrer do tempo, entre 100 e 400 anos, conjuntamente com a ação da água, do calor solar, da ação bacteriana, dos fungos, musgos além das raízes das plantas, conseguem transformar rocha em um centímetro de solo (intemperismo – é o processo de transformação da rocha em solo). Solos agricultáveis demoram entre 3.000 e 12.000 anos.

Para Reichardt e Timm (2004), as rochas ao receberem a ação de processos físicos, químicos e biológicos de desintegração, decomposição e recombinação são transformadas no decorrer das eras geológicas em solo. De baixo para cima em camadas, denominadas por horizontes do solo, primeiro vem à rocha matriz, rocha em decomposição, horizonte de transformação, horizonte de aluviação, horizonte de perdas, horizonte mineral com matéria orgânica, matéria orgânica humidificada e matéria orgânica não decomposta. Conforme o tipo de rocha e o processo de ação recebido, irá formar um solo com textura diferenciada alterando as frações de areia, silte e argila, formando a parte sólida do solo, juntamente com a fração aquosa e a fração gasosa.

Segundo Costa (2008), a atmosfera é composta por várias camadas, porém, visualmente é imperceptível suas separações. Ela é formada em 99% de nitrogênio e oxigênio, é quase transparente. Do nível do mar até a altitude de 12 a 18 km, oscilando conforme a latitude e a estação do ano, esta primeira camada é denominada troposfera (“tropo” significa mudança), onde ocorrem as oscilações determinando o clima de cada região. Ao nível do mar o ar atmosférico exerce uma pressão de um quilograma por centímetro quadrado ( $1 \text{ kg/cm}^2$ ).

Segundo Lima (2008), a atmosfera é uma camada de ar, composta de vários gases como: nitrogênio, oxigênio que quase atingem a totalidade, depois num percentual muito menor vem os gases nobres e o vapor de água além de partículas sólidas suspensas, recobrando todo o Planeta. Vai da superfície da Terra até uma altitude por volta de 11 km.

Segundo Soares (2008), a atmosfera terrestre é dividida em quatro faixas (sfera), além de mais três faixas de transição entre uma camada e outra (pausa). A mais baixa é a troposfera, onde fica cerca de 80% dos gases e quase a totalidade do vapor de água (0 a  $\pm 11$  km de altitude), a tropopausa que é uma faixa de transição onde praticamente cessam as atividades atmosféricas ( $\pm 12$  km), a estratosfera, faixa onde fica cerca dos 19,90% restante dos gases componentes do ar, além do restante que sobrou do vapor de água (13 a  $\pm 40$  km), estratopausa ( $\pm 41$  km), mesosfera (42 a  $\pm 75$  km), mesopausa ( $\pm 76$  km) e por último a termosfera que vai (77 a  $\pm 100$  km de altitude).

Associados a estes três elementos (solo, ar e água), são formados os ecossistemas, estes, não são totalmente auto-suficientes, pois dependem de energia, que é fornecida pelo sol. Já os nutrientes são continuamente reciclados e reaproveitados entre os organismos e o ambiente (RAVEN et al., 2001). Os organismos produtores (plantas), recebem o fluxo de energia solar, associada a outras condições como: temperatura, precipitação pluvial, pH do solo, níveis de macronutrientes e micronutrientes, e através da fotossíntese, fixam os minerais e o carbono (C) na biomassa e no solo, e liberam o oxigênio (O<sub>2</sub>) na atmosfera. Ainda, protegem o solo das chuvas evitando a erosão e também ajudam a controlar o clima. Embora estes organismos fotossintetizantes aproveitem menos de 1% da energia disponibilizada pelo Sol, mesmo assim esta biomassa produz anualmente na Terra, por volta de 200 bilhões de toneladas, que grande parte fluirá para os consumidores. Os herbívoros aproveitam no máximo 20% desta energia fixada pelas plantas e os carnívoros aproveitam em torno de 10% da energia fixada pelos herbívoros. Tanto as plantas, como os consumidores (animais herbívoros e carnívoros) ao morrerem, os decompositores, entrarão em ação realizando suas funções, disponibilizando os nutrientes que haviam sido ingeridos pelos consumidores, devolvendo-os ao ecossistema.

### **2.1.1. Desequilíbrio nos Ecossistemas**

Segundo Simon (2003), no transcorrer dos tempos, o homem e com ele o meio ambiente, passam por três períodos, onde o primeiro é caracterizado pelos povos coletores, caçadores e pescadores. Por serem primitivos, viviam em comunidades isoladas e, como estas populações eram reduzidas, as agressões aos ecossistemas eram moderadas e a natureza conseguia se recompor. Já no segundo período, dito como a revolução neolítica, ou como a primeira revolução agrícola. Foi dado o início nas formas da divisão do trabalho, aos poucos foi se construindo uma economia de subsistência denominada de feudalismo. Nesta sociedade foram estabelecidas as classes, tanto as dominantes, como a nobreza e o clero, como também a classe dominada, que eram os servos para trabalhar nas terras agrícolas. Para defenderem-se dos ataques externos, foram criadas fortalezas denominadas burgos, que protegiam toda a sociedade feudal. Com esta proteção e comodidade, ocorrem a expansão demográfica, sendo necessário a busca de novas áreas, ampliando o impacto ambiental. O terceiro período é a revolução industrial ou a segunda revolução agrícola. Este período é marcado pela evolução do consumo da energia fóssil e nos avanços da ciência. Nas áreas agrícolas, industriais e comerciais houve uma convergência do conhecimento científico, acelerando todos os campos num curto intervalo, dando início à crise ambiental e social, em que o mundo se encontra.

Como os ecossistemas são regidos por várias leis, visando a manutenção do equilíbrio, onde cada espécie encontra seu lugar, ao mesmo tempo é comum das espécies se reproduzirem a uma taxa maior que a taxa de mortalidade, daí a necessidade do predador. Porém, o homem como o maior predador, violou todas as leis, começando pela explosão demográfica (RAVEN et al., 2001). Estima-se que a população era em torno de cinco milhões há oito mil anos, e que passou para um bilhão em 1800, havendo um equilíbrio razoável entre o homem e a natureza. Porém, de 1850 em diante, o tempo para a duplicação da população mundial foi se reduzindo cada vez mais rápido. Em 1930 eram dois bilhões, em 1975 eram quatro bilhões, em 2000 eram seis bilhões. Isto vem causando um desequilíbrio enorme e brusco, no que vinha sendo mantido por séculos, e vem devastando vários ecossistemas.

Com relação à água, o homem juntamente com suas plantas e seus animais domesticados, consomem a água doce dos rios e lagos prontamente disponíveis, que são 0,3% do total. Deste volume, 65% são utilizadas na agricultura, 22% pela indústria e 13% pelos municípios, porém nos municípios são utilizados somente 7% e os 6% restantes são desperdiçados. Outro grande desperdício é a utilização dos cursos de água para despejar esgoto urbano, despejar resíduos das indústrias de celulose, de álcool e açúcar, frigoríficos, curtumes, entre vários outros. Caso estes produtos sejam orgânicos, provocará uma grande demanda de oxigênio na água para sua decomposição biológica, caso seja inorgânico não irá se decompor e, em ambos os casos irá causar um grande dano na fauna e na flora, deteriorando o ecossistema (REICHARDT e TIMM, 2004).

O solo ao receber os intemperismos como o físico (expansão e contração), o químico (hidratação, oxidação e carbonatação) e, o biológico (decomposição da matéria orgânica), libera o gás carbônico e altera o pH da fração aquosa, ou seja, existem diversos fatores na formação dos substratos dos solos com perfis diferenciados. Associado aos intemperismos, a ação mecânica do homem, eliminando as plantas, deixando o horizonte de eluviação que é a camada superficial exposta à atmosfera, favorecendo os impactos provocados pelas gotas da chuva (desagregação) e depois a remoção destas partículas. Este processo é denominado erosão, que no início forma sulcos, podendo chegar a voçorocas. Além do homem provocar danos ambientais, como assoreamento dos rios, diminuindo o fluxo da água para o abastecimento e para os reservatórios reduzindo a produção de energia. Porém a maior perda será do solo que o ecossistema demorou entre 3.000 e 12.000 anos para produzir (LIMA, 2008).

A atmosfera está intimamente ligada à radiação de ondas eletromagnéticas, tanto emitida pelo Sol como irradiadas pela Terra. Gases como dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), ozônio ( $\text{O}_3$ ), o vapor de água, entre outros, provocam fenômenos como a absorção, difusão e reflexão desta radiação, portanto qualquer ação que aumente ou reduza estes gases irá provocar a redução da luminosidade do sol ou aumentar o efeito estufa, alterando o clima no planeta (PACHECO, 2008).

### 2.1.2. Efeito Estufa

O efeito estufa, ocorre naturalmente na atmosfera por ela ser composta de vários gases que atuam como cobertor natural em volta da Terra retendo a radiação solar, caso não ocorresse este processo o planeta seria 33°C mais frio por irradiar quase todo calor absorvido. Os principais gases de efeito estufa são o vapor de água, o dióxido de carbono, o metano e o óxido nítrico (YU, 2004).

Conforme Raven et al. (2001), primeiramente deve ser explicada a natureza da luz que, conforme Isaac Newton, demonstrou no século XVIII, com um prisma que a luz branca é composta de cores, do violeta até o vermelho. No século XIX, James Clerk Maxwell demonstrou que a luz faz parte do espectro contínuo de radiação, e esta radiação viaja em ondas que, quanto menor o comprimento maior é sua energia. Com a mesma visão, e acrescentando que a luz é constituída por partículas de energia denominadas fótons, Albert Einstein explicou que, a energia é inversamente proporcional ao comprimento da onda.

Conforme Pearce (2002), em torno de 200 anos atrás, foi confirmado por alguns cientistas que, certos gases prendem o calor do sol, irradiado na superfície terrestre, estes gases como o vapor de água e o dióxido de carbono, são essenciais para a manutenção do efeito estufa natural, sendo necessários para a vida na Terra. Sem estes gases a temperatura cairia para níveis congelantes. Jean Baptiste Fourier, em 1827 afirmou que “a atmosfera age como um vidro de uma estufa”. Em 1860, John Tyndall, já havia conseguido medir a absorção da radiação infravermelha. Determinou que o vapor de água absorve a radiação de ondas com comprimento entre 4 e 7 micrômetros e o dióxido de carbono absorve radiação de ondas com comprimento entre 13 e 19 micrômetros.

Segundo Reichardt e Timm (2004), a Terra ao ser irradiada pelo sol, gases componentes da atmosfera, como o ozônio que intercepta a maioria da radiação ultravioleta. O gás carbônico (CO<sub>2</sub>), o gás metano (CH<sub>4</sub>), os óxidos de nitrogênio (N<sub>2</sub>O), assim como o vapor de água absorvem a radiação infravermelha, mas sempre passa um percentual da radiação o que manterá o equilíbrio da temperatura. Por outro lado, a Terra também emite radiações infravermelhas e os mesmo gases da atmosfera que absorvem e difundem as

radiações do Sol, também refletem a radiação da Terra ao que é chamado efeito estufa. O gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) reflete as ondas infravermelhos com comprimento entre 13 e 19 micrômetros, o gás metano ( $\text{CH}_4$ ) reflete ondas infravermelho 21 vezes mais que as do  $\text{CO}_2$  e os óxidos de nitrogênio ( $\text{N}_2\text{O}$ ) refletem ondas infravermelha 296 vezes mais que as do  $\text{CO}_2$ .

Segundo Chiaradia (2005), cada gás tem sua capacidade de absorção de raios infravermelhos, tendo um período de permanência além da concentração existente na atmosfera. Existe uma metodologia para mensurar o poder de cada gás, é um cálculo denominado Global Warming Potential (GWP), Potencial de Aquecimento Global (PAG), onde é levado em conta o poder de refração, o tempo de residência, o percentual liberado na atmosfera e para ter um parâmetro são recalculados em equivalência ao  $\text{CO}_2$ , ou seja, o gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) é referência PAG 01, o gás metano ( $\text{CH}_4$ ) é referência PAG 23, o gás óxido de nitrogênio ( $\text{N}_2\text{O}$ ) é referência PAG 296 vezes mais que o  $\text{CO}_2$ .

No relatório do IPCC, que descreve os cálculos de conversão dos gases de efeito estufa para transformá-los em carbono equivalente, é apresentada uma tabela que demonstra (Global Warming Potential:- GWP) o Potencial de Aquecimento Global (PAG), onde o gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) é referência PAG 01:

QUADRO 1 – IPCC - Global Warming Potential – (GWP-PAG)

Nome do Gás	Fórmula Química	Pot. Aquecimento	Transf. tonCO <sub>2</sub> eq
Gás metano	1 ton de CH <sub>4</sub>	PAG 21	21 tonCO <sub>2</sub> eq
Óxido nitroso	1 ton de N <sub>2</sub> O	PAG 310	310 tonCO <sub>2</sub> eq
Hidrofluorcarbono	1 ton de HFC <sub>23</sub>	PAG 11.700	11.700 tonCO <sub>2</sub> eq
Hidrofluorcarbono	1 ton de HFC <sub>125</sub>	PAG 2.800	2.800 tonCO <sub>2</sub> eq
Hidrofluorcarbono	1 ton de HFC <sub>134a</sub>	PAG 1.300	1.300 tonCO <sub>2</sub> eq
Perfluorcarbono	1 ton de PFC <sub>4</sub>	PAG 6.500	6.500 tonCO <sub>2</sub> eq
Perfluorcarbono	1 ton de PF <sub>2</sub> C <sub>6</sub>	PAG 9.200	9.200 tonCO <sub>2</sub> eq
Perfluorcarbono	1 ton de PFC <sub>318</sub>	PAG 8.700	8.700 tonCO <sub>2</sub> eq

Fonte: IPCC (2007), adaptada.

### 2.1.3. O Ciclo do Carbono

Segundo Raven et al. (2001), uma estimativa feita em 1988, calculo-se que aproximadamente 3.000 bilhões de toneladas de carbono estavam como matéria orgânica dissolvida na água. Mais 42.000 bilhões de toneladas de carbono estavam armazenadas no fundo dos oceanos, através de carapaças de animais marinhos mortos e em excrementos de outros animais. No solo foi estimado em 560 bilhões de toneladas, que estavam armazenadas como biomassa, 2.000 bilhões de toneladas de carbono que estavam fixados como matéria orgânica e aproximadamente 64.000 bilhões de toneladas fixados em jazidas de calcário, de carvão e de petróleo. Foi estimado que 740 bilhões de toneladas de carbono estavam liberados na atmosfera como gás carbônico (CO<sub>2</sub>).

Segundo Aragão e Shimabukuro (2004), para entender as mudanças globais do clima, é preciso analisar o balanço global do carbono, pois este já vem sendo estudado há algum tempo. Eles analisam o acúmulo global do carbono, apresentado por vários autores de várias instituições e comparam com os levantamentos realizados pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Em consequência da queima de combustíveis fósseis a concentração do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na atmosfera, mostra que no período de 1850 haviam 285 parte por milhão, em 1998 aumentou para 366 parte por milhão. Esta concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera para alguns pesquisadores, os ecossistemas são sistemas abertos, permitindo que a taxa do estoque deste gás altere conforme a entrada e saída nos ecossistemas.

Segundo Pacheco (2008), o planeta terra é composto por três grandes formas, a gasosa (atmosfera), a líquida (biosfera aquática) e a sólida (biosfera terrestre). Um total de 0,06% de carbono (C), estão distribuídos na atmosfera, nas águas, nas plantas e nos animais. Já nas rochas e nos sedimentos oceânicos estão fixados o restante com 99,94%. Para o reservatório de C, contido na biosfera terrestre transferir o C para o reservatório da biosfera aquática, este processo que é denominado físico-bio-geo-químico, sempre se dá através da atmosfera. Portanto para o carbono fluir de um reservatório para outro é necessário a intermediação da atmosfera. As fontes são a queima de combustíveis fósseis e vulcões. Já os sumidouros são os oceanos e a biomassa.

No ciclo do carbono, mais ou menos 100 bilhões de toneladas de carbono são fixadas em compostos orgânicos, anualmente pela fotossíntese através das plantas, dos fitoplancton, das algas e das cianobactérias. Até o ano de 1850, os processos estavam praticamente equilibrados, a concentração de dióxido de carbono na atmosfera girava em torno de 270 ppm. Após a revolução industrial, com a intensificação do uso de combustíveis fósseis, da exploração do solo e esta concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera passou para 370 ppm, e vem se elevando a uma taxa anual de 0,4% (RAVEN et al., 2001).

