

HALLEY ANTONIO DE OLIVEIRA JÚNIOR

O SEQÜESTRO DE CARBONO PARA O COMBATE AO EFEITO ESTUFA

UBERABA, 2003

HALLEY ANTONIO DE OLIVEIRA JÚNIOR

O SEQÜESTRO DE CARBONO PARA O COMBATE AO EFEITO ESTUFA

Trabalho final Do curso de pós graduação em Gestão Ambiental.

Faculdade da Região dos Lagos - FERLAGOS  
Uberaba - 2004

## SUMÁRIO

1- Introdução .....	1
2- O consumo de combustíveis e o efeito estufa .....	3
3- O seqüestro de carbono .....	7
1- Projetos de seqüestro de carbono .....	11
4.1- projetos realizados no Brasil .....	12
2- Protocolo de Kyoto e o mercado internacional de carbono .....	19
3- Créditos de carbono .....	22
4- Conclusão .....	29
5- Bibliografia .....	31

### Índice das figuras

Fig. 1 Emissão de gás carbônico .....	5
Fig. 2 O ciclo do carbono .....	8

## 1- INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios da humanidade hoje, pode ser representado pelas Mudanças Climáticas Globais (MCG), pois, além de serem um problema global - como o próprio nome diz, envolvem vários setores da sociedade, que necessitam de uma tomada de consciência da importância da questão e exigem mudanças em muitos hábitos de consumo e comportamento.

As crescentes emissões de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) e outros gases como o metano (CH<sub>4</sub>) e o óxido nitroso (NO<sub>2</sub>) na atmosfera têm causado sérios problemas, como por exemplo o efeito estufa acentuado. Devido à quantidade com que é emitido, o CO<sub>2</sub> é o gás que mais contribui para o aquecimento global. Suas emissões representam aproximadamente 55% do total das emissões mundiais de gases do efeito estufa. O tempo de sua permanência na atmosfera é de 50 a 200 anos. Isto significa que as emissões de hoje têm efeitos de longa duração, podendo resultar em impactos no regime climático ao longo dos séculos.

O efeito estufa, ganhou este nome a partir de uma construção utilizada na agricultura de regiões temperadas. As temperaturas mais baixas e os menores fotoperíodos tornaram necessárias para o cultivo de plantas sensíveis ao frio, o "aprisionamento" de calor solar, o que é feito com uma barreira de plástico sobre os vegetais. Esta barreira permite a passagem de Grande parte dos raios solares, porém impede a saída do calor, causando assim um aumento da temperatura.

Causado pelo acúmulo de certos gases lançados na atmosfera, que tenham a propriedade de impedir que o excesso de calor produzido pelo planeta seja eliminado, estes gases são chamados de Gases de Efeito estufa (GEE). Embora o efeito estufa seja considerado um fenômeno natural, e vital para a manutenção da temperatura da terra, possibilitando assim que haja vida em nosso planeta, as consequências do aumento do efeito estufa, podem ser observadas pelas mudanças climáticas em determinados ambientes, tendo a temperatura média do globo terrestre aumentado em pequenas proporções, mas que já podem ser sentidas com uma constante mudança na dinâmica da atmosfera, o que provoca um número cada vez maior de nevascas, furacões, deslizamentos de neves, aquecimento de grandes geleiras nos pólos, além do aquecimento do ar presente na camada inferior da atmosfera,

aumentando a incidências de registros de problemas causados por insolação, insuficiência respiratória, entre outras.

De modo geral, podemos definir o Efeito Estufa como o aprisionamento na atmosfera de grande parte do calor produzido pela terra, gerado pela interação da luz solar, com o ar atmosférico e a superfície terrestre e que deveria ser refletida de volta ao espaço.

As informações a baixo, nos ajudam a compreender o funcionamento do Efeito Estufa.

- Os raios de luz penetram a atmosfera, atingem a superfície da Terra e voltam ao espaço
- Ao atingir a superfície do planeta, estes raios mudam de características físicas e transformam-se em calor.
- Uma parte deste calor emitida agora pela Terra e que está prestes a retornar para o espaço é aprisionada na atmosfera, justamente devido a presença dos gases de efeito estufa.