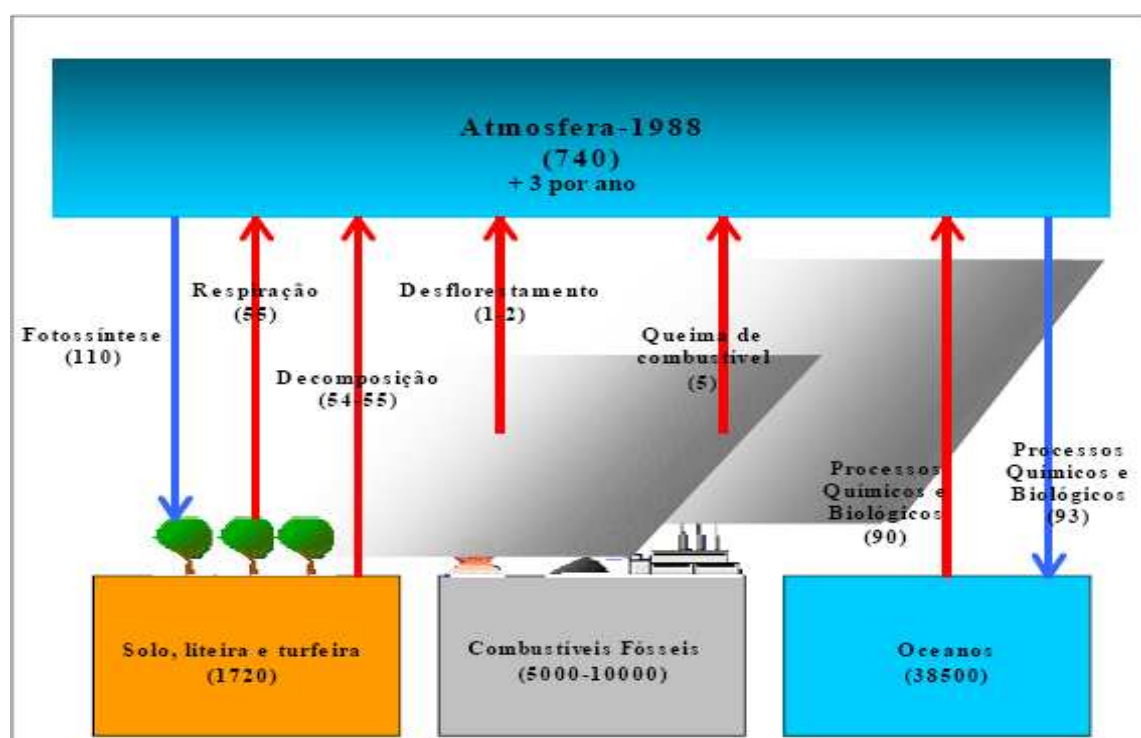


Figura 1 – Os Fluxos Anuais do Ciclo do Carbono em PgC (10<sup>15</sup> g)

Fonte: Aragão e Shimabukuro (2004)

Aragão e Shimabukuro (2004), conforme a Figura 1, existem incertezas nas estimativas dos fluxos de CO<sub>2</sub> anual, porém a emissão dos combustíveis fósseis gira em torno de 5,5 a 6 PgC (PgC = 10<sup>15</sup> g = 10 bilhões de ton), com as mudanças no uso da terra são emitidos entre 1,6 a 2,3 PgC. Por outro lado existem os sumidouros (sink) como os oceanos que absorvem entre 2,0 a 2,8 PgC, as florestas 0,6 a 1,2 PgC e sumidouros residuais ou não determinados que absorvem entre 1,3 a 2,4 PgC. Portanto os cálculos entre a entrada e a saída, restam entre 3,2 e 3,4 PgC anualmente, o que vem aumentando na atmosfera.



## 2.2. A Economia e a Internalidade das Externalidades

Conforme Mattos et al. (2005), a economia é fundamentada filosoficamente pelas escolas neoclássica, keynesiana, institucionalista e marxista. Mas quando se refere às questões microeconômicas como a economia de meio ambiente, fundamenta-se basicamente da teoria neoclássica, e esta pressupõe que o capital natural é substituído infinitamente pelo capital material, e o processo tecnológico supera qualquer limite, podendo crescer indefinidamente, porém, o ambiente é o local onde ocorre o desenvolvimento e, portanto deve ser internalizado em todos os níveis de decisão.

Até recentemente não havia preocupações da sociedade com os recursos naturais, nem com a sua possível exaustão. Porém, com uma população cada vez maior e ávida por bens e serviços, torna-se necessário a construção de mais fábricas, e conseqüentemente ocorre uma maior produção de dejetos, contaminando as águas, a atmosfera, e os solos agrícolas (DENARDIN, 2003). Ainda a autora descreve a economia neoclássica, pois, trata as questões ambientais por duas perspectivas, uma como a economia dos recursos naturais, onde o patrimônio é fonte de matéria prima, a outra como a economia do meio ambiente, que é considerada a fossa receptora de dejetos dos processos produtivos e do consumo. Já na economia ecológica, o capital natural provê a matéria e a energia, além de atuar como fossa receptora de dejetos. Porém, não permite que o capital econômico substitua os serviços ecossistêmicos, tendo uma visão holística na relação entre homem e a natureza, promovendo a manutenção da qualidade de vida da sociedade, tanto no presente como no futuro.

Segundo Lima (2004), na economia ambiental, o raciocínio é reduzir as dimensões dos recursos naturais à dimensão do mercado. Este está apoiado no princípio da escassez, ou seja, ao classificar um recurso natural em um produto escasso, deste bem econômico é apagado a idéia de que ele é abundante, portanto não se pode desperdiçá-lo. Por outro lado, se tem preço, o poluidor não sente culpa, pois, ao produzir um produto, também gera rejeitos, e sempre que polui mares, atmosfera e demais, paga-se e se transfere para o espaço público todos os problemas ambientais por ele causado.

Ao longo dos anos, a economia relativa ao ambiente natural, tem se desenvolvido passando por três fases. Nas décadas 1960 e 1970 foi à economia de recursos naturais, que se fundamentava no uso dos recursos renováveis e os não renováveis, sem se preocupar com exaustão ou extinção. Na década de 1980 foi difundida a economia ambiental onde os bens e serviços produzidos pelo homem eram valorizados, já os bens e serviços produzidos pela natureza não eram valorizados, com isto não correspondiam aos valores reais. Fundamentava-se em que a poluição era percebida como uma externalidade do processo de produção e consumo, portanto era internalizada aos custos ambientais (MATTOS et al., 2005). Hoje vive-se uma mudança de paradigma econômico, com um enfoque evoluído e mais contemporâneo, por representar um aperfeiçoamento das anteriores, engloba os recursos naturais e as externalidades do processo produtivo, atribui aos recursos naturais valores intrínsecos e subjetivos, promovendo o direito à vida de todos os seres vivos assim como a dos seres humanos e seus valores de subjetividades. Contempla os sistemas econômicos e ecológicos e, as análises não ficam restritas ao curto prazo, levando em consideração as necessidades das gerações presentes, visando alcançar suas necessidades sem comprometer a capacidade das gerações futuras, com isto se vislumbra o desenvolvimento sustentável, que atualmente é grande desafio da humanidade.

A partir e após a década de 1980, algumas mudanças começaram a ser observadas, sobre questões ligadas aos impactos ambientais, tanto na área industrial como na área agrícola, passando a ser observadas e melhor analisadas. Nas indústrias, primeiro o setor de pesquisa e desenvolvimento e depois setores estratégicos passaram a incluí-las na agenda, e hoje está definitivamente incorporado nas organizações. Da mesma maneira, na área agrícola, deu-se o início nos órgãos de pesquisa, depois nos órgãos de extensão, até chegar ao produtor rural (BIN, 2004). Para caminhar nesta trajetória evolutiva, internalizando a variável ambiental, alguns paradigmas estão sendo quebrados, pois, este é um tema complexo que envolve os sistemas naturais como os ecossistemas atmosféricos, oceânicos e terrestres, sendo necessária a transdisciplinariedade das ciências ambientais para resolver os problemas e dúvidas que irão surgindo.

### **2.2.1. Sustentabilidade**

Segundo Costabeber e Caporal (2003), para que o desenvolvimento seja sustentável, tem que haver um equilíbrio, entre o crescimento econômico, a distribuição de renda e a preservação ambiental, e explica que em um sentido mais amplo atende os potenciais sociais, culturais e econômicos das sociedades éticas. Ainda define que o desenvolvimento sustentável é aquele que uma sociedade passa pelo processo de transformação alicerçada em seis dimensões relacionadas entre si: ecológica, econômica, social, cultural, política e ética, assegura a igualdade de oportunidade para seus membros sem comprometer as necessidades das gerações futuras para satisfazer suas necessidades.

Até o final do século XVII a humanidade dispunha de equipamentos rudimentares e não muito eficientes. Os impactos causados pelos humanos eram pontuais e de pouca intensidade, não provocando grandes perturbações ao meio ambiente. A partir do século XVIII, com a Revolução Industrial, os equipamentos se sofisticaram. A capacidade produtiva foi muitas vezes ampliada, gerando dejetos a um ritmo muito maior do que a regeneração do meio ambiente consegue assimilar, pois estes passaram a utilizar combustíveis fósseis, degradando e causando a contaminação dos solos, e principalmente da atmosfera, o que vem interferindo na manutenção do clima no planeta (YU, 2004).

O meio ambiente disponibiliza recursos para os seres humanos desenvolverem suas atividades e estes são divididos em dois: os recursos não-renováveis que são extraídos dos ecossistemas, porém sua capacidade regenerativa a médio e longo prazo são praticamente nulas, ex: petróleo, minerais, entre vários outros. Por outro lado, os recursos renováveis que são produzidos e mantidos pelos ecossistemas e desde que explorados com sapiência e respeitando seu ciclo biológico, se regeneram, garantindo sua sustentabilidade, ex: peixes, madeira, água potável, solos agrícolas etc. Pelos motivos citados acima, conclui-se que como a capacidade humana é limitada em recriar o capital natural, deverá conservá-lo utilizando com a máxima eficiência e expandindo o capital natural cultivado (DENARDIN, 2003).

No pensamento ambientalista sobre o desenvolvimento sustentável há duas correntes, sendo uma que privilegia o homem (antropocentrista), onde se acredita que a natureza está à disposição para atender as necessidades do ser humano, e ainda dentro desta corrente, é subdividido em duas linhas: os “tecnocentristas”, que acreditam na tecnologia, e que esta resolverá todas as questões ambientais, é a outra linha da mesma corrente de pensamento, que é a “crítica”, onde se apregoa que as soluções só ocorrerão com as mudanças sociais (YU, 2004). A outra corrente filosófica é a que privilegia a natureza (ecocentrista), atribuindo valores intrínsecos aos bens naturais, onde se critica o pensamento antropocêntrico, e se propõe a redução da população humana, da pressão sobre os recursos naturais, dos problemas ambientais e da perpetuação da pobreza e finalmente propõe a igualdade entre os seres vivos dentro da biosfera.



Figura 2 – Desenvolvimento Sustentável e as Correntes de Pensamentos

Fonte: Yu, (2004)

A Figura 2, mostra ao centro o desenvolvimento sustentável, juntamente com os ecologistas pragmáticos, os ecodesenvolvimentistas e os ambientalistas moderados que têm seus pensamentos voltados para seu setor, mas vislumbram

e discutem com as outras duas partes. Já nas três pontas mais afastadas do triângulo estão as três dimensões mais radicais que visam somente o seu lado, esquecendo-se das outras duas partes. Assim o pensamento marxista entende que os problemas ambientais são causados pela sociedade capitalista e visam exclusivamente o lucro privado e não o atendimento das necessidades sociais, ficando a ecologia e a economia em segundo plano. O pensamento dos ecologistas profundos, é de não aceitar que a natureza seja utilizada em prol da população humana. Em seus paradigmas, a quantidade populacional deve ser reduzida realizando um controle da natalidade, ficando a ecologia em primeiro plano, a economia e o social em segundo plano. Já os cornucopianos, cujo símbolo é um vaso em forma de corno retorcido cheio de frutas e flores representando a fartura e a abundância, acreditam que a capacidade humana pode gerar riquezas infinitamente e que o homem transpõe todas e quaisquer barreiras que surgirem (YU, 2004).

A Agenda 21 (MMA, 2005), da qual o Brasil é signatário, está voltada para resolver os problemas atuais e preparar o mundo para enfrentar os desafios deste novo século. Em seu preâmbulo está descrito que a humanidade se encontra em um momento de definição para resolver problemas como a pobreza, a fome, as doenças, o analfabetismo e a deterioração contínua dos ecossistemas, onde o bem estar da humanidade está atrelado.

No capítulo 14, da Agenda 21, cujo subtítulo é “Promoção de Desenvolvimento Rural e Agrícola Sustentável”, previne que em 2025, o mundo terá 8,5 bilhões de habitantes e que 83% desta população estará vivendo em países em desenvolvimento. Entretanto, estes como os países desenvolvidos em sua maioria não têm uma política agrária e agrícola, e sim uma utilização inadequada das terras agricultáveis, que causa a degradação e o esgotamento destes recursos. Portanto o principal objetivo da Agenda 21, no que se refere à agricultura, é buscar o aumento da produção de alimentos e incrementar a segurança alimentar, porém com ênfase na manutenção e no aperfeiçoamento da capacidade das terras agrícolas de bom potencial. Já as com menor potencial, busca-se conservar ou ainda reabilitar os recursos naturais, visando manter uma razão homem/terra sustentável (MMA, 2005).

### **2.3. As Nações Unidas e a Mudança do Clima**

Desde que o homem usou o fogo para cozinhar, aquecer ou iluminar deu-se o início da poluição no ar. Até o final do século XII a população utilizou madeira. A partir do século XIII, iniciava-se a utilização do carvão, Londres foi uma das primeiras cidades a utilizá-lo em larga escala. Apesar do carvão ter sido a mola propulsora da Revolução Industrial, iniciaram-se os relatos de problemas causados pela grande quantidade de fumaça. Na Inglaterra em janeiro de 1931, com condições climáticas desfavoráveis uma espessa névoa ficou estacionada durante nove dias sobre o município de Manchester matando 592 pessoas (ARBEX, 2001). Nos EUA em 1948 uma inversão térmica manteve uma névoa sobre o município de Donora, na Pensilvânia por seis dias matando vinte pessoas. Ainda na Inglaterra no início de dezembro de 1952, as condições climáticas desfavoráveis formaram uma névoa que ficou estacionada durante três dias sobre Londres proporcionando um aumento de 4.000 mortes em relação a média de períodos semelhantes.

Arbex (2001), cita que a partir da década de 1950, nos EUA e na Europa foram adotadas medidas visando identificar e regulamentar poluentes do ar que agravavam à saúde da população. Em 1970 a “U.S. Environmental Protection Agency” agência responsável pelo controle do meio ambiente norte americano, estipulou que os principais poluentes atmosféricos eram: o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), o dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), o monóxido de carbono (CO), o ozônio (O<sub>3</sub>) e os materiais particulados inaláveis.

Segundo Cunha (2005), os estudos sobre o aquecimento global começaram a ganhar espaço em 1988, onde a Organização Meteorológica Mundial e o Programa das Nações Unidas para Meio Ambiente, preocupados com o aumento dos gases precursores do efeito estufa, criaram o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC), formado por cientistas mais renomados do mundo, com a finalidade de analisar com objetividade as informações existentes publicando-as através de relatórios.

Segundo Yu (2004) em 1991, o IPCC, publicou o primeiro relatório sobre aquecimento da Terra, provocado pelo aumento dos gases que causam o efeito estufa, baseados no princípio da preocupação e passou a ser referência mundial. Em 1992, na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas – (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC), realizada nas dependências das Nações Unidas, na cidade de Nova York, ficou decidido que todos os residentes do planeta deveriam mitigar os gases que causavam efeito estufa no globo terrestre. Em junho de 1992, na cidade do Rio de Janeiro, presentes a maioria dos chefes de Estado, foi aberto a Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente – a Cúpula da Terra – a *Convenção-Quadro sobre Mudanças Climáticas*, colocam para coleta de assinaturas e adesão dos chefes de Estados quatro documentos: a *Declaração do Rio sobre o Meio Ambiente*, a *Agenda 21*, a *Convenção sobre Biodiversidade* e a *Declaração dos Princípios do Manejo*.

A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC), objetivando coordenar o enfrentamento das mudanças climáticas, cria o regime jurídico internacional de proteção ao clima e como as palavras “desenvolvimento sustentável” são encontradas em quase todos os textos da CQNUMC, conseqüentemente estão englobados os princípios da equidade; da integração e do uso sustentável dos recursos naturais (CUNHA, 2005). Também foi criada a Conferência das Partes (Conference of the Parts - COP), como órgão supremo para tomada de decisão, sendo composta pelos representantes dos Estados-partes. A COP nasce com a finalidade de promoção do intercâmbio das informações, implementação da orientação e do aperfeiçoamento periódico da metodologia, mobilização de recursos financeiros para a implementação das decisões tomadas nas convenções.

Como os países industrializados são os responsáveis pela emissão de 2/3 dos gases que causam o efeito estufa, se beneficiando e obtendo as vantagens às custas de danos universais, baseados no princípio da equidade, coube a eles arcar com os prejuízos minimizando os problemas causados. Com esta decisão a Terra é dividida em países desenvolvidos (ditos Anexo 1) e em países em desenvolvimento (ditos Anexo B). A COPs, através dos Estados-partes acordam

que os países do Anexo 1, deveriam aumentar a eficiência energética dos setores da sua economia, desenvolver fontes renováveis de energia, gerar e proteger os sumidouros de Gases de Efeito Estufa (GEE), promover a sustentabilidade na agricultura, entre outras (CUNHA, 2005). Os GEE devem ter sua emissão reduzida em pelo menos 5% dos níveis emitidos em 1990, a ser atingido no final do primeiro período de compromisso (2008-2012), visando facilitar o objetivo, no artigo 3º do Protocolo de Kyoto, ficou estabelecido que a medição dos GEE seriam medidos em dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq), ou seja, uma cesta composta de seis gases que provocam o efeito estufa: o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o gás metano (CH<sub>4</sub>), os óxidos de nitrogênio (N<sub>2</sub>O), os hidrofluorcarbonos (HFCs), os perfluorcarbonos (PFCs), e o hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>).

Segundo Yu (2004) em 1990, os países do Anexo 1, emitiram 3,87 bilhões de toneladas de carbono, portanto a cada ano significa uma redução de 200 milhões de toneladas e durante o primeiro período, totalizará 1 bilhão de toneladas. No intuito para o cumprimento da meta de redução dos gases, além da cesta de GEE, também foram acordados mais três mecanismos de flexibilização, visando reduzir os custos da mitigação, são eles:

**Implementação Conjunta** (Joint Implementation – **JI**), para os países do Anexo 1 praticarem a comercialização de crédito de carbono entre si.

**Mecanismo de Desenvolvimento Limpo** (**MDL** - Clean Development Mechanism – **CDM**), para os países do Anexo 1 receberem os crédito de carbono financiando projetos que reduzam a emissão dos GEE, além de promover o desenvolvimento sustentável nos países do Anexo B.

**Comércio Internacional de Emissões** (International Emissions Trading), para os países do Anexo B comercializarem entre si as cotas de emissão.

Mesmo com os mecanismos de flexibilização, os países formaram vários blocos como os **exportadores de petróleo** que são os membros da OPEP, estes questionam as bases científicas sobre o aquecimento global. Os **países insulares** que são formados por países em desenvolvimento em zonas costeiras baixas dos oceanos e mares, totalizam 35 países e eles em 1995 defendiam a



redução dos gases em 20% para 2005, pois com o aquecimento global haverá o degelo das calotas polares, elevando as águas e seus países poderão desaparecer (YU, 2004). O grupo dos **países emergentes sujos** que são encabeçados pela China e pela Índia, além de populosos sua matriz energética é à base de carvão mineral que vem agravando o efeito estufa. Estes dois países são fortes defensores do critério “per capita” do direito de emissão, fortes defensoras do “princípio da equidade”, a China insiste que os países industrializados deverão estar na vanguarda da mitigação do aquecimento global, pois foram eles que usufruíram.

O grupo dos **emergentes limpos** é composto na maioria pelos países da América Latina, protagonizados pelo Brasil e Argentina. A Argentina insiste no “princípio da equidade” e o “padrão de eficiência”, este trata da emissão dos gases por setores chaves como transporte, indústria de cimento, megawatts/hora gerados em termoelétricas, metano gerado por mil cabeças de gado e todos estes setores com relação ao PIB. O Brasil teve destaque em Kyoto apresentando a proposta do fundo do Desenvolvimento Limpo, que em Bonn 2001 é aprovado (MDL) o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (YU, 2004).

As **Nações Sul-Africanas** são compostas de 14 países, endossam o “princípio da equidade” e propuseram a flexibilização com o mercado de cotas havendo uma distribuição justa. O grupo dos **ex-Socialistas** da antiga União Soviética, fazem parte dos países desenvolvidos, a economia destes países tem uma alta taxa de emissão de CO<sub>2</sub>, porém são favoráveis ao comércio de cotas, pois sofreram uma drástica redução da emissão de carbono em 1999 em relação a 1990. A **União Européia** faz parte de um grupo de países desenvolvidos com uma média intensidade de emissão de carbono por unidade do PIB, são os mais conscientizados e os que realmente estão dispostos a assumir suas responsabilidades globais, porém querem que os EUA também assumam (YU, 2004). O **Grupo Guarda-Chuva** era constituído por um grupo de países desenvolvidos com uma alta intensidade de emissão, era composto por Austrália, Canadá, EUA e Japão. Neste grupo há uma forte resistência em assinar o tratado alegando que seus produtos perderiam a competitividade frente ao resto do globo, porém os demais assinaram o tratado deixando os EUA isolado.

### 2.3.1. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)

Segundo Yu (2004), nascido do confronto entre a idéia brasileira do Fundo de Desenvolvimento Limpo e das atividades-piloto defendida pelos EUA surgiu uma maneira de flexibilização para que os países do Anexo 1 da CQNUMC conseguissem atingir suas metas estabelecidas. Descrito no artigo 12 do protocolo de Kyoto, no primeiro período de compromisso (2008-2012), qualquer projeto que reduza ou seqüestre os GEE e ainda promova o desenvolvimento sustentável nos países do Anexo B, gerará os CERs (Certificados de Redução de Emissões) ou RCEs (reduções certificadas de emissão), que poderá ser abatido da meta estabelecida aos países do Anexo 1 que promoveram os financiamentos.

Segundo Cunha (2005), com este acordo, os países desenvolvidos podem investir em projetos de redução de GEE em países em desenvolvimento a um custo bem mais baixo comparado caso fossem reduzir em seus países, porém no Protocolo de Kyoto, para que o projeto de MDL possa emitir as RCEs validados mundialmente, neste primeiro período, há critérios de elegibilidade descrito no parágrafo 5º do artigo 12, sendo eles: **participação voluntária**, benefícios reais, mensuráveis, de longo prazo e adicionalidade. Como o desenvolvimento sustentável ficou implícito, também é exigido a Sustentabilidade Ambiental; Geração Líquida de Empregos; Desenvolvimento das Condições de Trabalho; Capacitação e Desenvolvimento Tecnológico; Distribuição de Renda; Integração Regional e Articulação com outros Setores, buscando a promoção sustentável.

Para os setores em geral o aumento da eficiência energética, desenvolvimento de fontes renováveis de energia, para a indústria qualquer redução de emissão do CO<sub>2</sub>, os HFCs, os PFCs e o hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>). Com relação ao uso da terra – LULUCF (Land Use, Land Use Change and Forestation), a União Européia ficou contrária à inclusão de projetos de MDL nesta área, por não ter como avaliar com precisão os resultados mitigadores, então ficou acordado que para o primeiro período estão valendo só os projetos de sumidouros através de florestamento e reflorestamento ou quaisquer redução de emissão do CH<sub>4</sub> e os N<sub>2</sub>O, através do controle de adubação no uso do solo, de biodigestores na suinocultura, entre outros projetos mitigadores. As demais

atividades agrícolas como controle de queimada, plantio direto, entre outros, ficaram para os próximos períodos que estão em negociação (CUNHA, 2005).

No Brasil há diversos segmentos sociais envolvidos em projetos que mitigam os GEE e conseqüentemente estão emitindo os títulos com as reduções certificadas de emissões (RCEs). Órgãos municipais como a prefeitura de São Paulo que estão capturando o CH<sub>4</sub> de aterros sanitários, queimando o que se tornou conhecido como biogás, gerando energia em usinas termoelétricas. Segundo SCHEIDT (2007), pela primeira vez é leiloado na Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F) em São Paulo, na data de 26 de setembro de 2007, um total de 808.450 RCEs gerados pela prefeitura paulistana e comprados pelo banco holandês Fortis Bank NVSA ao preço de €16,20 por RCE.

Corporações empresariais como a Peugeot que está reflorestando com a mata nativa da região, no município de Juruena no estado do Mato Grosso, uma área de 5000 ha que eram pastagens degradadas. A Plantar S/A, que esta localizada nos municípios de Curvelo e em Sete Lagoas no estado de Minas Gerais, fazem parte de um grupo com várias atividades, um deles é a produção de ferro gusa verde usando um briquete de carvão vegetal que substituindo o carvão mineral reduzindo a emissão de gases produzindo um menor impacto ambiental. O outro projeto da Plantar é o plantio de eucalipto em 100.000 ha, para atender esta demanda que será gerada (YU, 2004). Mas na grande maioria dos projetos são de usinas de açúcar e álcool, onde a cogeração de energia com a queima de bagaço de cana em termoelétricas, atendendo seu consumo e vendendo o restante a distribuidora local.

Ainda segundo Yu (2004), há uma distinção entre os tipos de projetos conforme seus objetivos, sendo os comerciais, os conservacionistas e os desenvolvimentistas:

**Os Comerciais** que tem praticamente duas prioridades, a primeira são os CERs para a comercialização retornando o investimento para a empresa financiadora do projeto e a segunda é a mercadológica, que estará vinculando sua marca a uma imagem de empresa ambientalmente correta.

**Os Conservacionistas** tem sua objetividade no ecossistema conservando a fauna a flora, geralmente financiado por empresas com atividades poluidoras em seus países de origem, ficando muito mais caro o reequipamento do processo de produção como filtros modernos ou não conseguem a redução no processo industrial por falta de tecnologia. Financiam ONGs conservacionistas recebendo os RCEs e amenizando sua imagem perante o consumidor.

**Os Desenvolvimentistas** tem sua objetividade no desenvolvimento social e em inovações tecnológicas. Geralmente são financiados por empresas que buscam vincular sua imagem a responsabilidade social, juntamente com as RCEs, ou instituições governamentais que financiam ONGs comprometidas em melhorar o desenvolvimento das comunidades carentes nas diversas regiões do País.

Os critérios de elegibilidade impostas pelo Protocolo de Kyoto, além da classificação para melhor analisar os objetivos econômicos (RCEs), que é a geração de receita, o social que é a ocupação da mão-de-obra local e o ecológico que é a mitigação dos GEE (YU, 2004; CUNHA, 2005). Além das três bases exigidas para o desenvolvimento sustentável, também são necessárias as descrições de mais três itens para o projeto ser aceito, que são:

A **Linha de Base**: sem a existência do projeto o que vinha ocorrendo com a biodiversidade da flora e fauna local e regional; com relação à atmosfera quantas toneladas de carbono estavam sendo emitidas; uma detalhada descrição da situação da comunidade urbana e rural local, como os índices de criminalidade no município, consumo per capita de energia, residências atendidas por água e esgoto, índices de escolaridade, renda per capita da população; qual era a arrecadação de impostos municipais, estaduais e federais (YU, 2004; CUNHA, 2005). Quanto mais detalhada, melhor para determinar as adicionalidades.

As **Adicionalidades**: são quantas toneladas de C estarão sendo capturadas ou não emitidas, qual será a tendência de conservação da biodiversidade, qual impacto socioeconômico provocará na comunidade local e se possível na regional, se irá contribuir com a implantação educacional, em quanto aumentará a arrecadação de impostos melhorando os índices em geral descritos na linha de base com a implantação do projeto (YU, 2004; CUNHA, 2005).

Os **Vazamentos**: são onde poderão não ocorrer os efeitos desejados em algum dos itens dentro da especificação do projeto, tanto parcial como total descrito nas adicionalidades. Tais como incertezas políticas, extinção ou criação de subsídios, alteração nas taxas bancárias, incertezas tecnológicas, entre outras (YU, 2004; CUNHA, 2005). Confrontando a emissão com a redução das atividades do projeto de MDL entre as adicionalidades com a linha de base menos os vazamentos, será o ativo ambiental que gerará as RCEs.

Em 1999 foi criada pelo Ministério de Ciência e Tecnologia uma **Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC)**, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente e ao Ministério de Relações Exteriores, é órgão responsável pela elegibilidade dos projetos de MDL no Brasil, desde a concepção, registros, monitoramento, validação e emissão de títulos de RCEs (YU, 2004).

Com normas parecidas ou bastante diferenciadas, porém sob a gestão de instituições que não estão ligadas a CQNUMC, o mercado de C vem crescendo, mas a comercialização é praticada dentro do próprio país. Como exemplo o Regime de comércio de permissão de emissão do Reino Unido, o Comércio de emissões da Dinamarca, o Regime de comércio de emissões de gases de efeito estufa da União Européia (ETS - Emission Trading Scheme for Greenhouse Gases). Já a bolsa norte-americana de Chicago cria o CCX (Chicago Climate Exchange), é bastante flexível comercializando os seis gases de efeito estufa (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, PFCs e SF<sub>6</sub>), além de ser mais flexível com relação aos projetos de mitigação destes gases. Porém enquanto o mercado europeu paga o preço de €16,20 por RCE (1 ton/CO<sub>2</sub>eq), em Chicago estão sendo negociados entre US\$ 0,75 a 1,00 cada ton/CO<sub>2</sub>eq (CUNHA, 2005).

### 2.3.2. Energia: Origem, Consumo e Emissão de CO<sub>2</sub>

A energia está intrinsecamente ligada à sociedade moderna que depende dela para quase tudo, desde a produção de alimentos, confecção do vestuário, manutenção da saúde, o transporte de carga e de passageiros, a educação e o lazer, quanto mais desenvolvida é a sociedade, maior é o consumo per capita (MACEDO, 2007). Em 2000, para gerar a energia mundial, 77% foram retiradas de fontes não renováveis (fonte fósseis), destes 77% metade vieram do petróleo e a outra metade do carvão mineral, do xisto e do gás natural. Das áreas hidráulica e da biomassa totalizaram 15%, da área nuclear vinha 6% e os 2% restantes de fontes renováveis. Tanto os 77% das fontes fósseis como os 15% da biomassa, parte destes 15% eram de madeira que vinham de florestas nativas e, portanto fonte não renovável também.

Um contrato firmado entre o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e o Ministério da Ciência e Tecnologia para realizar o primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa, realizado pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia (COPPE), foi levantado todo o setor energético brasileiro, além de juntar informações do Balanço Energético Nacional (BEN), publicado anualmente pelo Ministério de Minas e Energia (COPPE, 2006). Este relatório visou estimar a emissão de CO<sub>2</sub> no período de 1990 a 1994, com base na abordagem top-down (parâmetro para a base de cálculo do IPCC), onde a conversão de cada unidade de combustível é transformada em uma unidade comum que é o terajoule (TJ), determinando o poder calorífico inferior (PCI) do combustível ao invés do poder calorífico superior (PCS). A base de cálculo usada para parametrizar os combustíveis em “tonelada equivalente de petróleo” (tep) que é em média de 10.000 Megacalorias (Mcal), ou seja, (1 tep = 10.000 Mcal =  $41,868 \times 10^{-3}$  TJ).

Para se ter noção de consumo, foi feita uma comparação entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, onde em 2000, nos Estados Unidos utilizavam 8,1 tep por habitante ao ano, já no Brasil eram utilizados 1,1 tep por habitante ao ano, porém ainda existem 2 bilhões de habitantes (1/3 da população mundial), sem acesso nem um consumindo energia, ou seja, 0,0 tep por habitante ao ano. Com uma proporção de 3% da população mundial, o Brasil em 2004,

consumiu 213,4 Mtep, equivalente a 2% da energia consumida no mundo, sendo que 43,9% da energia eram de fontes renováveis, destes 14,4% de hidroelétricas, 13,5% de produtos da cana-de-açúcar e o restante de outras origens. Com isto a média do resto do mundo ficou com 2,32 ton/CO<sub>2</sub> eq/tep e o Brasil emitindo 1,62 ton/CO<sub>2</sub>eq/ tep (MACEDO, 2007).

Segundo a COPPE (2006), enquanto que a matriz energética dos Estados Unidos emite 0,69 ton/CO<sub>2</sub>/eq/tep, a matriz brasileira emite 0,44 ton/CO<sub>2</sub>/eq/tep, ou seja, a norte americana polui 55% a mais que a brasileira, como a economia deles é 15 vezes maior que a nossa, eles emitem 23 vezes mais CO<sub>2</sub>, conforme é demonstrado na Figura 3, com a queima de combustíveis fósseis o Brasil emitiu 55,3 Mt C (1 Mt C = 1 milhão de ton de C = 10<sup>3</sup> Gg C) representando 38% da emissão geral em 1990, deste 38% o petróleo e seus derivados (fontes fósseis líquidas) tiveram uma participação de 31%, o coque e carvão metalúrgico (fontes fósseis sólidas) tiveram uma participação de 5% e o gás natural (fontes fósseis gasosas) participou com 2% (COPPE, 2006). Como em 1994 foi emitido 64,5 Mt C, aumentando em 16,64%, houve uma evolução de 15,7% nas fontes fósseis líquidas, 20,1% nas fontes fósseis sólidas e 19,9% nas fontes fósseis gasosas, indicando que o sistema energético brasileiro vem aumentando sua intensidade de C, superando o crescimento que no mesmo período que foi de 12,6%.

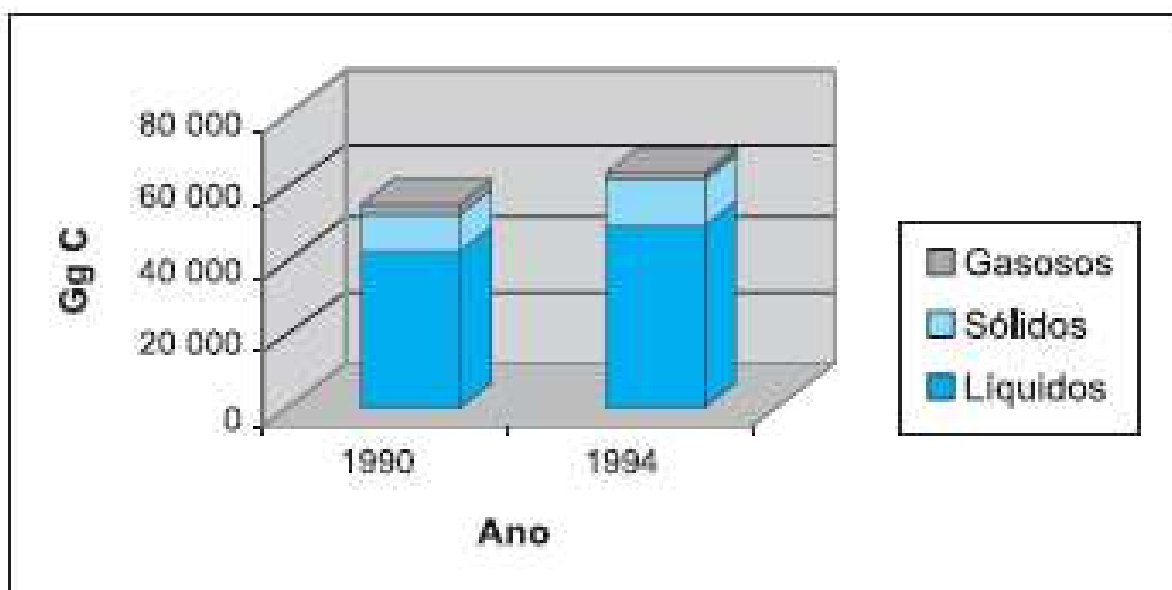


Figura 3:- Emissão em Gigagrama de Carbono (Gg C) por Fontes  
Fonte:- COPPE (2006)

Em 1970, o uso da lenha representava 45,65% do consumo (28,34 Mtep); a eletricidade (3,41 Mtep) representando 5,49%; o bagaço de cana (3,15 Mtep) representava 5%. Já em 2006, a lenha (16,41 Mtep) cai para 8,1%; o bagaço de cana (24,3 Mtep) sobe para 12%, superando a lenha, assim como a eletricidade (33,54 Mtep) com 16,53% do total da matriz energética brasileira (MME, 2008).

Tabela 1:- Oferta Interna Brasileira por Fonte Renovável e Não Renovável (%)

IDENTIFICAÇÃO	1970	1980	1990	2000	2005	2006
<b>NÃO RENOVÁVEL</b>	<b>21,2</b>	<b>21,0</b>	<b>37,9</b>	<b>52,0</b>	<b>52,7</b>	<b>52,5</b>
PETRÓLEO	16,4	13,9	30,2	41,6	42,0	42,1
GÁS NATURAL	2,5	3,3	5,8	8,6	8,8	8,3
CARVÃO VAPOR	1,2	2,2	1,5	1,7	1,2	1,0
CARVÃO METALÚRGICO	1,0	1,5	0,3	0,0	0,1	0,0
URÂNIO (U308)	0,0	0,0	0,0	0,1	0,7	1,1
<b>RENOVÁVEL</b>	<b>78,8</b>	<b>79,0</b>	<b>62,1</b>	<b>48,0</b>	<b>47,3</b>	<b>47,5</b>
ENERGIA HIDRÁULICA	6,9	16,7	16,5	17,1	14,5	14,2
LENHA	64,2	46,8	26,5	15,0	14,2	13,5
PRODUTOS DA CANA-DE-AÇÚCAR	7,3	14,0	17,1	13,0	15,5	16,6
OUTRAS RENOVÁVEIS	0,4	1,5	2,0	2,9	3,2	3,2
<b>TOTAL</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Fonte:- MME (2008), adaptada.