Estudos recentes tem indicado que uma das formas de se conter o avanço do efeito estufa, seria a conservação de florestas, bem como o replantio de matas em áreas sem vegetação, sua contribuição para a diminuição do aquecimento global, ocorreria em função da diminuição do efeito estufa.

A conservação de florestas faz com que o elemento carbono (C) encerre seu ciclo na natureza, sendo aproveitado na composição de corpos vegetais, impedindo que o carbono fique livre na atmosfera, sendo para este fato, designado o termo “Seqüestro de Carbono”.

Principal processo natural que se contrapõe ao Efeito Estufa, o Seqüestro de Carbono também é um fenômeno essencialmente natural, estabelecendo assim um equilíbrio dinâmico entre a emissão de gases como o gás carbônico e a sua conversão em biomassa. Sua importância se dá, devido ao fato de que o elemento Carbono, realiza ligações estáveis com os componentes químicos do ar atmosférico, formando assim uma espécie de redoma, pela qual o excesso de calor produzido pelo planeta não pode ser eliminado, dando funcionamento ao Efeito Estufa.

A proposta deste presente trabalho é promover um levantamento de informações que comprovem a eficiência de projetos que visem o seqüestro de carbono atmosférico, como uma estratégia de combate ao aquecimento global.

## **2- O CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS E O EFEITO ESTUFA**

A queima de combustíveis fósseis e o desmatamento emitem grandes quantidades de gases, em especial o CO<sub>2</sub> na atmosfera. Este gás absorve bem a radiação terrestre. Quando ocorre o aumento deste gás, ocorre também o aumento da temperatura e da quantidade de vapor de água na atmosfera, ocorrendo aquecimento da superfície terrestre.

As plantas verdes absorvem CO<sub>2</sub> durante a fotossíntese, mas atualmente tem sido liberada uma quantidade de gás maior que a capacidade de absorção das plantas. O CO<sub>2</sub> acumulado na atmosfera bloqueia a saída de radiação quente para o espaço e manda de volta esta radiação aquecida, causando o chamado Efeito Estufa. Emissões de metano, óxido de nitrogênio e os clorofluorcarbonetos (CFC's) também contribuem para o efeito estufa.

Os países industrializados são responsáveis por cerca de 71% da emissão global de CO<sub>2</sub>. Os países em desenvolvimento, com 80% da população mundial, produzem aproximadamente 18% da emissão total.

Os maiores efeitos do aquecimento global considerados por alguns cientistas são: os efeitos que a mudança climática causará na produção mundial de alimentos, mudanças na agricultura e a venda de commodities (o que poderá modificar a estrutura do comércio mundial).

O conjunto de gases que impedem que o excesso de calor produzido pela terra seja eliminado para o espaço, são chamados de Gases de Efeito Estufa (GEE), e vem sendo lançado na atmosfera de forma indiscriminada, em nome da industrialização e da produção de bens de consumo manufaturados. No entanto, hoje se sabe que a maior parte desses gases são emitidos por veículos automotores, através da queima de combustíveis fósseis, (petróleo, gás natural, carvão mineral).

A listagem a baixo nos mostra quais são os principais gases produzidos pela queima de combustíveis.

- CO<sub>2</sub>: É responsável por cerca de 64% do efeito estufa. Diariamente são enviados cerca de 6 mil milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> para a atmosfera. Possui vida média entre 50 e 200 anos.
- Clorofluorcarbono (CFC): São usados em sprays, motores de aviões, plásticos e solventes utilizados na indústria eletrônica. Responsável pela destruição da camada de

ozônio. Também é responsável por cerca de 10% do efeito estufa. O tempo de duração é de 50 a 1700 anos. Sua utilização vem sendo substituída por outros gases de menor efeito contra a camada de ozônio.

- Metano (CH<sub>4</sub>): Produzido por campos de arroz, pela digestão de ruminantes e pela combustão de lixo dispostas de maneira incorreta. É responsável por cerca de 19% do efeito estufa. Tem um tempo de duração de 15 anos.
- Ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>): Produzido pela combustão da madeira e de combustíveis fósseis, pela decomposição de fertilizantes químicos e por micróbios. É responsável por cerca de 6% do efeito estufa.
- Outros gases como o SO<sub>2</sub>, e o vapor de água H<sub>2</sub>O, são responsáveis por 1% restante do efeito estufa, além de constituírem a formação de chuvas ácidas em grandes metrópoles.

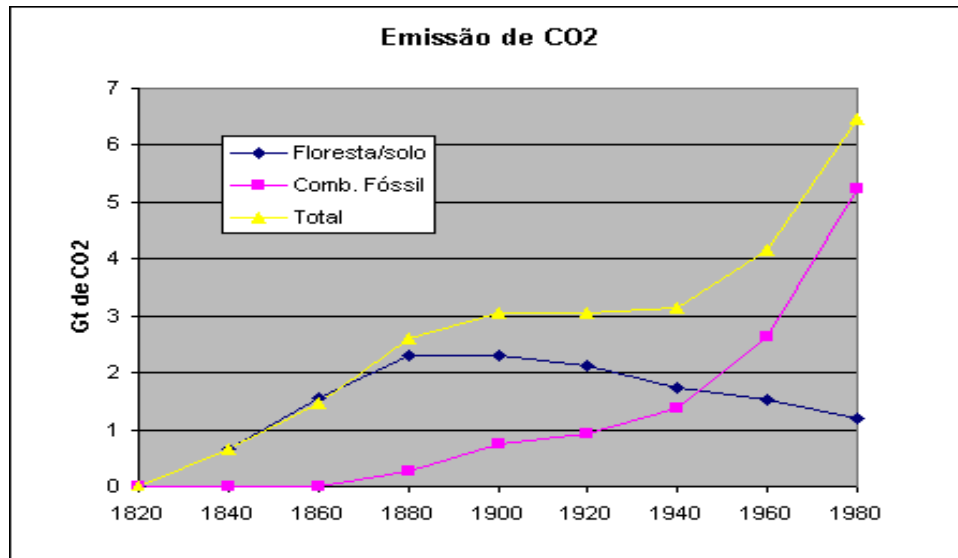
Os gases responsáveis pelo aquecimento global da Terra, encontram-se na combustão de combustíveis fósseis, como o petróleo e seus derivados, e nas cidades cerca de 40 % deve-se à queima de gasolina e de óleo a diesel, fato que se traduz pelo número de veículos automóveis que aí circulam.

Os veículos automotores são responsáveis pela libertação de monóxido de carbono (CO) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), derivados de chumbo e hidrocarbonetos.

Juntamente com a queima de combustíveis fósseis, o desflorestamento para expansão agrícola, urbana ou produção de carvão vegetal, além das freqüentes queimadas de vegetações arbóreas, também são grandes contribuintes para a emissão de CO<sub>2</sub>, a derrubada de árvores provoca o aumento da quantidade de dióxido de carbono na atmosfera pela sua queima ou por decomposição natural. Vale lembrar, que as árvores aspiram dióxido de carbono e produzem oxigênio através da fotossíntese. Portanto, uma menor quantidade de árvores significa também menos dióxido de carbono sendo absorvido.

O gráfico a baixo, mostra a quantidade de carbono emitido na atmosfera através da queima de combustíveis fósseis e desflorestamento entre os anos de 1820 e 1980.

Fig. 1



Fonte: Efeito Estufa e o consumo de energia, Matéria publicada na revista eletrônica Economia & Energia, na edição de Maio – Junho 2001

De acordo com o gráfico, podemos observar que há um significativo aumento da quantidade de carbono sendo emitido para a atmosfera através da queima de combustíveis fósseis, principalmente entre os anos de 1940 e 1980. Uma possível alternativa para este fato seria o bom andamento de projetos de Seqüestro de Carbono.

Uma forma de aproveitamento de combustíveis, sem contudo aumentar os índices de poluição, pode ser encontrada na obtenção e utilização do Biogás, também chamado de gás metano.

Trata-se de um gás incolor, altamente combustível, queimando com uma chama azul-clara, gerando um mínimo de poluição, gerado como produto final da fermentação anaeróbica de dejetos animais, vegetais e de lixo residencial e industrial, em condições adequadas de umidade.

A produção do biogás ocorre na ausência de oxigênio, podendo também suceder, com menor freqüência, espontaneamente na natureza, são exemplos a formação de gás metano em regiões pantanosas e na presença de gás metano entre os gases gerados no tudo digestivo dos animais.