Na Figura 4, é observado claramente que vem ocorrendo uma inversão das fontes de consumo interno de energia brasileiro de 1970 até 2006, por fontes renováveis e não renováveis, (MME, 2008).

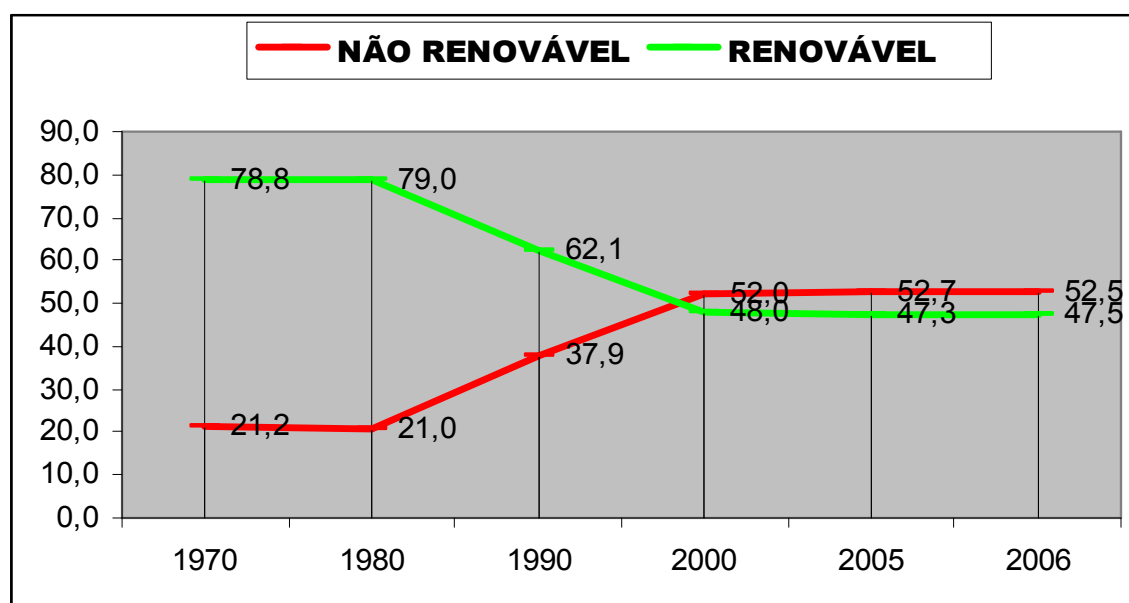


Figura 4:- Oferta Interna Brasileira por Fonte Renovável e Não Renovável  
Fonte:- MME (2008), adaptada.



## 2.4. A Cana-de-Açúcar no Brasil

A história da cana-de-açúcar e a do Brasil se fundem, pois há relatos de que Martins Afonso de Souza fundou o primeiro engenho de açúcar brasileiro em São Vicente no litoral do Estado de São Paulo em 1535, quase que simultâneo com o Estado de Pernambuco. Próximo à cidade de Olinda, Jerônimo Albuquerque fundou o primeiro engenho de açúcar do Nordeste em 1538 (MARIOTONI, 2004). Desde o final do século XVI até o início do século XVIII o açúcar foi um dos produtos mais importante para o Brasil, principalmente para a região do Nordeste. A produção brasileira era voltada para atender o mercado externo e como a região nordestina está mais próximo da Europa, acabou sendo mais competitiva do que os engenhos do Centro-Sul que entraram em declínio.

Por este motivo, na região Centro-Sul a cultura canavieira foi quase toda substituída pela cultura cafeeira tornando-se o principal produto de exportação. Até meados de 1920, produzia-se entorno de 20% de açúcar para atender a demanda do consumo interno e os 80% restantes vinham do Nordeste (MARIOTONI, 2004). Como ambos os produtos visavam à exportação e neste período o mundo passava uma fase conturbada, com duas grandes guerras e a grande depressão em 1929, os dois produtos entram em declínio, porém como a região Sudeste já era o centro consumidor interno, foi retomada a produção da cana no Centro-Sul.

A cultura canavieira ao longo da sua trajetória no Brasil até a década de 1970, teve quase toda produção de cana destinada para a produção de açúcar. A área plantada se expandia ou se retraía conforme a demanda e a cotação dos preços do açúcar. Porém no final de 1973 surgiu a primeira crise do petróleo, conturbando a economia da maioria dos países, principalmente os países em desenvolvimento como o Brasil, em 1972 a importação com petróleo significava 10% da balança comercial, já em 1980 representava 55%. Neste período o governo brasileiro criou o Programa Nacional de Álcool em 1975, remunerando a produção de álcool ao preço do açúcar, garantindo a compra pela Petrobrás, liberando crédito para a indústria e a agricultura. Em 1979 ocorreu a segunda grande crise do petróleo, reafirmando a produção do álcool (LANZOTTI, 2000).

### 2.4.1. A Cana-de-Açúcar e a Produção de Biomassa

A cana-de-açúcar (*Sacchharum officinarum L.*), é uma planta perene da família Poaceae (antiga família das gramíneas), que pode ser cultivada desde a Latitude 30° Sul até a Latitude 35° Norte, aceitando bem regiões com temperatura amena de 21° C ou até um pouco abaixo, indo à regiões com temperatura média de 47° C, aceitando bem ser cultivada desde o nível do mar até 1000 metros de altitude (RODRIGUES, 1995). Ela é uma planta C<sub>4</sub>, ou seja, dentro do grupo das plantas é uma das mais eficientes usinas de conversão, onde através da fotossíntese consegue transformar energia solar em energia química, fixando em torno de 100 mg de CO<sub>2</sub> por dm<sup>2</sup> de área foliar por hora. Tem uma elevada produção de matéria seca. Em um período de 365 dias teve uma taxa de crescimento médio de 18 g por m<sup>2</sup> por dia, ou seja, uma produção de 65,7 toneladas de colmos por hectare (1 ha = uma área de 10.000 m<sup>2</sup>), porém a média mundial é de 53 toneladas por hectare.

Segundo Macedo (2007), para cada tonelada de colmo da cana-de-açúcar é gerada em média 0,14 toneladas de M.S. (Matéria Seca) de bagaço, em média 0,14 toneladas de M.S. da palha queimada no campo e em média 0,145 toneladas de M.S. de sacarose. Na composição química da cana-de-açúcar, a média é de 65 a 75% de água, de 11 a 18% de açúcares, de 8 a 14% de fibras e de 12 a 23% de sólidos solúveis que são compostos por sacarose, glicose, frutose, sais, ácidos orgânicos, ácidos inorgânicos, proteínas, amidos, ceras, graxas e corantes.

A produção da cana no Brasil a partir da criação do Proálcool vem evoluindo constantemente, sendo que em 1970 foram produzidas 80 milhões de toneladas, em 1980 foram produzidas 149 milhões de toneladas, em 1990 foram produzidas 222 milhões de toneladas, em 2000 foram produzidas 256 milhões de toneladas, em 2006 foram produzidas 425 milhões de toneladas, sendo metade destinada para a produção de açúcar e a outra metade para a produção de álcool (MACEDO, 2007). Vários países produtores, incluindo o Brasil, calculam o rendimento pelo peso dos colmos prontos para o processamento industrial, excluindo as folhas pela queimada e as pontas pelo corte na colheita.

Segundo a UNICA (2007), no Brasil são destinados 60 milhões de ha para a agricultura o que corresponde a 7% do território nacional, sendo que 21 milhões de ha são ocupados pela cultura da soja, 12 milhões de ha são ocupados pelo milho e 5,86 milhões de ha são ocupados pela cana-de-açúcar, quase 10% das áreas destinadas para a agricultura, em 2006/07 a cultura movimentou R\$ 50,0 bilhões, representou 1,5% do PIB, gerou 3,6 milhões de empregos (diretos e indiretos), envolveu 72.000 agricultores, moeu 425 milhões de ton de cana-de-açúcar, produziu 29,8 milhões de toneladas de açúcar, produziu 17,7 bilhões de litros de álcool, investe R\$ 5 bilhões ao ano e estão com 325 unidades produtoras.

Com o levantamento dos dados feito sobre a cana-de-açúcar na safra 2006/07, o Brasil atingiu uma produção total de 426.002.444 toneladas (100%), sendo que 53.250.700 toneladas (12,5%) foram produzidas na região Norte-Nordeste e 372.751.744 toneladas (87,5%) foram produzidas na região Centro-Sul (UNICA, 2007). Especificando a produção das regiões produtoras, na figura 5, demonstra que a região Norte-Nordeste vem se mantendo constante enquanto a região Centro-Sul vem seguindo uma evolução dentro do período de 1990 e 2007.

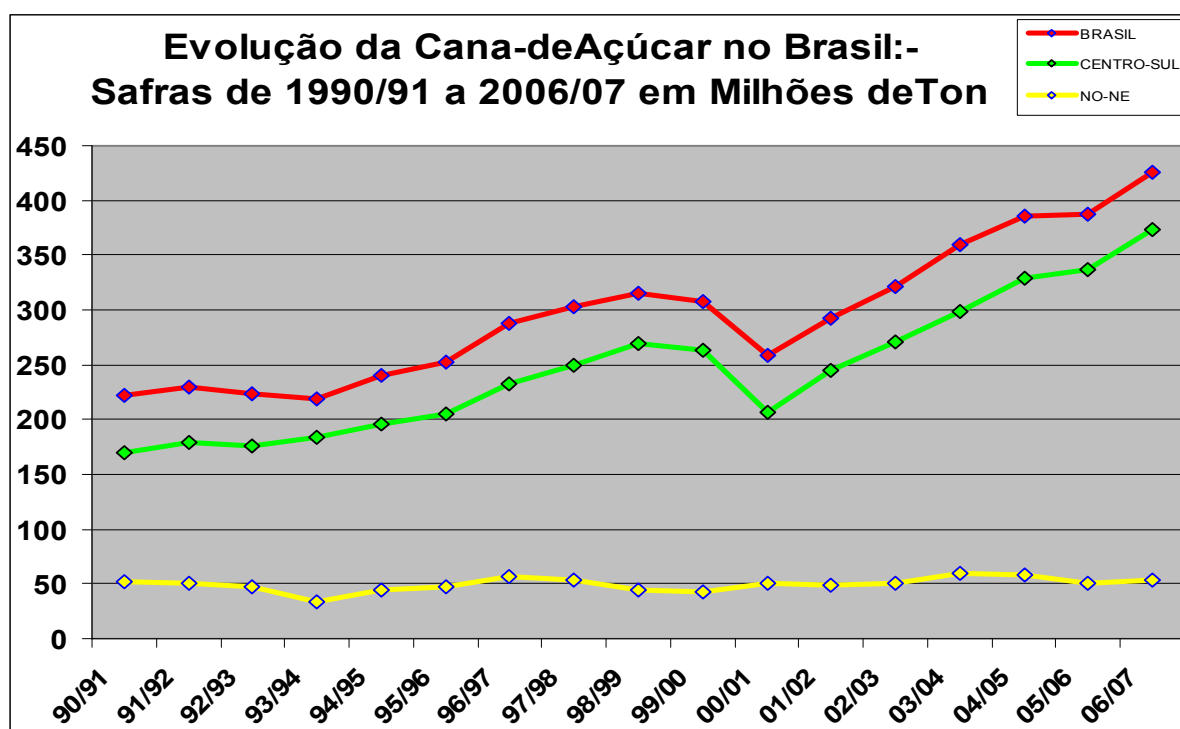


Figura 5 – Produção da Cana-de-Açúcar por Região em Milhões de Ton  
Fonte: UNICA (2007), adaptada.

Analisando os dados da região Centro-Sul observa-se que é composta por 10 estados produtores responsáveis pelos 87,5% no Brasil (UNICA, 2007). Esta região é composta pelos Estados do Espírito Santo que atingiu uma produção total de 2.894.451 toneladas (0,68%), o Estado de Goiás que atingiu uma produção total de 16.140.043 toneladas (3,79 %), Estado do Mato Grosso que atingiu a produção total de 13.179.510 toneladas (3,09 %), Estado de Mato Grosso do Sul que produziu o total de 11.635.096 toneladas (2,73%), Estado de Minas Gerais que atingiu uma produção total de 29.034.195 toneladas (6,82 %), o Estado do Paraná que produziu um total de 31.994.581 toneladas (7,51%), o estado do Rio Grande do Sul que atingiu uma produção total de 91.919 toneladas (0,02 %), o Estado do Rio de Janeiro que produziu um total de 3.445.154 toneladas (0,81 %), o Estado de Santa Catarina que não produziu nada e o Estado de São Paulo produziu 264.336.825 toneladas (62,05%). No gráfico da Figura 6, demonstra-se que na região Centro-Sul, a maioria dos estados vem evoluindo dentro deste período de 1990 e 2007.

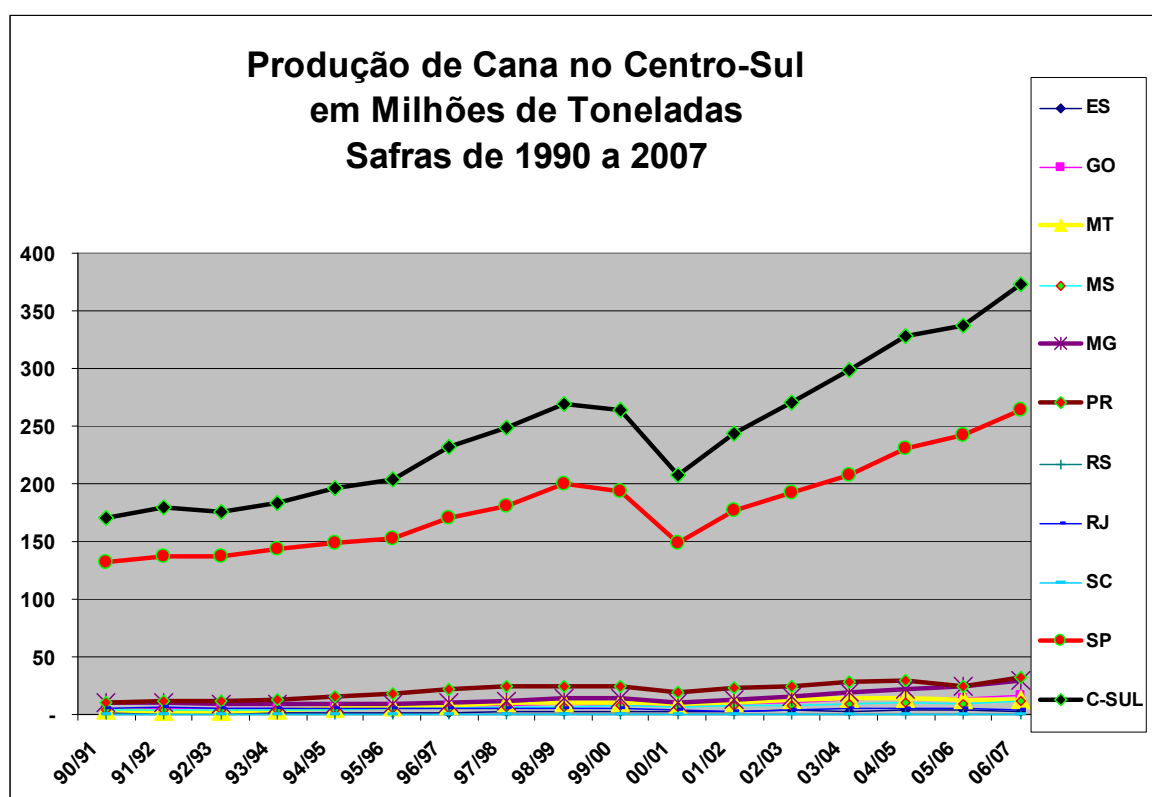


Figura 6 – Produção da Cana-de-Açúcar na Região Centro-Sul, Milhões de Ton.

Fonte: UNICA (2007), adaptada.

Conforme é demonstrado no QUADRO 2, na safra 2006/07, para a região Centro-Sul atingir aquela produção, foram necessários em torno de 6 milhões de ha, pois não foram obtidos os dados dos seguintes Estados: Espírito Santo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Os demais utilizaram 5.115.590 ha, sendo que foram utilizados 4.729.483 ha para a safra normal e 386.107 ha foram áreas que necessitaram serem reformadas (INPE, 2007).

QUADRO 2: Área de Cana Safra e Reforma, Centro-Sul do Brasil - Safra 2006/07.

<b>Área de Cana Safra e Reforma na Região Centro-Sul - Safra 2006/2007</b>			
<b>Estados</b>	<b>Área de Cana (ha)</b>		
	<b>Safra</b>	<b>Reforma</b>	<b>Total</b>
<b>GO</b>	239.083	11.584	250.666
<b>MG</b>	351.284	17.214	368.497
<b>MT</b>	194.430	19.914	214.344
<b>MS</b>	167.964	14.096	182.060
<b>PR</b>	422.232	16.626	438.858
<b>SP</b>	3.354.490	306.674	3.661.164
<b>Total</b>	<b>4.729.483</b>	<b>386.107</b>	<b>5.115.590</b>

Fonte: INPE (2007), adaptada.

Em pesquisa realizada com as usinas associadas à Copersucar, a cana planta com ciclo de 18 meses, que ocupa 80% das áreas, obteve uma produção média de 113 ton/ha, na cana planta com ciclo de 12 meses, que ocupa 20% das áreas, obteve uma média de 77 ton/ha, chegando-se a uma média ponderada de 106 ton/ha (MACEDO et al., 2004). Na primeira soca chegou-se a uma média ponderada de 90 ton/ha, na segunda soca chegou-se a uma média ponderada de 78 ton/ha, na terceira soca chegou-se a uma média ponderada de 71 ton/ha, na quarta soca chegou-se a uma média ponderada de 67 ton/ha. Na média geral de produtividade entre os cinco cortes foram de 82,4 ton/ha/ano.