Para a obtenção do biogás, é necessário que se tenha um biodigestor, podendo ser definido como uma câmara de fermentação, onde a biomassa sofre digestão anaeróbica.

O uso de biodigestores é incentivado pelo mecanismo de desenvolvimento limpo, estabelecido pelo Protocolo de Kyoto, assinado em dezembro de 1997, no Japão, por diversos países membros da Organização das Nações Unidas. O documento estabeleceu diretrizes para criação de projetos do sequestro de carbono, um mecanismo para redução do nível de gás carbônico na atmosfera. O biodigestor, tem como finalidade principal a obtenção do biogás (basicamente gás metano CH<sub>4</sub>). Para se obter metano através da decomposição da matéria orgânica, é necessário que se observem vários fatores como o tipo de matéria orgânica e grau de fracionamento do material antes de ser levado para a digestão, o que traz influências na maior ou menor produção do biogás, e conseqüentemente, no rendimento do processo.

A biodigestão anaeróbica proporciona vantagens que se tornam mais ou menos interessantes sob cada ponto de vista. Em termos gerais podemos citar benefícios como a produção de gás combustível, controle de poluição, eliminação ou redução de agentes patogênicos da matéria orgânica.

A produção do biogás é uma das suas vantagens, e este tem sido um dos principais motivos do interesse despertado pelo biodigestor. Apesar de fornecer quantidades consideráveis de combustíveis, não deve ser encarada como uma solução para o Brasil atingir sua auto-suficiência energética, mas como importante e viável solução para as regiões carentes.

O governo do Estado de Minas Gerais, através do Instituto Estadual de Florestas (IEF), vem incentivando a implantação de unidades de Biodigestores em todo o Estado, como forma de diminuir a poluição e de produção de energia.

O incentivo para a construção dos biodigestores faz parte da política do IEF para ampliar a consciência ambiental dos produtores e ampliar o número de "empreendimentos limpos" já que a suinocultura está presente em quase 40% das propriedades rurais do Brasil. "Além de fonte de energia, o biodigestor também é uma opção de produção de biofertilizantes substituindo a adubação química", explica o Diretor Geral do IEF, Humberto Candeias Cavalcanti.

Em setembro, foi implantada a primeira unidade do Brasil na Granja Becker, Fazenda Macaúbas, no município de Patos de Minas (região do Alto Paranaíba), em parceria com a empresa canadense Agcert. “Está prevista a instalação de 500 unidades pelo contrato assinado entre a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais com a Agcert”, afirma Cavalcanti. A segunda unidade de biodigestores de Minas Gerais foi inaugurada em Oliveira (região centro-oeste do Estado), na Fazenda São Paulo, no dia 28 de setembro de 2004

"Esta unidade foi construída através de uma parceria da Fazenda com a empresa Uniquímica e o apoio do IEF”, observa o assessor da Diretoria de Monitoramento e Controle do IEF, Jadir Silva de Oliveira. “O interesse de outras empresas demonstra que diversos setores estão preocupados com a criação de empreendimentos que preservem o meio ambiente”, afirma Oliveira.

De acordo com Ricardo Bona, Gerente da Fazenda São Paulo, a implantação da unidade de biodigestores gerou grande economia “Deixamos de gastar com a compra de gás para o aquecimento dos leitões e todo o projeto já estava pago em apenas um mês e meio”, afirmou Bona.

O projeto, observa o gerente da Fazenda, ofereceu a resposta para um dos principais problemas da propriedade que são os dejetos dos suínos que possuem um potencial poluidor muito grande, afetando principalmente os cursos d’água próximos às fazendas e provocando o efeito estufa que destrói a camada de ozônio. “É preciso lembrar que amanhã nossos filhos e netos vão precisar de água pura e ar limpo para sobreviver, e não podemos permitir que a suinocultura seja um agente poluidor”, afirmou Ricardo Bona.

### **3- O SEQÜESTRO DE CARBONO**

O aumento do dióxido de carbono na atmosfera tem sido uma preocupação de governantes, cientistas e da sociedade como um todo, por ser este, um dos constituintes da atmosfera responsáveis pelo aumento do efeito estufa e da temperatura global. Este aumento de dióxido de carbono, deve-se principalmente a atividades antropogênicas, seguidas pela mudança o uso da terra, com redução da capacidade de armazenamento de carbono na biomassa.

O conceito de seqüestro de carbono foi consagrado pela Conferência de Kyoto, em 1997, com a finalidade de conter e reverter o acúmulo de CO<sub>2</sub> na atmosfera , visando a diminuição do efeito estufa.

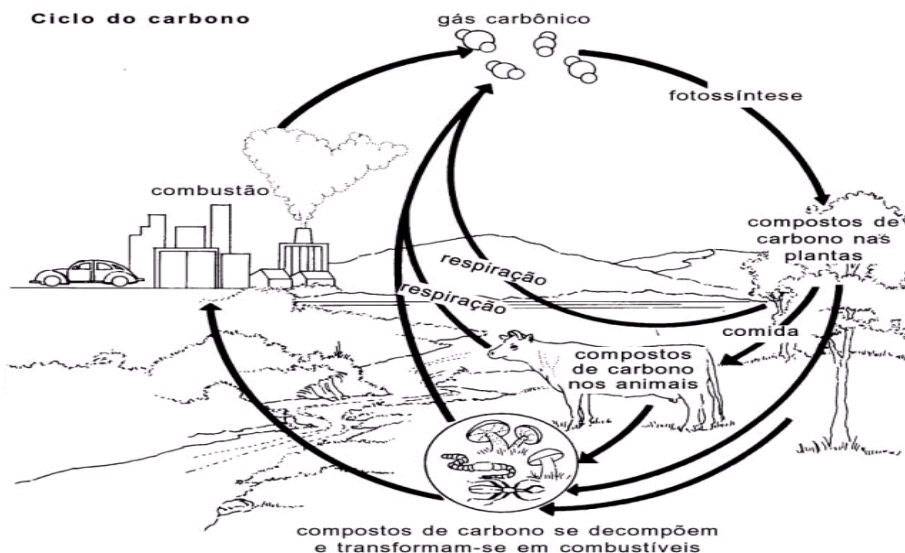
A conservação de estoques de carbono nos solos, florestas e outros tipos de vegetação, a preservação de florestas nativas, a implantação de florestas e sistemas agroflorestais e a recuperação de áreas degradadas são algumas ações que contribuem para a redução da concentração do CO<sub>2</sub> na atmosfera.

Os resultados do efeito Seqüestro de Carbono podem ser quantificados através da estimativa da biomassa da planta acima e abaixo do solo, do cálculo de carbono estocado nos produtos madeireiros e pela quantidade de CO<sub>2</sub> absorvido no processo de fotossíntese.

Para se proceder à avaliação dos teores de carbono dos diferentes componentes da vegetação (parte aérea, raízes, camadas decompostas sobre o solo, entre outros) e, por conseqüência, contribuir para estudos de balanço energético e do ciclo de carbono na atmosfera, é necessário, inicialmente, quantificar a biomassa vegetal de cada componente da vegetação.

O aumento de formações vegetais implica no maior consumo de gás carbônico pelos vegetais, através do processo de fotossíntese, diminuindo o acúmulo de gás carbônico na atmosfera., como podemos observar no ciclo do carbono representado na figura a baixo.

Fig. 2



A figura acima, nos mostra que diversos são os contribuintes na emissão de gás carbônico, e que somente através da fotossíntese ocorre absorção e o seu aproveitamento na formação de biomassa, identificando portanto, as causas para o acúmulo de carbono na atmosfera.

Estima-se que exista um acúmulo de Carbono na atmosfera, presente na formação de CO<sub>2</sub> (gás carbônico), além de outros gases do efeito estufa. Cerca de ¼ de toda a quantidade de carbono permanece no ar atmosférico, o restante, é reincorporado a biomassa e compostos inorgânicos, através do ciclo do carbono.

Este acúmulo, tende a aumentar a temperatura média do globo terrestre, possibilitando a formação de acidentes climáticos, nunca até registrados, como a formação de tempestades, derretimento de geleiras e inversões térmicas.