No cultivo da cana-de-açúcar são necessários vários tratamentos culturais e dentre eles está inclusa a reforma da área plantada que, conforme a média no Brasil, são realizados em torno de cinco cortes, ou seja, planta-se no primeiro ano, após o ciclo agrícola é colhido, no segundo ano após o ciclo agrícola é

colhido novamente e é considerada a primeira soca. Isto ocorre até o quinto ciclo agrícola que é a quarta soca onde deverá ser reformada a área. Segundo a pesquisa a idade média de reforma foi com 5,13 cortes na safra 1999/00, na safra 2000/01 foi com 5,18 cortes e na safra 2001/02 foram 5,33 cortes (MACEDO et al., 2004).

Segundo Campos (2003), como a cana-de-açúcar é composta de celulose, hemicelulose, lignina, proteína, materiais hidrossolúveis e materiais éter-solúveis. Em um experimento realizado nos anos 1998, 1999 e 2000, foi coletado dados da produção da cana crua e queimada na colheita, com a cana crua em Latossolo foi colhido uma média de 95 ton/ha de colmos (87,24%) e depositados no solo 13,9 ton/ha de palhada (12,76%) anualmente. Em Neossolo a média de produção de colmos foi 85 ton/ha (87,00%) e depositados no solo 12,80 ton/ha de palhada (13,00%) anualmente.

A palhada é composta de matérias celulísticas (celulose + hemicelulose = 69,71%) e lignina (19,71%), que ao ser depositada no solo, transforma-se em matéria orgânica, dependendo diretamente da razão do carbono e do nitrogênio (C/N), que no início está em aproximadamente 80:1 (CAMPOS, 2003). Após um período ocorre a solubilização da celulose, da hemicelulose e a igualdade entre o nitrogênio mineralizado atingindo a razão de 17:1, restando o nitrogênio imobilizado e a lignina que são os agentes controladores da decomposição vegetal.

Segundo Basanta (2004), ao analisar experimentos, identificou que a cana-de-açúcar apresenta entre 420 e 450 g C por kg M S, o nitrogênio (N) fica em torno de 4,6 e 6,5 g por kg de M S, ou seja, um baixo teor de N. Como é o nitrogênio que determina a decomposição, após 12 meses da palhada ter sido deixada no campo, houve uma redução de 55%, portanto a palhada é indicada para incrementar os níveis de matéria orgânica no solo e não como fonte N.

No experimento realizado nos anos 1998, 1999 e 2000, sua pesquisa, ficou demonstrado que o total de matéria seca de palhada nova foi de 14 ton/ha e com 6 ton/ha de C, após 12 meses, restou 6 ton/ha de M S e com 2,3 ton/ha de C, decompondo 61% do material deixado sobre o solo. Após quatro anos, restavam

4,50 ton/ha de M S e com 1,6 ton/ha de C estocado, ou seja, uma média anual de 1,12 ton/ha. Como a M S é composta em 50% de Carbono (C), ficou estocado 0,55 ton de C/ha/ano. Já no solo seus experimentos concluíram que foi estocado 1,00 ton de C/ha/ano, totalizando 1,55 ton de C/ha/ano fixado (CAMPOS, 2003).

Segundo Ido et al. (2006), o sistema radicular da cana-de-açúcar como de qualquer planta, quanto mais desenvolvido, melhor será sua eficiência na busca de nutrientes e da água disponível no solo. Em seu experimento realizado em solo argiloso e arenoso, obtiveram uma produção de M S total de 16,05 kg e de 12,06 kg respectivamente colhida em uma área de 1,00 m de largura por 0,25 m comprimento e 2,20 m de profundidade, constatou que após os 60 dias da colheita, a parte aérea tem um aumento do perfilhamento e as raízes mesmo drenando parte das reservas por também estarem crescendo, atingiram 60 cm de profundidade, sendo que cada perfilho apresenta um sistema radicular próprio. Aos 90 dias já atinge 1,40 m, dos 160 aos 210 dias atingiu 1,60 m ocorrendo uma certa estabilidade do crescimento, coincidindo com a estabilização do número dos colmos e da área folhar, mantendo-se até aos 380 dias, momento da colheita.

Em outro experimento comparando o desenvolvimento das raízes entre a colheita da cana crua por meio mecanizado e a colheita da cana queimada por meio braçal, analisando à temperatura máxima e mínima do solo nas profundidades de 5 cm e 20 cm, avaliando a umidade em 0, 20 e 40 cm de profundidade, coletando amostras aos 68, 167 e 344 dias. Para a cana crua obteve no primeiro ano uma média de 0,277 g de M S de raízes/m<sup>3</sup> e uma média de 0,2713 g de M S de raízes/m<sup>3</sup> para a cana queimada (ALVAREZ et al., 2000). Já no segundo ano a cana crua obteve uma média de 0,1981 g de M S de raízes/m<sup>3</sup> e a cana queimada obteve uma média de 0,2246 g de M S de raízes/m<sup>3</sup>. Segundo os autores, esta diferença ocorreu na profundidade entre 60 e 80 cm devido à cana queimada necessitar de mais energia buscando os nutrientes enquanto que a cana crua os tem mais disponível na camada de 0 a 60 cm de profundidade necessitando de menos energia para buscá-los.

#### **2.4.2. A Colheita da Cana-de-Açúcar Crua e Queimada**

Em todo o Brasil, desde a época do Império até os dias de hoje, o manejo mais utilizado e preferido por todos na cadeia produtiva da cana-de-açúcar é queimar o canavial antes da colheita. Adotando esta prática facilita a operação de corte pelos trabalhadores rurais, primeiro que extermina os animais peçonhentos evitando acidentes com os trabalhadores, em segundo, com a queimada é eliminada toda a palhada ficando somente os colmos e o ponteiro da planta facilitando para o trabalhador e para o agricultor, terceiro é reduzido o peso para o transporte diminuindo os custos com o frete, por último usa-se menos água no processo de produção para a limpeza da cana na usina além de reduzir o desgaste das moendas necessitando processar menos material (LANZOTTI, 2000).

Em vários Estados, assim como no Mato Grosso do Sul, foi sancionada a Lei nº 3.357 (2007), que dispõe sobre a eliminação do uso do fogo para facilitar o corte da cana-de-açúcar, está dividida em duas partes, sendo área mecanizável, ou seja, em terrenos com declividade igual ou inferior a 12%. Estabelece que a queimada da palhada para realizar a colheita, deverá ser eliminada no prazo de 20 anos, a contar do ano de 2006, a uma razão de 5% ao ano, ou seja, até 2026.

A outra parte da Lei nº 3.357 (2007), dispõe sobre área não mecanizável, com declividade superior a 12%. Estabelece que a queimada da palhada para realizar a colheita, também deverá ser eliminada no prazo de 20 anos, porém, passará a contar do ano de 2010, a uma razão de 5% ao ano, ou seja, até 2030. Ainda descreve que o sindicato dos trabalhadores rurais em conjunto com a administração municipal, onde está localizada a agroindústria, deverão criar programas para requalificar estes trabalhadores em novas atividades agrícolas.

Caso o agricultor adote a prática de colher a cana crua, estará depositando anualmente como cobertura aproximadamente 15 ton de M S por ha, aumentando o teor de matéria orgânica do solo, reduzindo o uso de adubação química, melhorando a capacidade de troca de cátions (CTC), irá reduzir a erosão eólica e protegendo o solo dos impactos causados pelas chuvas, favorecendo o microclima próximo ao solo evitando mudanças bruscas na temperatura, manterá



a umidade por um período bem maior do que se ele estivesse exposto. Ainda, como é formada uma camada espessa de M S sobre o solo, irá reduzir a germinação de plantas daninhas e com isto também reduzirá as aplicações de herbicidas (CAMPOS, 2003).

Segundo Voll (2005), com esta palhada sobre o solo de 15 ton de M S, é formada uma camada com espessura aproximadamente de 8 a 12 cm que reduz a compactação superficial e a erosão, aumenta o teor de matéria orgânica, dentre vários outros benefícios. Também ocorre um metabolismo no solo e na palhada que em conjunto com a ação dos microorganismos irão produzir substâncias alelopáticas ou aleloquímicas como gases tóxicos, ácidos orgânicos e aldeídos, ácidos aromáticos, lactonas simples insaturadas, coumarinas, quinonas, flavonóides, taninos, alcalóides, terpenóides e esteróides. Estas substâncias aleloquímicas em conjunto com a cobertura morta superior a 300 g/m<sup>2</sup> (recobrando mais de 90% da superfície do solo), passaram a inibir parcialmente (redução de até 78%) a germinação de plantas daninhas como a *Amaranthus viridis*, *Galinsoga parviflora*, *Portulaca oleracea*, *Lepidium virginicum* e totalmente (redução de 100%) a *Brachiaria decumbens*, *Cenchrus echinatus*, *Ipomea spp* e *Bidens pilosa*.

Por outro lado, adotando a prática de queimar a lavoura de cana-de-açúcar antes da colheita, o agricultor estará contribuindo com a emissão dos gases que provocam o efeito estufa, além provocar danos diretos à saúde do ser humano. Segundo ARBEX (2001) a combustão da biomassa se faz em três estágios, sendo a ignição, combustão com chamas e combustão sem chamas. Sendo que a fase sem chamas é a maior produtora de gases tóxicos. Juntando as três fases da combustão, são emitidos vários produtos abaixo descritos;

O **Material Particulado**:- que são complexas misturas de partículas sólidas e líquidas suspensas no ar, variando sua composição físico-química e biológica conforme a fonte de origem (mas basicamente compostas de material carbonáceo, metais, compostos orgânicos, sulfatos, nitratos e amoníacos), sendo classificadas como ultrafinas as partículas com diâmetro menor que 0,1

micrômetro, como finas as com diâmetro entre 0,1 e 2,5 micrômetros e como grossas as com diâmetro maior que 2,5 micrômetros (FERRAZ, 2007).

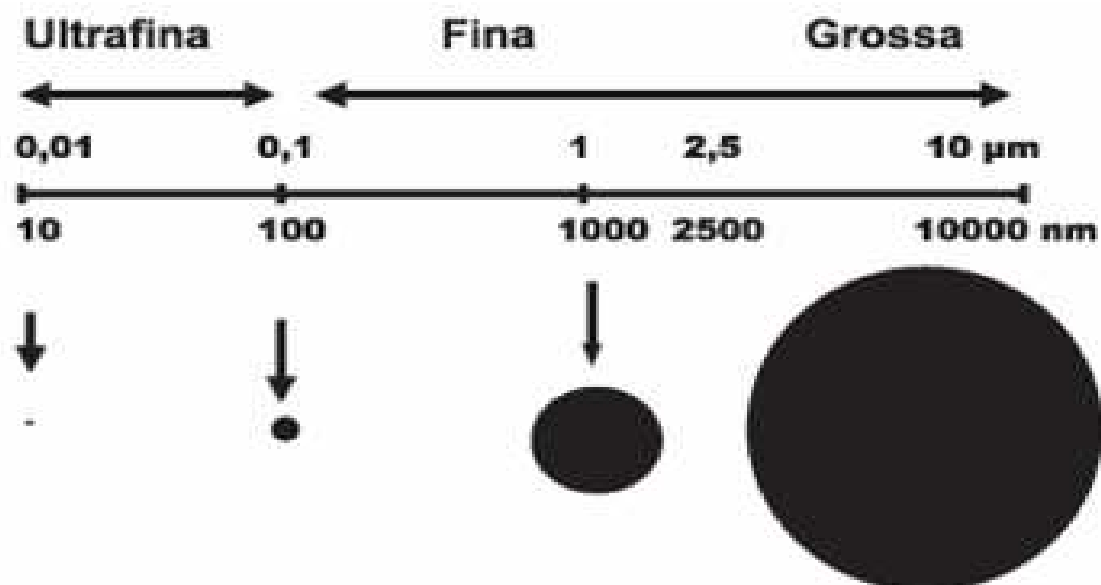


Figura 7 – Material Particulado  
Fonte: Ferraz (2007)

O homem ao ser exposto respirando este ar, as partículas maiores que 10 micrômetros ficam retidas no nariz e nasofaringe, as partículas com 2,5 até 10 micrômetros ficam retidas nas vias respiratórias superiores e na árvore traqueobrônquica. As menores que 2,5 micrômetros são depositadas no bronquíolo terminal e nos alvéolos do pulmão (ARBEX, 2001).

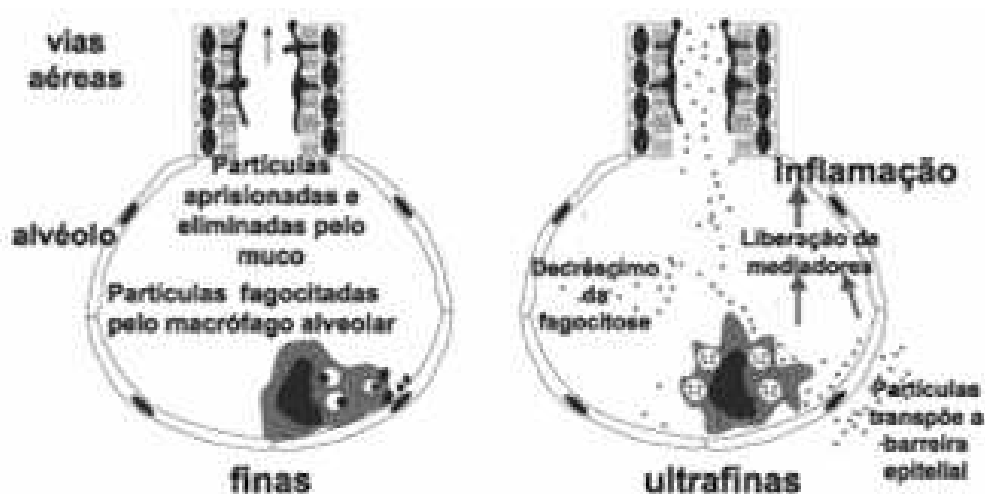


Figura 8 – Material Particulado nas Vias Aéreas e Alvéolos

Fonte: Ferraz (2007)

Os **Aldeídos**:- também são compostos químicos produzidos pela queima incompleta da biomassa, provocando uma oxidação parcial dos álcoois e causa uma irritação nos olhos, nariz e nas vias respiratórias. Os **Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)**:- são substâncias orgânicas compostas por hidrogênio e carbono, possuindo uma estrutura em forma de anel com núcleo benzênico, podendo ser gerado pela queima incompleta da biomassa (emissão de fumaça após o fogo). Trabalhadores da estrada de ferro (escapamento das locomotivas movidas a diesel) e trabalhadores de fornos de coque e carvão, expostos a estes HPAs por longo prazo tem sido relacionados ao câncer de pulmão (ARBEX, 2001). O **Monóxido de Carbono (CO)**:- assim como os HPAs, é gerado pela combustão com ausência de fogo, o homem ao ser exposto em pequenas doses, perde os reflexos, reduz o raciocínio, a destreza manual e aumenta a sonolência. Em grandes doses pode provocar a morte.

Os **Ácidos Orgânicos**:- como o ácido fórmico e o ácido acético, são formados pela oxidação dos aldeídos durante a combustão da biomassa, produzindo irritação das membranas mucosas. Os **Compostos de Nitrogênio e Enxofre**:- são os elementos provocadores da eficiência das chamas na biomassa, produzindo o óxido nítrico que provocam bronquites crônicas, enfisema pulmonar, entre outros. Na ausência das chamas será produzido compostos de nitrogênio com amônia (ARBEX, 2001). Com a prática de queimar o canavial na colheita, para cada tonelada de cana-de-açúcar, são emitidos 0,0005 ton de óxido nítrico, 0,004 ton de material particulado, 0,006 ton de hidrocarbonetos e 0,028 ton de monóxido de carbono.

Segundo Macedo et al. (2004), com base nos dados do IPCC, ao adotar o processo de queimar a cana-de-açúcar antes da colheita, para cada ton de colmo restam 145 kg de M S, e destes 101 kg são de palha. Ao queimar estes 101 kg de palha estarão sendo emitidos 0,286 kg de CH<sub>4</sub>, como é necessário converter a taxa de equivalência de CO<sub>2</sub> do PAG (GWP), para o CH<sub>4</sub> que é 23 vezes, torna-se 6,6 kg de CO<sub>2</sub> equivalente. Já com relação ao N<sub>2</sub>O, para cada 101 kg de palha queimada são emitidos 0,00825 kg de N<sub>2</sub>O e taxa de equivalência de CO<sub>2</sub> do PAG (GWP) para o N<sub>2</sub>O é de 296 vezes, torna-se 2,4 kg de CO<sub>2</sub> equivalente.

### 2.4.2.1. Sustentabilidade dos Solos na Produção da Cana-de-Açúcar

Segundo Donzelli (2007), um dos grandes problemas que necessita ser enfrentado com urgência pelos empreendedores agropecuários é com relação a perdas dos solos pelos processos erosivos. As perdas físicas que são as perdas da texturização do solo agrícola (teor de argila gr/kg), além da perda da espessura dos horizontes e da taxa de infiltração da água, provocados pelo manejo inadequado do empreendedor, expondo este solo às intempéries do clima. A outra é a perda química que é a CTC, e a saturação por bases, indicando a manutenção ou a degradação dos solos agrícolas.

Com a expansão da cultura da cana-de-açúcar em conjunto com as novas técnicas que estão sendo introduzidas dentro do manejo, como o preparo de solo reduzido que consiste em sulcar e plantar na entre linha da cultura anterior, ao invés de preparar toda a área a ser reformada, a adição dos resíduos no solo com subprodutos que restaram do processo da industrialização tais como a vinhaça, a torta de filtro, além da adição da matéria orgânica deixada pelas raízes e ainda pela palhada caso dentro deste manejo seja adotada a colheita da cana-de-açúcar sem a queimada (DONZELLI, 2007). Ao abolir a queima, conforme o procedimento que o empreendedor adotar, irá mitigar os impactos no solo com mais ou menos intensidade. Conforme é demonstrado no QUADRO 3, caso a palhada seja queimada deixando o solo exposto, anualmente será perdido 20,20 ton/ha de solo pela erosão e a umidade da chuva se evaporará três vezes mais rápido, com a palhada sendo incorporada ao solo, será perdido 13,80 ton/ha de solo e deixando a palhada sobre o solo mitigará a erosão em 69%.