O aumento do aquecimento das camadas inferiores da atmosfera, como consequência do chamado “efeito estufa”, torna urgente todos os programas e propostas, destinados a seqüestrar carbono da atmosfera. A necessidade de reflorestamento com este objetivo não tem limites quantitativos. (Klabin, Israel – FBDS – Parcerias Estratégicas)

Em 1987, cientistas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) mediu a fixação de carbono na floresta de terra firme, próxima de Manaus. Embora o período de dados aproveitáveis tenha sido curto, os resultados sugeriram que a floresta estava retirando da atmosfera cerca de 6 quilos de carbono por hectare ao dia.

Segundo Luis Carlos Baldicero Molion, da Universidade Federal de Alagoas, a generalização desses dados para toda a Floresta Amazônica em território Brasileiro, com áreas estimadas em 390 milhões de hectares, sugere que a floresta estaria seqüestrando cerca de 850 milhões de toneladas de carbono por ano.

Em artigo publicado no número 5 da revista Imagens da Amazônia, em 1993, Molion colocava a seguinte questão: "Dos 6,7 bilhões de toneladas de carbono liberados pelas atividades humanas, estimava-se que cerca de 3,3 bilhões de TonC acumulavam-se na atmosfera e o restante era absorvido pelos oceanos. Porém, a cerca de três anos, uma equipe de Administração Nacional de Oceanos e da Atmosfera (NOAA), dos EUA, demonstrou que a absorção de carbono pelos oceanos está sendo de apenas 1,5 bilhões de tonC, que somados aos 3,3 bi de tonC que ficam na atmosfera perfazem 4,8 bi tonC. Onde estaria perdidas 1.9 bi tonC que faltam para fechar o balanço?"

Como possível resposta, teríamos que: ou os novos dados oceânicos estão subestimando a absorção de carbono ou o carbono perdido está sendo absorvido pela vegetação terrestre, das quais fazem parte as florestas temperadas (que funcionam apenas parte do ano), e as florestas tropicais (que agem no ano inteiro por serem bem supridas de luz solar e água)."

No ano de 2002, em artigo publicado na revista Science, Oliver Phillips, da Universidade de Leeds (Reino Unido), concluiu que só as florestas da América do Sul, retém 0,62 bi tonC por ano, ou quase 40% das 1,9 bilhões de toneladas de carbono do qual não se sabia o destino. Sua equipe chegou a essa conclusão depois de realizar 600 mil medições do volume de madeira em árvores de florestas de 12 países. Em outro artigo na mesma revista, um grupo da Universidade de Princeton (EUA), utilizando modelos matemáticos, concluiu que as florestas do EUA e Canadá absorvem 1,7 bilhão de toneladas de carbono, ou 90% do carbono perdido. O curioso é que esse número é exatamente a mesma quantidade de carbono emitida pelos 2 países com a queima de combustíveis. Como a conta não fecha, pois passa de 100%, conclui-se que um dos dois grupos está superestimando seus números.

Fazendo pesquisas de campo no assunto há 19 anos, Niro Higuchi, do Instituto de Pesquisas da Amazônia (IMPA), chegou a conclusões mais modestas. Analisando somente a fixação de carbono na madeira (ou seja, o seqüestro do carbono da atmosfera e sua transformação em biomassa vegetal, realizado pelas árvores através da fotossíntese), Higuchi concluiu que a floresta de terra firme próxima de Manaus seqüestra anualmente uma tonelada de carbono por hectare. Experiências semelhantes realizadas no Peru, Colômbia, Venezuela e em florestas de Rondônia e do Pará apresentaram resultados semelhantes. Partindo desses dados, a floresta Amazônica está seqüestrando anualmente 250 milhões de toneladas de gás carbônico. O trabalho do cientista brasileiro foi publicado na revista Science no 282, de outubro de 1998.

Podemos, portanto, conceber a idéia de que o aumento das áreas de florestas, sobretudo, florestas tropicais, são essenciais para o seqüestro de Carbono na atmosfera, contribuindo assim, como uma medida mitigadora aos crescentes níveis de emissão de Gás Carbônico (CO<sub>2</sub>), na atmosfera sendo este, o principal contribuinte para o aumento do efeito estufa.