QUADRO 3 – Perda Anual do Solo em Ton e % de Evaporação da Água

<b>Sistemas de Manejo</b>	<b>Perdas Anuais</b>	
	Solo (ton/ha)	Água (% chuva)
Palha Queimada	20,20	8,00
Palha Enterrada	13,80	5,80
Palha na Superfície	6,50	2,50

Fonte: Donzelli (2007)

### 2.4.3. Adubação Nitrogenada na Cana-de-Açúcar

Outra fonte emissora de óxido nitroso ( $N_2O$ ) é através do uso de adubação nitrogenada. Como já descrito a terra é um sistema fechado, onde os elementos são constantemente reciclados através dos animais e plantas, retornando ao solo. A atmosfera, reservatório de N da terra, é composta em 78% de nitrogênio (N), mesmo sendo abundante a sua composição é em  $N_2$ , não sendo aproveitado pela maioria dos seres vivos, pois estes utilizam os compostos nitrogenados como o amônio e o nitrato, disponível no solo (RAVEN et al., 2001). O nitrogênio passa por três ciclos principais, sendo o primeiro amonificação, o segundo nitrificação e o terceiro é a assimilação. Os compostos nitrogenados são derivados da ação de bactérias saprófitas e vários fungos agindo sobre organismos mortos, fixando o N em proteínas e aminoácidos, liberando o excesso em forma de amônio ( $NH_4^+$ ) que é a mineralização ou amonificação do N, já em meios alcalinos com fontes ricas em N (adubos compostos juntados com esterco em contato com atmosfera), é convertida em gás amônia ( $NH_3$ ).

A nitrificação ou oxidação da amônia é provocada pela ação da bactéria *Nitrosomonas* (quimiossintetizante), transformando a amônia em nitrito. Como o nitrito é tóxico para as plantas, entra em ação a bactéria *Nitrobacter* que oxida o nitrito transformando-o em nitrato que é absorvida pelas plantas. Como os ciclos dos nutrientes possuem vazamento, onde um percentual sempre é perdido, além da amonificação, da nitrificação e da assimilação, também é observado um quarto onde o nitrato em um processo anaeróbico é transformado em nitrogênio gasoso e em óxido de nitrogênio retornando para a atmosfera, denominado de desnitrificação (RAVEN et al., 2001).

Segundo Chiaradia (2005), o nitrogênio para ser aproveitado pelas plantas deverá estar em forma mineralizada, que consiste em passar da forma orgânicas (N-orgânico) para a forma inorgânica (N-inorgânico). O primeiro passo neste processo é a transformação do N-orgânico em amônia, que é um gás, nesta fase caso não tenha várias condições favoráveis somadas como o pH do material e do solo, além da quantidade suficiente de íons para atender a reação, irá ocorrer grandes perdas pela volatilização da amônia. Este gás ao entrar em

contato com as soluções do solo como os íons hidrônio ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ), reagirão se transformando em amônio ( $\text{NH}_4^+$ ).

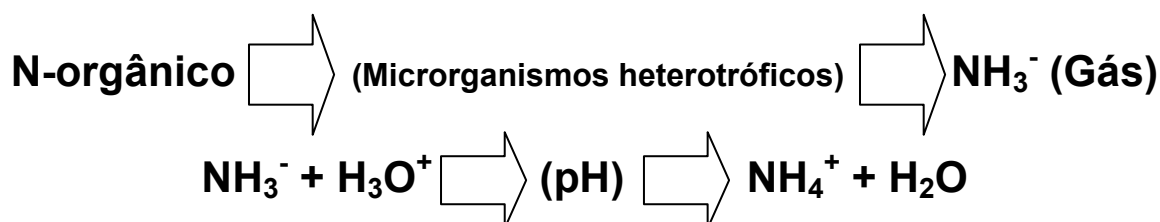


Figura 9 – Processo de Amonificação sendo:- Amônia ( $\text{NH}_3^-$ ) e Amônio ( $\text{NH}_4^+$ )

Fonte: Chiaradia, 2005.

Em condições ideais de oxigênio no solo, as bactérias do gênero *Nitrosomonas* irão oxidar o  $\text{NH}_4^+$  em nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) e depois as bactérias do gênero *Nitrobacter* irão oxidar o  $\text{NO}_2^-$  em  $\text{NO}_3^-$ . Tanto as formas do  $\text{NH}_4^+$ , como do  $\text{NO}_3^-$ , são absorvidas pelas plantas, porém assim como a forma  $\text{NH}_4^+$  é perdida pela gaseificação, na forma  $\text{NO}_3^-$  ocorrem perdas pela lixiviação e através da percolação podem contaminar o lençol freático.

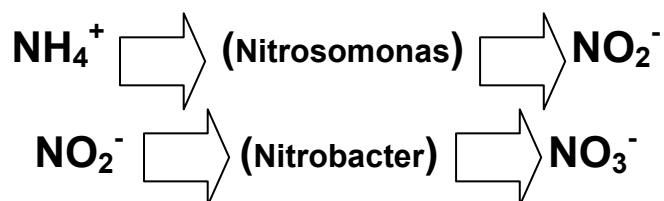


Figura 10 – Processo de Nitrificação com as duas etapas: Nitritação e Nitratação

Fonte: Chiaradia, 2005.

Segundo Macedo et al. (2004), aplicando adubo nitrogenado no solo, entre 0,5% e 1,5%, serão perdidos com a emissão do  $\text{N}_2\text{O}$ , sendo que os fertilizantes nitrogenados tipo  $\text{NH}_4^+$  atingem o teto de 1,5%. Na região do Centro-Sul do Brasil, para a cultura da cana-de-açúcar, na cana planta a média utilizada, são de 28 kg de N/ha ao ano. Para a cana soca são utilizados 87 kg de N/ha ao ano. Como a maioria dos fertilizantes são formulados a base de  $\text{NH}_4$ , foi usado o cálculo de 1,5% e o manejo mais usado é de uma parte com cana planta (28 kg/ha/ano), quatro partes com cana soqueira (348 kg/ha/ano), portanto, são utilizadas anualmente uma média ponderada de 75 kg de N/ha ao ano, multiplicado pelo índice de 1,5%, chegou-se a emissão de 1,13 kg de  $\text{N}_2\text{O}$ /ha/ano.

#### 2.4.4. Combustível Consumido na Produção da Cana-de-Açúcar

Dentro do manejo com a cana, uma área total deverá ser dividida em cinco partes, sendo que uma estará com cana planta e quatro com cana soca, portanto dentro da área total, estarão realizando um preparo de solo com plantio, quatro tratos culturais e cinco cortes (CAMPOS, 2003).

Segundo Macedo et al. (2004), na pesquisa, a média geral de produtividade foram 82,4 ton/ha/ano, onde o plantio, em 20% da área, foram utilizados tratores agrícolas de porte médio, tanto na aplicação de calcário como no controle químico. Esteira para as gradagens pesadas e subsolação, tratores agrícolas de porte grande para a sulcação e adubação do solo. Caminhões para o transporte da mudas, distribuição da torta de filtro que é realizada em somente 30% da área, consumindo uma média de 163,83 L/ha de óleo diesel. Já para os 80% restantes, foram utilizados tratores agrícolas de porte médio, para o aleiramento da palhada, a aplicação de controle químico e o cultivo mecânico. Irrigação com a vinhaça, aplicando em 30% da área, consumindo em média 18,75 L/ha de óleo diesel. Portanto, ao juntar o consumo da cana planta e da cana soca, será obtido uma média ponderada de 47,77 L/ha de óleo diesel.

Na colheita mecânica foram utilizadas máquinas que consomem em média 40,04 L/h, com uma produção de 45,00 ton/h de cana combinada (queimada e crua), então o consumo é equivalente à colheita de 0,5461 ha ou 73,98 L/ha de óleo. Já para a colheita manual, a cana vai sendo cortada e enleirada no chão não gastando óleo diesel no corte e sim para carregar, o que em geral um trator carregadeira produz 46,00 ton/h, com um consumo de 7,1 L/h, foram consumidos 12,72 L/ha de óleo diesel no carregamento. Para o transbordo na lavoura, os tratores gastaram em média 9,0 L/ha de óleo diesel e sua capacidade operacional é de 35,00 ton/h, ou seja, 21,19 L/ha de óleo diesel (MACEDO et al., 2004). Para o transporte da lavoura até a usina, a média de distância é aproximadamente de 20 km e como a média da capacidade operacional dos caminhões (Truk 15 ton, Romeu/Julieta 28 ton e Treminhão 45 ton; consumindo respectivamente 30,30 ml/ton/km; 22,30 ml/ton/km; 18,50 ml/ton/km), com a média ponderada de 20,4 ml/ton/km de óleo diesel.

#### **2.4.5. Distribuição de Renda com a Cultura da Cana-de-Açúcar**

Segundo Macedo (2007), no Brasil na década de 1980, os níveis de desemprego eram bastantes elevados (no setor da agricultura 44%, na área da indústria 6% e no setor de serviços 15%) e os trabalhadores que estavam empregados, uma grande parcela recebia menos que o salário mínimo da época que era US\$ 53,00 dólares, uma outra diferença que havia e continua ocorrendo é uma discrepância entre os salários pagos aos trabalhadores que exercem as mesmas atividades na região Norte-Nordeste e os da região Centro-Sul.

Segundo Moraes (2007), em uma pesquisa realizada em 1980 foi constatado que a renda familiar dos cortadores de cana era de US\$ 220,00/mês (no período de safra eles recebiam US\$ 280,00/mês e no período da entre safra esta receita caia para US\$ 160,00/mês), este valor estava acima dos valores que 86% dos trabalhadores da agricultura recebiam, 46% dos trabalhadores da indústria e 56% dos trabalhadores do setor de serviços. Em 1980 na região Norte-Nordeste, eram necessários investimentos equivalente a US\$ 11.000,00 para cada emprego gerado, na região Centro-Sul eram investidos a equivalência de US\$ 23.000,00 para cada emprego gerado.

Em 1990, foi realizado um estudo sobre a geração de emprego direto e indireto na atividade canavieira, os dados obtidos foram que tinham sido gerados 654 mil empregos diretos e 937 mil empregos indiretos, induzindo um total de 1,8 milhões empregos (MACEDO, 2007).

Segundo Moraes (2007), vem ocorrendo uma grande evolução com a implantação das atividades canavieiras por todo o Brasil, por ser uma atividade do setor organizado da economia, ao ser implantada uma usina, e implantadas conjuntamente toda infra-estrutura necessária para atender as necessidades destes trabalhadores lá instalados, além de levar a cultura do recolhimento das obrigações dos encargos sociais. Em 2005, o QUADRO 4, mostra as informação do Ministério do Trabalho e Emprego através da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), foi constatado que a abrangência atingia 90% dos funcionários, restando erros principalmente na área agrícola por preenchimento e emissão das guias, sendo uma grande maioria pelas empresas terceirizadas.



QUADRO 4 – Remuneração da Mão-de-Obra na Produção Agrícola da Cana

Mão-de-Obra Utilizada na Área Agrícola para a Produção da Cana-de-Açúcar; Discriminada por Região, Educação e Remuneração (Dados de 2005: RAIS)						
Nível de	N-NE		Centro-Sul		Brasil	
Educação	Nº de Func.	Remuneração	Nº de Func.	Remuneração	Nº de Func.	Remuneração
Analfabeto	29.467	R\$ 382,07	13.569	R\$ 571,72	43.036	R\$ 441,87
4ª S. Inc.	47.993	R\$ 422,83	95.248	R\$ 603,31	143.241	R\$ 542,84
4ª S. Com.	9.530	R\$ 467,62	79.152	R\$ 748,51	88.682	R\$ 718,32
8ª S. Inc.	7.169	R\$ 553,49	62.181	R\$ 666,70	69.350	R\$ 655,00
8ª S. Com.	1.947	R\$ 552,39	30.876	R\$ 746,38	32.823	R\$ 734,87
2º G. Inc.	1.697	R\$ 580,15	12.676	R\$ 750,49	14.373	R\$ 730,38
2º G. Com.	2.216	R\$ 882,21	16.504	R\$ 948,98	18.720	R\$ 941,08
Sup. Inc.	143	R\$ 964,47	1.465	R\$ 1.159,88	1.608	R\$ 1.142,50
Sup. Com.	332	R\$ 2.703,02	2.503	R\$ 3.001,69	2.835	R\$ 2.966,71
<b>TOTAL</b>	<b>100.494</b>	<b>R\$ 448,05</b>	<b>314.174</b>	<b>R\$ 710,93</b>	<b>414.668</b>	<b>R\$ 647,22</b>

Fonte: Moraes (2007), adaptada.

Em 1991 havia destilarias em 357 municípios brasileiros, ocupando cerca de 15,6% da mão-de-obra, em municípios da região Centro-Oeste estes índices atingiam 28% de ocupação da população. Em 1970 para cada um milhão de toneladas de cana-de-açúcar, eram necessários 2.200 funcionários diretos, sendo 1.600 na área agrícola (72,73%) e 600 na área industrial (27,27%), em 1980 estes números foram reduzidos para 1.800 funcionários diretos, em 1990 reduziu para 1.300 funcionários diretos (MORAES, 2007).

Segundo Gonzaga (2004), a unidade de medida utilizada para demonstrar a necessidade de mão-de-obra é a Equivalência Homem Ano (EHA), que corresponde a uma jornada de trabalho de um homem adulto por 08:00 horas, por um período de 200 dias. No ano de 2000, no Estado de São Paulo, foram plantados 2.822.100 hectares de cana-de-açúcar e foram ocupados 222.734 EHA (12,67 EHA/ha), em 2001, foram plantados 3.013.300 hectares e foram ocupados 241.193 EHA (12,49 EHA/ha), ou seja, proporcionalmente vem ocorrendo uma leve redução (-1,42%) da mão-de-obra neste período, em virtude da evolução de tecnologia vem se mecanizando cada vez mais e reduzindo o número de funcionários, porém inversamente proporcional vem ocorrendo um aumento nos salários e reduzindo a penosidade laboral.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no município de Campo Grande, MS, no período entre fevereiro de 2007 até julho de 2008. Inicialmente foi realizado uma ampla pesquisa sobre o assunto, em todos os materiais disponíveis. Dentre as informações consideradas importantes, detectadas no levantamento desta pesquisa, verificou-se que em função do tema ter entrado em evidência recentemente, ainda é limitado o número de publicações sobre o mesmo.

Além do levantamento das informações publicadas, também buscou-se a troca de informações pessoais com professores e estudiosos em geral. A contribuição relevante para a realização deste trabalho, foi obtida das publicações de Teses, Dissertações e Artigos disponíveis nas bibliotecas eletrônicas das universidades existentes no País, as quais estão relacionadas a seguir:

- <http://libdigi.unicamp.br/document/list.php?tid=7>
- <http://www.esalq.usp.br/departamentos/ler/downloadap.htm>
- <http://www.teses.usp.br/areas.php?cod=B>
- <http://www.iea.usp.br/iea/revista/>
- <http://www.biblioteca.unesp.br/bibliotecadigital/todownload>.
- <http://www.ebape.fgv.br/academico/dissertacoes.asp>.

- [http://www.scielo.br/scielo.php/script\\_sci\\_home/Ing\\_pt/nrm\\_iso](http://www.scielo.br/scielo.php/script_sci_home/Ing_pt/nrm_iso)

- [http://www.bdt.d.ufscar.br/tde\\_arquivos//Publico/TeseOSM.pdf](http://www.bdt.d.ufscar.br/tde_arquivos//Publico/TeseOSM.pdf).

Pesquisa de artigos publicados em diversas instituições governamentais e não governamentais, nacionais e internacionais, tratando sobre temas atualizados relacionados ao assunto:-

- [http://ftp.mct.gov.br/Clima/comunic\\_old/coperal3.htm](http://ftp.mct.gov.br/Clima/comunic_old/coperal3.htm)

- <http://www.ambiente.sp.gov.br/>

- <http://www.cetesb.sp.gov.br/legislacao/federal/leis/leis.asp>

- <http://www.ambientebrasil.com.br/agropecuaria/conservacao.html>

- <http://www.dsr.inpe.br/mapdsr/> (Mapas com área de cana)

- <http://www.unep.org/geo2000/> (informações mundiais)

- <http://www.ipcc.ch/>

- [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_sp.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf)

- <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-ts.pdf>

- <http://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/climate-change-water-en.pdf>

- <http://www.eia.doe.gov/>

Pesquisa de artigos publicados informando temas atualizados sobre o assunto, nos meios eletrônicos em diversas instituições não governamentais ligados ao setor, além das bibliotecas eletrônicas, tais como:-

- <http://www.portalunica.com.br> (cadeia produtiva da cana-de-açúcar)

- <http://www.carbonobrasil.com> (comercio de carbono)

- <http://www.cna.org.br/> (agricultura)

- <https://www.fao.org.br/> (produção agrícola e consumo mundial)

- <http://www.opas.org.br/> (saúde pública)

- <http://www.amazon.com/books> (comercialização de livros)

<http://www.udop.com.br/geral.noticia=26406>(comercialização de livros)

-<http://www.comciencia.br> (revista científica)

Após busca intensa e ampla, foram selecionados alguns materiais. Estes materiais adquiridos foram organizados por itens que completassem o tema principal, selecionados os parágrafos que vinham ao encontro do assunto, analisados todos os dados, realizadas as confecções das tabelas, efetuado o desenvolvimento da discussão e por último a redação deste trabalho.

Tanto na administração como na economia, a grande maioria dos elaboradores de projetos, adotam a metodologia de calcular superestimando os débitos e subestimando os créditos, com isto, é obtido resultados conservadores, facilitando a busca das metas estabelecidas no projeto, metodologia que foi adotada neste trabalho.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A **Comissão Interministerial da Mudança Global do Clima (CIMGC)** é o órgão que concede registra, monitora, validando os títulos de CERs, para projetos de MDL no Brasil. Porém, para validá-los são exigidos que os projetos tenham por objetivo a produção sustentável das áreas agrícolas, visando a redução da emissão dos GEE, ou seja, tenham como conceito gerar um ativo ambiental, além de cinco outros itens, que os produtores agrícolas canavieiros devem atender. Estes requisitos que são descritos a seguir:

O primeiro que é a **Sustentabilidade Ambiental**, com o produtor canavieiro erradicando a queimada, para cada tonelada de cana-de-açúcar colhida crua, estará deixando de emitir: 0,004 ton de material particulado, 0,0005 ton de óxido nitroso e 0,028 ton de monóxido de carbono (ARBEX, 2001).

Com base nos dados do IPCC, erradicando a queimada da cana-de-açúcar antes da colheita, para cada ton de colmo restam 145 kg de M S, e destes, 101 kg são de palha, deixará de ser emitido 0,286 kg de CH<sub>4</sub>, 0,00825 kg de N<sub>2</sub>O (MACEDO et al., 2004).

Com base nas informações disponibilizadas (UNICA, 2008), calculado-se a produção da cana-de-açúcar obtida no Centro-Sul na safra 2006/07, que ficou com uma média ponderada de 71,61 ton/ha, tem-se:

Como os GEE foram obtidos por duas fontes, e a metodologia que está sendo adotada é o maior valor obtido, com o passivo e o menor com o ativo, os cálculos abaixo são uma regra de três simples, ou apenas multiplicação:

- 0,004 ton material particulado ( $0,004/\text{ton} \times 71,61 \text{ ton/ha} = 0,286 \text{ ton/ha}$ ),  
ou **286,44 kg por ha de M. P.**

- 0,0005 ton de óxido nitroso ( $0,0005/\text{ton} \times 71,61 \text{ ton/ha} = 0,0358 \text{ ton/ha}$ ),  
ou **35,80 kg por ha de N<sub>2</sub>O.**

- 0,028 ton de monóxido de carbono ( $0,028/\text{ton} \times 71,61 \text{ ton/ha} = 2 \text{ ton/ha}$ ),  
ou **2.005,08 kg por ha de CO.**

Já as informações obtidas com o segundo autor são:

- 0,286 kg/ton de CH<sub>4</sub> ( $0,286 \text{ kg/ton} \times 71,61 \text{ ton/ha} = \mathbf{20,48 \text{ kg/ha de CH}_4}$ )

- 0,00825 kg/ton de N<sub>2</sub>O ( $0,00825 \text{ kg/ton} \times 71,61 \text{ ton/ha} = 0,591 \text{ kg/ha}$ )

Para que seja obtido os valores em carbono equivalente, os gases acima serão aplicados os valores de conversão (PAG ou GWP), conforme QUADRO 5:

QUADRO 5 – Emissão de Gases de Efeito Estufa pela Queima da Palhada

Gás Efeito Estufa	Emissão em (kg)		GWP ou PAG		CO <sub>2</sub> Equivalente
CO	2.005,08 kg	X	1	=	2.005 kg CO <sub>2</sub> Eq
CH <sub>4</sub>	20,48 kg	X	21	=	430,08 kg CO <sub>2</sub> Eq
N <sub>2</sub> O	35,80 kg	X	310	=	11.098 kg CO <sub>2</sub> Eq
TOTAL					13,53 ton/CO <sub>2</sub> Eq/ha

Por não ter obtido números precisos de quais os HPCs são emitidos, ficou fora dos cálculos, mas, ao erradicar a queimada da cana-de-açúcar, deixam de ser emitidos 429,66 kg/ha de hidrocarbonetos, 286,44 kg/ha de material particulado e 13,53 ton de CO<sub>2</sub>Eq/ha.

Além do crédito ambiental, anualmente estará reduzindo a erosão, protegendo o solo contra os impactos eólicos, os impactos causados pelas chuvas, além de favorecer o microclima próximo ao solo evitando mudanças bruscas na temperatura, retendo a umidade por um período maior, além de manter ou até melhorar a CTC, das áreas agrícolas, vindo ao encontro do que a Agenda 21 e a própria CIMGC preconizam.

O segundo item que é a **Geração Líquida de Emprego e o Desenvolvimento das Condições do Trabalho**: Conforme é descrito por MORAES (2007), através de dados levantados pela RAIS em 2005 na região do Centro-Sul, haviam 314.174 trabalhadores registrados, com remuneração acima do piso regional e com todos os encargos recolhidos.

Quanto ao **desenvolvimento das condições do trabalho**, segundo GONZAGA (2004), em 2000 eram necessários 12,64 EHA/ha e em 2001 foram necessários 12,49 EHA/ha, conforme vem sendo mecanizada as atividades agrícolas, no plantio e principalmente na colheita com equipamentos bastante sofisticados como é o caso das colhedeiças, sendo necessário uma capacitação da mão-de-obra para operá-la, com isto vem se reduzindo a penosidade laborial, o que atende o terceiro item também que é a **Capacitação e Desenvolvimento Tecnológico**.

No quarto item exigido pela CIMGC que é a **Distribuição de Renda** e segundo MORAES (2007), na região do Centro-Sul, existiam 314.174 pessoas empregadas diretamente nas atividades agrícolas canavieiras, com uma média salarial de R\$ 710,93 em 2005.

O quinto item é a **Integração Regional e Articulação entre outros Setores**. Para ser implantada uma área com a cultura de cana-de-açúcar, em torno de 20 km de distância, é implantada a indústria que irá processar toda esta matéria prima. Com isto, é incrementado em toda a região, várias outras atividades profissionais como a implementação do setor educacional, segurança, saúde, transporte de cargas e de passageiros, concessionárias agrícolas, concessionárias de veículos pesados, prestadores de serviços como: mecânico, eletricista, borracheiro, contador, advogado, enfermeiro, médico, além de uma

exigência em melhor infra-estrutura geral (MACEDO, 2007). Um estudo feito na atividade canvieira em 1990, os dados obtidos foram que dos 654 mil empregos diretos, mais 937 mil empregos indiretos haviam sido gerados, ou seja, há uma integração e uma articulação entre os vários setores de toda a região.

Para obter o consumo de óleo diesel, será calculado a produção da cana-de-açúcar obtida no Centro-Sul na safra 2006/07, que ficou em 71,61 ton/ha e sendo colhida totalmente mecanizada. conforme é demonstrado no QUADRO 6, as práticas culturais necessárias e o consumo de óleo combustível no plantio da cana-de-açúcar, onde o consumo ficará com a mesma média de 163,83 L/ha de óleo diesel, porém o plantio é efetuado em apenas 20% da área.

QUADRO 6 – Consumo de Óleo Diesel para o Plantio da Cana-de-Açúcar

Trato Cultural Necessário para a “Cana Planta” (Reforma em 20% da Área Total)					
Trato Cultural	Equi. Pot. CV	Implemento	Cap.ha/hora	Litros/hora	Cons. por ha
Aplicaç.Calcário	Trator 78 CV	Carreta Distrib.	1,61 ha por h	6,00 L/hora	3,73 litros
Errad. química	Trator 69 CV	Bomba Herbic.	2,50 ha por h	4,00 L/hora	1,60 L
Errad.Mecânica	Trator 143 CV	Eliminador.	1,10 ha por h	12,00 L/hora	11,09 L
Grade pesada I	Trator 165 CV	Grade 18dX34”	1,30 ha por h	27,60 L/hora	21,23 L
Subsolagem	Trator 165 CV	Subs. 5 Hastes	1,00 ha por h	26,00 L/hora	26,00 L
Grade pesada II	Trator 165 CV	Grade 18dX34”	1,30 ha por h	27,60 L/hora	21,23 L
Sulca e Adubar	Trator 170 CV	Sulc/Adub.Duplo	1,10 ha por h	15,00 L/hora	13,64 L
Transp. Mudas	Caminhão 360 CV	Trem/Rodotrem	0,546 ha por h	9,50 L/hora	17,40 L
Distrib. Mudas	Trator 69 CV	Carreta Distrib.	0,60 ha por h	4,00 L/hora	6,67 L
Apl.Ins./Cob.Suco	Trator 69 CV	Cobridor 2 linha.	1,80 ha por h	4,80 L/hora	2,67 L
Aplicaç. Herbicida	Trator 69 CV	Bomba Herbic.	2,50 ha por h	4,00 L/hora	1,60 L
Aplicaç. Torta Filt.	Caminhão 180 CV	Em 30% da Área	2,50 ha por h	12,80 L/hora	9,60 L
Cultivo Mecânico	Trator 69 CV	Cultivador	1,30 ha por h	8,00 L/hora	6,15 L
<b>Para Plantar 1 ha de Cana-de-Açúcar o Consumo de Óleo Diesel é de:-</b>					<b>163,83 L</b>
<b>A Reforma é Feita em Somente 20% da Área Total, a Média Ponderada é de:-</b>					<b>32,77 L</b>



Conforme QUADRO 7, para os 80% restantes, será necessário apenas realizar os tratos culturais com tratores agrícolas de porte médio, como o aleiramento da palhada, a aplicação de controle químico e o cultivo mecânico. Irrigação com a vinhaça, aplicando em 30% da área, são consumidos em média 18,75 L/ha de óleo diesel.

QUADRO 7 – Consumo de Óleo Diesel na Manutenção Agrícola da Cana Soca

Trato Cultural Necessário à “Cana Soqueira” (Realizado em 80% Área da Total)					
Trato Cultural	Equi. Pot. CV	Implemento	Cap.ha/hora	L/hora	Cons. por ha
Aleira/to da Palha	Trator 69 CV	Aleira/ de Palha	1,50 ha por h	4,00 L/hora	2,67 L
Cultivo Mecânico	Trator 143 CV	Cultivador.	1,30 ha por h	9,20 L/hora	7,08 L
Vinhaça(Trns+Apl)	Caminhão 180 CV	Aplic. 30% Área	2,50 ha por h	61,74 L/hora	7,41 L
Aplicaç. Herbicida	Trator 69 CV	Bomba Herbic.	2,50 ha por h	4,00 L/hora	1,60 L
<b>Para Manter 1 ha de Cana-de-Açúcar o Consumo de Óleo Diesel é de:-</b>					<b>18,75 L</b>
<b>A Manutenção é Feita em 80% da Área Total, a Média Ponderada é de:-</b>					<b>15,00 L</b>

Portanto, ao juntar o consumo do combustível com a cana planta (20%) mais o consumo da cana soca (80%), será obtido uma média ponderada de 47,77 L/ha de óleo diesel.

Para realizar a colheita 100% mecânica, com máquinas que consomem em média 40,40 L/h ou 0,6733 L/min, reduzindo a produtividade da máquina para 40,00 ton/h de cana crua, colhendo a média de produção obtida no Centro-Sul na safra 2006/07, que ficou em 71,61 ton/ha, conforme é descrito no QUADRO 8, em uma hora será colhido 0,5586 de 1 ha ou 1 ha será colhido em 108 minutos, multiplicado pelos 0,6733 l/min, é obtido 72,72 L/ha de óleo diesel. Com relação ao transbordo da cana para os caminhões, estes tratores gastam em média 9,0 L/h de óleo diesel ou 0,15 L/min e sua capacidade operacional é de 35,00 ton/h, com a média de produção obtida no Centro-Sul na safra 2006/07, foi de 71,61 ton/ha, em uma hora será transportado 0,4888 de 1 ha ou 01 ha será transportado em 123 minutos, multiplicado pelos 0,15 L/min, é obtido 18,45 L/ha de óleo diesel.

QUADRO 8 – Consumo de Óleo Diesel com a Colheita Mecânica na Cana Crua

Consumo de Óleo Diesel com a Colhedeira Mecânica e com o Transbordo					
Trato Cultural	Equi. Pot. CV	Capac. Operac.	Cap.ha/hora	Litros/hora	Cons. por ha
Colheita Mecânica	Colheit 330CV	40 ton por hora	0,5586 ha/h	40,40 L/hora	72,72 L
Transbordo	Trator 180 CV	35 ton por hora	0,4888 ha/h	9,00 L/hora	18,45 L
<b>Em 1 ha de Cana-de-Açúcar o Consumo de Óleo Diesel é de:-</b>					<b>91,17 L</b>

Para o transporte da lavoura até a usina a média de distância é entorno de 20 km e como a média da capacidade operacional dos caminhões (Truk 15 ton, Romeu/Julieta 28 ton e Treminhão 45 ton; consumindo respectivamente 30,30 ml/ton/km; 22,30 ml/ton/km; 18,50 ml/ton/km), foi obtido uma média ponderada de 20,4 mililitros de óleo diesel por ton por quilometro. Calculando com a produção obtida no Centro-Sul na safra 2006/07, que foi 71,61 ton por ha com uma distância de 20 km, são consumidos 29,62 litros de óleo diesel por ha.

QUADRO 9 – Consumo de Óleo Diesel, Plantio da Cana ao Transporte a Usina

Consumo de Óleo Diesel com a Colhedeira Mecânica e com o Transbordo	
<b>Cana Planta em 20% da Área Total, a Média Ponderada de óleo diesel é:-</b>	<b>32,77 L</b>
<b>Cana Soca em 80% da Área Total, a Média Ponderada de óleo diesel é:-</b>	<b>15,77 L</b>
<b>Colheita Mecânica da Cana Crua e Transbordo, o Cons. de Óleo Diesel é de:-</b>	<b>91,17 L</b>
<b>Transporte da lavoura até a Usina (<math>\pm</math> 20 km), o Cons. de Óleo Diesel é de:-</b>	<b>29,62 L</b>
<b>Em 1 ha com 71,61 ton de Cana o Consumo Total de Óleo Diesel é de:-</b>	<b>169,33 L</b>

Como um litro de óleo diesel pesa 0,852 kg e que para cada kg de óleo diesel são emitidos 0,06 kg de CO<sub>2</sub>eq na prospecção, de 0,16 a 0,26 kg de CO<sub>2</sub>eq no refino, 0,02 kg de CO<sub>2</sub>eq no transporte para o consumidor, de 0,25 a 0,35 kg de CO<sub>2</sub>eq na evaporação, 3,15 kg de CO<sub>2</sub>eq na emissão direta, emitindo entre 3,40 a 3,49 kg de CO<sub>2</sub>eq (MACEDO et al., 2004).

Como 1L de óleo diesel pesam 852 g, em 1000 g quantos ml terá, um total de 1,1737 litros. No QUADRO 10, é demonstrado que na prospecção como exemplo: em 1,1737 L emitem 0,06 kg de CO<sub>2</sub>e, em 1,0 litro terá 0,05112 kg de CO<sub>2</sub>eq, o que é igual a 5,112% de CO<sub>2</sub>eq/L.

QUADRO 10 – Emissão de Gás Carbônico Equivalente por Litro de Óleo Diesel

1 L de Óleo Diesel Pesa 0,852 Kg ⇔ 01 kg de Óleo Diesel é = a 1,1737 L					
Prospecção	Refino	Trans/Cons	Evaporação	Emis/Direta	Emis/Total
0,06 kg CO <sub>2</sub> eq	0,16-0,26 kg CO <sub>2</sub> eq	0,02kg CO <sub>2</sub> eq	0,25-0,35 kg CO <sub>2</sub> eq	3,15kgCO <sub>2</sub> eq	<b>3,64-3,84 kg CO<sub>2</sub>eq</b>
5,112% CO <sub>2</sub> eq/L	13,6-22,15% CO <sub>2</sub> eq/L	1,70% CO <sub>2</sub> eq/L	21,30-29,82% CO <sub>2</sub> eq/L	268,38% de CO <sub>2</sub> eq/L	<b>327,17% de CO<sub>2</sub>eq/L</b>

QUADRO 11: Consumo de 169,33 L/ha de Diesel e a Emissão de CO<sub>2</sub>Equivalente

Emissão de Gás Carbônico Equivalente ao Consumir 169,33 L de Óleo Diesel					
Prospecção	Refino	Trans/Cons	Evaporação	Emis/Direta	Emis/Total
5,112% de CO <sub>2</sub> eq/L	22,15% de CO <sub>2</sub> eq/L	1,70% de CO <sub>2</sub> eq/L	29,82% de CO <sub>2</sub> eq/L	268,38% de CO <sub>2</sub> eq/L	<b>327,17% de CO<sub>2</sub>eq/L</b>
<b>8,66 kg de CO<sub>2</sub>eq</b>	<b>37,51 kg de CO<sub>2</sub>eq</b>	<b>2,88 kg de CO<sub>2</sub>eq</b>	<b>50,49 kg de CO<sub>2</sub>eq</b>	<b>454,45 kg de CO<sub>2</sub>eq</b>	<b>553,99 kg de CO<sub>2</sub>eq</b>
<b>Em 169,33 L de Óleo Diesel, Emitirá em CO<sub>2</sub> Equivalente um Total de:-</b>					<b>553,99 kg de CO<sub>2</sub>eq</b>

Portanto para plantar, cultivar, colher, realizar o transbordo e transportar a produção até a indústria, será gerando um passivo de 554,00 kg de CO<sub>2</sub>eq/ano.

Conforme o item 2.4.3, para melhor visualização do consumo e emissão na produção da cana-de-açúcar com a adubação nitrogenada, são utilizadas anualmente, médias ponderadas de 75 kg/N/ha/ano. Multiplicado pelo índice de 1,5%, chegou-se a emissão de 1,13 kg de N<sub>2</sub>O/ha/ano, e segundo a tabela de conversão da taxa de equivalência de CO<sub>2</sub> do PAG. Como o N<sub>2</sub>O tem um

potencial de aquecimento em 296 vezes (REICHARDT e TIMM, 2004; CHIARADIA, 2005), ou um potencial de aquecimento em 310 vezes (IPCC, 2007).

QUADRO 12 – Potencial de Aquecimento Global (PAG) com Adubo Nitrogenado

Gás Efeito Estufa	Emissão em (kg)		GWP ou PAG		CO <sub>2</sub> Equivalente
N <sub>2</sub> O	1,13 kg	X	310	=	350,30 kg CO <sub>2</sub> Eq

Portanto para cultivar a cana-de-açúcar, é necessário utilizar uma média ponderada de 75 kg de adubo nitrogenado, que dentro desta área, 20% será de cana planta e os outros 80% restante será de cana soca, e o uso desta adubação gera um passivo de 350,30 kg de CO<sub>2</sub>Eq/ano.

Segundo Campos (2003), os colmos são compostos em 75% de líquidos, então com esta produção de 71,61 ton/ha, estará sendo exportando **17,9 ton/MS/ha**, como a M S é composta em 50% de C, este produtor estará exportando 8,95 ton/C/ha. Porém, ao demonstrar seus experimentos, ao colher a cana-de-açúcar crua, no 1º ano ficou depositado sobre o solo com a palhada, 14 ton/MS/ha que continham 6 ton/C/ha, ou seja, a M S continha 42,86% de C.