#### **4- PROJETOS DE SEQÜESTRO DE CARBONO**

Seqüestro de carbono, pode ser considerado como uma forma mais sustentável de reduzir o efeito estufa caracterizada pela emissão do gás carbônico através do uso de combustíveis fósseis ou mesmo queimadas de florestas tropicais, seria portanto, uma minimização da concentração deste gás na atmosfera, através do uso plantas eficientes no seqüestro ou armazenamento do carbono da atmosfera. Isto pode ser explicado da seguinte maneira; sabe-se que o gás carbônico, a água e a luz constituem a "matéria prima" para que o processo da fotossíntese gere a produção de energia.

O gás carbono absorvido pelas plantas tem dois destinos simultâneos: uma parte fica retida no interior do vegetal, na forma de biomassa, alimentos ou fibras; e a outra seria devolvida para atmosfera pelo processo da respiração.

Neste sentido, tecnologias que selecione plantas com maior habilidade em "seqüestrar o carbono", poderia contribuir para reduzir a concentração deste gás na atmosfera.

Existem hoje diversos projetos que visam seqüestrar carbono em andamento, tais projetos podem ser motivados por diversas fatores, como por exemplo a manutenção do microclima local, geração de bancos de carbono, a fim de serem comercializados por vias de créditos de carbono, ou ainda como forma de compensação de pelo lançamento de compostos carbônicos na atmosfera através de atividades industriais.

Não dependendo da causa motivadora para o projeto a ser implementado, achamos mais comumente áreas de florestas que estejam sendo recompostas ou ainda preservadas com vistas no acúmulo de carbono na biomassa vegetal, impedindo que o carbono se acumule na atmosfera.

O cultivo de alimentos em lavouras de monocultura também devem ser destacadas, uma vez que diversas áreas de florestas foram suprimidas, dando lugar para grandes lavouras, que não teriam o mesmo desempenho no que se refere à absorção de carbono na atmosfera. Contudo, é fácil perceber, que o aumento da produção de alimentos de origem vegetal bem como as mudanças ocorridas nas práticas e atividades de agricultura, podem ser consideradas como contribuintes para o lançamento de carbono na atmosfera, isso se dá pela decomposição de partes dos vegetais agricultáveis não aproveitados para comercialização.

Esta situação no entanto vem sendo amenizada através da prática de plantio direto, técnica agrícola desenvolvida para países tropicais e que já é bastante utilizado em alguns tipos de lavoura no Brasil. Esse tipo de técnica além de preservar o solo, e poder não utilizar defensivos agrícolas, também forma um estoque de carbono no subsolo, que de acordo com alguns estudos, semelhante a de uma floresta madura.

Logo após a colheita, o agricultor realiza uma gradeação no solo, incorporando os restos vegetais ao solo, dessa forma, todo o carbono que seria liberado pela decomposição dos vegetais é reaproveitado, na forma de adubo natural para as próximas culturas.

Assim, a agricultura que utilize sistemas de produção em bases ecológicas, com sistemas conservacionista, a exemplo do sistema plantio direto, com adequado sistema de sucessão de culturas de cobertura durante o ano todo, pode contribuir significativamente, com maior seqüestro de carbono da atmosfera e o efeito estufa

#### **4.1- PROJETOS REALIZADOS NO BRASIL.**

- Projeto MDL

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), é a principal porta para a participação dos países em desenvolvimento no Protocolo de Kyoto, que estabelece regras para a redução nos níveis de emissão de poluentes no meio ambiente.

O Brasil lança um projeto pioneiro de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, criando uma referência mundial no processo de implementação do MDL, e será referência mundial para programa das Nações Unidas visando diminuir emissão de poluentes. Este projeto, foi apresentado para diversas agências da Organização das Nações Unidas (ONU) em Campinas, no estado de São Paulo, visando a co-geração de energia através do bagaço da cana-de-açúcar, o projeto ganhou o apoio da ONU.

Liderado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), o projeto “Engajamento do Setor Privado em Atividades do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo da Convenção do Clima/Protocolo de Kyoto”, é fundamentado nos ganhos energéticos alcançados pela geração de energia que utiliza o bagaço - que é um resíduo agro-industrial - como combustível.