Já Basana (2004), em suas experiências identificou que a cana-de-açúcar apresenta entre 420 e 450 g C por Kg M S, ou seja, **no mínimo 42** e no máximo **45% de C na MS**.

Segundo Alvarez et al. (2000), em suas análises de raízes, foi obtido 0,2770 g/MS/raízes/m<sup>3</sup> com a cana crua e uma média de 0,2713 g/MS/raízes/m<sup>3</sup> com a cana queimada. Já no segundo ano a cana crua obteve uma média de 0,1981 g/MS/raízes/m<sup>3</sup> e a cana queimada obteve uma média de 0,2246 g/MS/raízes/m<sup>3</sup>, ou seja, o menor índice encontrado na cana crua foi de 0,1981 g/m<sup>2</sup>, multiplicado por 10.000 m<sup>2</sup>, foi produzido **1981 kg/MS/raízes/ha**.

No QUADRO 13, demonstra os resultados obtidos com os colmos que foi 17,9 ton/MS/ha, com a palhada foi de 14 ton/MS/ha e com as raízes foi 1,98

ton/MS/ha. Como o menor índice de C encontrado pelos pesquisadores na M S foi de 42%, tem-se um total em ton/C/ha/ano, fixada pela biomassa da cana.

QUADRO 13 – Total de Matéria Seca e de Carbono na Biomassa da Cana

Cana-de-açúcar	Biomassa/MS/ha		< % de C na M. S.		Ton/C/ha
Colmos	17,9 ton/MS/ha	X	42%	=	7,52 ton/C/ha
Palhada	14 ton/MS/ha	X	42%	=	5,88 ton/C/ha
Raízes	1,98 ton/MS/ha	X	42%	=	0,83 ton/C/ha
TOTAL	33,88 ton/MS/ha	X	42%	=	14,23 ton/C/ha

Como para cada ton de C fixado na biomassa, equivale a uma mitigação de CO<sub>2</sub> correspondente de 3,67 ton (BALBINOTI, 2000; YU, 2004). Ao multiplicar o C fixado pela biomassa da cana crua, que foi de 14,23 ton/C/ha ao multiplicar por 3,67 ton, o produtor canavieiro ao erradicar a queimada do manejo da cana, terá gerado um ativo ambiental com um crédito de 52,23 ton/CO<sub>2</sub>equivalente por hectare por ano.

Com a cultura canavieira, na safra 2006/07, na região do Centro-Sul, foi obtido uma média de fixação de 52,23 ton/CO<sub>2</sub>eq/ha/ano. Para o produtor conseguir este ativo ambiental, foram necessário impactar o meio ambiente com a adubação nitrogenada que emitiu 350,30 kg/CO<sub>2</sub>/eq/ha/ano ou 0,3503 ton/CO<sub>2</sub>eq/ha/ano, com a queima de combustíveis fósseis foram emitidos 554,00 kg/CO<sub>2</sub>/eq/ha/ano ou 0,554 ton/CO<sub>2</sub>eq/ha/ano, totalizando um passivo de 0,9043 ton/CO<sub>2</sub>eq/ha/ano. Ao confrontar o ativo de 52,23 ton/CO<sub>2</sub>eq/ha/ano com o passivo de 0,9043 ton/CO<sub>2</sub>eq/ha/ano, o produtor que erradicar a queimada da cana-de-açúcar terá obtido um **ativo ambiental de 51,32 ton/CO<sub>2</sub>eq/ha/ano**.

## 5. CONCLUSÃO

Com base na análise dos dados, concluiu-se que ao adotar como procedimentos, colher a cultura da cana-de-açúcar crua, ou seja, excluindo a prática de queimada do manejo agrícola, o produtor canavieiro estará deixando de emitir **0,286 ton/ha/ano** de material particulado, **13,53 ton/CO<sub>2</sub>eq/ha/ano** com os demais gases, além de fixar o carbono na biomassa, gerando um ativo ambiental de **51,32 ton/CO<sub>2</sub>eq/ha/ano**, com isto totaliza **64,85 RCEs/ha/ano**. Ainda, por falta de maiores informações, deixaram de ser emitidos para a atmosfera, mas não foram contabilizadas as **0,43 ton/ha/ano** de hidrocarbonetos.

Também ficou identificado que ao colher a cultura da cana-de-açúcar crua, estará mitigando a erosão, reduzindo significativamente as perdas da melhor parte do solo e ainda mais, estará reduzindo a evaporação da umidade do solo, além de incrementar o teor de matéria orgânica da área, melhorando a CTC das áreas agrícolas, ou seja promovendo a sustentabilidade ambiental.

Ao mecanizar a atividade, o agricultor canavieiro estará reduzindo o total de mão-de-obra utilizada por ha, porém, estão sendo substituídos por trabalhadores qualificados, aumentado a renda per capita, além de reduzir a penosidade laborial. Portanto, os produtores de cana-de-açúcar que erradicar a queima do manejo na colheita, estarão atendendo a todos os itens exigidos pela CIMGC, e portanto aptos para serem inclusos em projetos de MDL e poderão ser emitidos títulos de RCEs.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como a cana-de-açúcar já vem sendo produzida em larga escala, será uma ótima oportunidade para se não resolver, pelo menos amenizar os efeitos dos impactos que foram causados pelo homem no transcorrer dos séculos XVIII ao XX, favorecendo a fauna, pois animais deixarão de serem queimados nas áreas agrícolas, com os reflorestamentos das matas ciliares e reservas permanentes, favorecendo a flora brasileira. Os índices de matéria orgânica dos solos agrícolas também serão mantidos ou restabelecidos para as próximas gerações, indo ao encontro do Tratado de Kyoto e da Agenda 21, ratificados pelo Brasil, contribuindo para mitigar os GEE, e se tudo isto não bastasse, ainda no segundo período do Tratado de Kyoto, poderá gerar mais uma receita ao produtor agrícola, aumentando sua rentabilidade, pois são eles quem realmente exercem as atividades mitigando os GEE.

Ainda sobre o cultivo da cana-de-açúcar, existe pouca literatura, sobre a emissão e fixação de CO<sub>2</sub> pelas atividades com o solo, porém nem uma literatura conclusiva quantificando o quanto é emitido de CO<sub>2</sub> ao cultivá-lo, e o quanto é retido de CO<sub>2</sub> ao deixá-lo coberto pela palhada, por um período de cinco anos sem revolvê-lo. Pesquisadores estão levantando dados com o plantio na entre linha, sem revolver o solo, neste caso seriam dez, quinze ou até vinte anos sem revolver os solos.

Assim como a cultura da cana-de-açúcar pode gerar RCEs, várias outras culturas como o milho, o sorgo entre outras plantas  $C_4$  também poderão, mesmo leguminosas como a soja, apesar de produzir menor quantidade de matéria seca por hectare, não utiliza adubação nitrogenada, portanto devem ser analisadas.

Como foi visto, vários países são favoráveis ao princípio da equidade e pela emissão GEE por setor produtivo, e as atividades pecuárias, bastante visadas pela emissão mundial de 22% do  $CH_4$  com a fermentação entérica, porém, como foi descrito neste trabalho, os ruminantes aproveitam 20% do alimento ingerido, desperdiçando os outros 80%, mas, é necessário que o pecuarista disponibilize os 100% da pastagem para a manutenção destes animais diariamente, merecendo uma análise bastante fundamentada.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, I. A.; CASTRO, P. R. C.; NOGUEIRA, M. C. S. Crescimento de raízes de cana crua e queimada em dois ciclos: **Scientia Agrícola**, v.57, nº 4, p.653-659, out-dez. 2000.

ARAGÃO, L. E. O. e C.; SHIMABUKURO, Y. E. **Perspectivas para o estudo da biogeoquímica do carbono em macro-escala integrando diferentes técnicas: Modelagem ecológica, sensoriamento remoto e SIG**. 2004. 97 f. Relatório técnico do INPE-10731-RPQ/757, INPE, São José dos Campos, SP.

ARBEX, M. A. **Avaliação dos efeitos do material particulado proveniente da queimada da plantação da cana-de-açúcar sobre a morbidade respiratória na população de Araraquara-SP**. 2001. 204 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. SP.

BASANTA, M. V. **Dinâmica do nitrogênio na cultura de cana-de-açúcar em diferentes sistemas de manejo de resíduos da colheita**: 2004. 103 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

BIN, A. **Agricultura e meio ambiente: Contexto e iniciativas da pesquisa pública**. 2004. 169 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAP, Campinas, SP.

CAMPOS, D. C. **Potencialidade do sistema de colheita sem queima da cana-de-açúcar para seqüestro de carbono**: 2003. 103 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

CARVALHO, E. P. Presidente da União da Indústria de Cana-de-Açúcar – (UNICA) – Edição nº 76 – maio/junho 2007, **Uma nova fonte de energia limpa para o mundo**. Acesso em: 14 abril de 2008 as 22:00 horas. Disponível em: <[http://www.portalunica.com.br/portalunica/files/referencia\\_publicacoes\\_informacaounica-32-Arquivo.pdf](http://www.portalunica.com.br/portalunica/files/referencia_publicacoes_informacaounica-32-Arquivo.pdf)>

CHIARADIA, J. J. **Avaliação agrônômica e fluxos de gases do efeito estufa a partir de solo tratado com resíduos e cultivado com mamona (*Ricinus communis* L.) em área de canavial**: 2005. 108 f. Tese (Doutorado) – Escola Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

COPPE – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia – **Emissão de dióxido de carbono por queima de combustíveis: Abordagem Top-Down**: 2006. 113 p. Rio de Janeiro, RJ.: Publicação de Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasília, D.F.

COSTA, J. R. V. **Astronomia no Zênite O universo é para todos nós – Atmosfera, morada das nuvens** – Acesso: 15/07/08 as 19:45 horas. Disponível em: <<http://www.zenite.nu/>>

COSTABEBER, J. A.; CAPORAL, F. R. Possibilidades e alternativas do desenvolvimento rural sustentável. In: Vela, Hugo. (Org.): **Agricultura Familiar e Desenvolvimento Rural Sustentável no Mercosul**. Santa Maria: Editora da UFSM/Pallotti, p.157-194, 2003.

CUNHA, K. B. **Mecanismo de desenvolvimento limpo: evolução do instrumento e suas perspectivas**. 2005. 198 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAP, Campinas, SP.

DENARDIN, V. F. **Abordagens econômicas sobre o meio ambiente e suas implicações quanto aos usos dos recursos naturais, Teoria e Evidência Econômica**, Passo Fundo, v. 11, n. 21, p. 129-149, novembro 2003.

DONZELLI, J. L. **Erosão na cultura da Cana-de-açúcar: situação e perspectivas.** In: MACEDO, I.C. A Energia da Cana-de-açúcar – Doze Estudos sobre a Agroindústria da Cana-de-açúcar no Brasil e a sua Sustentabilidade: 2ª Ed, São Paulo, SP: Editora Berlendis Editores Ltda, 2007. 235 p.

FGV **O Mecanismo de desenvolvimento limpo: Guia de orientação:** Rio de Janeiro, RJ: Fundação Getúlio Vargas, FGV Editora, 2002. 90 p.

FERRAZ, J. M. G. **Os Impactos Sócio-ambientais Causados pela Produção de Cana-de-Açúcar** In: Proposição: Deputado Amarildo Cruz, Assembléia Legislativa de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 21 de maio de 2007, 41 P.

GONZAGA, M.C. **O uso de luvas de proteção no corte manual de cana-de-açúcar.** 2004. 98 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Campinas – UNICAP, Campinas, SP.

IDO, O. T.; DAROS, E.; ZAMBON, J. L. C.; WEBER, H.; BUSO, P. H. M.; OLIVEIRA, R. A. Crescimento e distribuição radicular de três cultivares de cana-de-açúcar, em cana soca, em dois tipos de solo, em Rizotron. I. uso do WinRhizo: **Scientia Agrícola**, v.7, nº 1-2, p.21-26, 2006.

INPE, **Tabela com os números da área de cana safra e reforma na região Centro-Sul – Safra 2006/2007.** Acesso: 20/06/07 as 19:00 horas Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/mapdsr/tabelas.html>>

IPCC, **Climate change 2007 - Technical Summary.** A report accepted by working group I of the intergovernmental. Panel on climate change. Acesso em: 05/07/08. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/>>

JACOBI, P. **A água na terra está se esgotando? É verdade que no futuro próximo teremos uma guerra pela água?** Acesso: 15/07/08 as 19:24 horas. Disponível em: <<http://www.geologo.com.br/aquahisteria.aso>>

LANZOTTI, C. R. **Uma análise emergética de tendências do setor sucroalcooleiro:** 2000. 95 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAP, Campinas, SP.

Lei nº 3.357 **Normatiza as praticas culturais na hora da colheita com a queima da cana-de-açúcar no Estado do Mato Grosso do Sul**: Disponível em: <[http://aacpdappls.net.ms.gov.br/appls/legislacao/secoge/govato.nsf/448b683bce4ca84704256c0b00651e9d/0266ba6c3200042b04257260004663ab/\\$FILE/LEI%203.357.rtf](http://aacpdappls.net.ms.gov.br/appls/legislacao/secoge/govato.nsf/448b683bce4ca84704256c0b00651e9d/0266ba6c3200042b04257260004663ab/$FILE/LEI%203.357.rtf)> Acesso em:.08/03/2008 as 19 horas e 44 min.

LIMA, M. R.; MORAES, A.R.; CAMPAGNA, A.F.; SANTOS, S.A.M. **Recursos naturais – Água, solo e ar –** Acesso: 19/06/08 as 20:25 horas. Disponível em: <<http://educar.sc.usp.br/ciencias/recursos/solo.html>>

LIMA, J. E. S. Economia ambiental, ecológica e marxista versus recursos naturais: **Rev. da FAE**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 119-127, jan./jun. 2004

MACEDO, I. C. **A Energia da Cana-de-açúcar – Doze Estudos sobre a Agroindústria da Cana-de-açúcar no Brasil e a sua Sustentabilidade**: 2ª Ed, São Paulo, SP: Editora Berlendis Editores Ltda, 2007. 235 p.

MACEDO, I. C.; LEAL, M. R. L. V.; SILVA, J. E. A. R. **Balanco das emissões de gases do efeito estufa na produção e no uso do etanol no Brasil**. São Paulo, SP, Secretaria do Meio Ambiente, Governo do Estado de São Paulo, 2004. 37p.

MARIOTONI, M. A. **O desenvolvimento tecnológico do setor sucroalcooleiro no Estado de São Paulo (1975-1985)**: 2004. 131 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAP, Campinas, SP.

MATTOS, K. M. C. et al. Valoração Econômica do Meio Ambiente Dentro do Contexto do Desenvolvimento Sustentável, **Revista Gestão Industrial**, v. 01, n. 02: pp. 109-121, 2005.

MMA Ministério do Meio Ambiente, **A Agenda 21**, Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=18&idConteudo=575>> Acessado em 25/08/07 as 18 horas e 30 min.

Ministério de Minas e Energia, **Balanco Energético Nacional**. Disponível em: [http://www.mme.gov.br/site/menu/select\\_main\\_menu\\_item.do?channelId=1432&pagId=14493](http://www.mme.gov.br/site/menu/select_main_menu_item.do?channelId=1432&pagId=14493)> Acessado em 26/05/08, as 17 horas e 20 min.

MORAES, M. A. F. D. **Numero e qualidade dos empregos na agroindústria da Cana-de-açúcar.** In: MACEDO, I. C. A Energia da Cana-de-açúcar – Doze Estudos da Agroindústria da Cana-de-açúcar no Brasil e a sua Sustentabilidade: 2ª Ed, São Paulo, SP: Editora Berlendis Editores Ltda, 2007. 235 p.

MOREIRA FILHO, L. G. **Mudanças globais do clima: o conhecimento atual** In: MACEDO, I.C. A Energia da Cana-de-açúcar – Doze Estudos sobre a Agroindústria da Cana-de-açúcar no Brasil e a sua Sustentabilidade: 2ª Ed, São Paulo, SP: Editora Berlendis Editores Ltda, 2007. 235 p.

PACHECO, M. R. P. S.; HELENE, M. E. M. Atmosfera, fluxo de carbono e fertilização por CO<sub>2</sub>, **Revista Estudos Avançados**, p. 204-220 Acesso: 15/06/08 Disponível: < <http://www.iea.usp.br/iea/revista/coletaneas/mudglobais/index.html>>

PEARCE, F. **O aquecimento global**, 1ª Edição, São Paulo, SP: Editora Publifolha, 2002. 72 p.

RAVEN, P.H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**: 6ª Ed, Rio de Janeiro, RJ: Editora Guanabara Koogan S.A., 2001. 906 p.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, Planta e Atmosfera: Conceitos, Processos e Aplicações**: 1ª Ed, Barueri, S.P. Editora Manole.LTDA 2004. 478 p.

RODRIGUES, J. D., **Fisiologia da cana-de-açúcar**: Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Campus de Botucatu, Botucatu, S.P. 99 p, 1995.

SCHEIDT, P. **Mercado de carbono triplica em 2006**: Acesso: em 03/05/07. Disponível em: <<http://www.carbonobrasil.com/news.htm=7>>

SIMON, A. A. **Extensão rural em microbacias hidrográficas como estratégia de gestão ambiental no meio rural catarinense: A qualidade dos sistemas sociais e ecológicas como patrimônio comum**: 2003. 429 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, SC.

SOARES, M. **MSPC**. Acesso em 15/07/08 as 20:00 horas. Disponível em: <[http://www.mspc.eng.br/temdiv/terra\\_0210.shtml](http://www.mspc.eng.br/temdiv/terra_0210.shtml)>

UNIVERSIDADE DA ÁGUA. **Água no planeta**. Acesso em 15/07/08 Disponível em: <<http://www.uniagua.org.br/website/dehault.asp?tp=3&=aguaplaneta.htm>>

VOLL, C. E. **Aplicação de vinhaça e do extrato de palhiço de cana-de-açúcar no controle de plantas daninhas**: 2005. 45 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

YU, C. M. **Seqüestro florestal de carbono no Brasil: Dimensões políticas, socioeconômicas e ecológicas**: 1ª Ed, São Paulo, S.P. Annablume IEB Editora. 2004. 280 p.