A empresa que gera energia através de co-geração acaba emitindo menos poluentes do que nos casos da energia proveniente do petróleo, o que representa menos carbono na atmosfera. Com isso, ela receberá os “créditos de carbono”, que poderão ser comercializados no mercado com outras empresas, principalmente em outros países que são poluidores e que não adotaram sistemas para redução de poluentes e que, por isso, precisam pagar - como se fosse uma espécie de indenização - para quem está adotando projetos ecológicos.

A empresa parceira da PNUD neste empreendimento é a Bionergia Cogeneradora, do Grupo Balbo, localizada no estado de São Paulo, no município de Sertãozinho, que adotou uma produção ecológica, sendo o maior produtor mundial de açúcar orgânico, comercializado com a marca Native.

De acordo com o projeto da ONU, os programas que conseguirem ganhos energéticos na geração de energia, como no caso do bagaço da cana, estarão obtendo os créditos de carbono, que podem ser comercializados no mercado.

Apesar de não possuírem um alto valor, a venda dos créditos de carbono pode colaborar para a redução nos custos de produção. Além disso, o projeto tem por meta modificar o padrão atual do uso do bagaço. Hoje, cada tonelada de cana resulta em 240 quilos de bagaço, que podem gerar 70 quilowatts/hora de energia, dos quais 20 são usados na produção de açúcar e 40 simplesmente desperdiçados.

- Estudo de Viabilidade de Projeto de Implantação de Florestas Fixadoras de Carbono.

O referido projeto foi desenvolvido pelo Instituto Ecoplan em parceria com a Universidade Federal do Paraná e com a Ecowood Assessoria Ambiental através do edital 09/2001 do Fundo Nacional do Meio Ambiente – Ministério do Meio Ambiente – Governo Federal.

A pesquisa foi desenvolvida nos municípios de General Carneiro e Bituruna, localizados no extremo-sul do Estado do Paraná, região tradicionalmente conhecida como "Cinturão da Fome", por ser uma das mais pobres e carentes de todo o Estado do Paraná.



Durante décadas a principal atividade desta região foi a exploração em regime extrativista da madeira, em especial daquelas de maior valor comercial, como a araucária (*Araucaria angustifolia*) e a imbuia (*Ocotea porosa*), espécies que tiveram seus estoques drasticamente reduzidos. Opções de produção rural têm sido buscadas, como a fruticultura, a cultura da erva-mate ou a suinocultura. Contudo, tais iniciativas não têm revertido o quadro alarmante de pobreza que assola a região. Hoje a atividade de silvicultura é a principal alavanca do desenvolvimento socioeconômico da região.

Essa mudança de perfil determinou que muitas áreas degradadas e florestas improdutivas, bem como muitos campos nativos explorados pela agropecuária extensiva, dessem lugar a plantações florestais de *Pinus taeda*, *Pinus elliottii* e *Araucaria angustifolia*, que são, junto com a exploração da erva-mate, a principal atividade econômica da região. Há um grande número de empresas neste setor, sediadas nos municípios desta região, na sua grande maioria, serrarias e laminadoras de pequeno e médio porte. Nesse contexto, visualiza-se uma oportunidade de desenvolver projetos de implantação de florestas fixadoras de CO<sub>2</sub>, o qual certamente reverte também em importantes impactos ambientais à região, muito mais em direção da minimização das desigualdades sociais e da miséria.

Com esta nova oportunidade que o mercado de carbono oferece, se abre para o produtor rural, sobretudo àquele dedicado à produção florestal, uma concreta perspectiva de mitigar a situação precária que este enfrenta, justificando assim a condução de um estudo de viabilidade da atividade de implantação de florestas fixadoras de carbono na região sul do Estado do Paraná.

- Reserva da Serra do Itaqui

Na região de Guaraqueçaba e Antonina (Paraná) a SPVS (Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental) vem desenvolvendo diversos projetos o seqüestro de carbono, contando com o apoio da TNC - The Nature Conservancy.

1 - Projeto Ação Contra o Aquecimento Global em Guaraqueçaba - Desenvolvido na Reserva Natural Serra do Itaqui, município de Guaraqueçaba no litoral paranaense. Com o apoio técnico da TNC e financeiro da empresa de energia do Texas, American Electric

Power, tem como meta a recuperação de 7 mil hectares de área degradada e ser uma ação para combater as mudanças climáticas. Foi iniciado em junho de 2000 e atualmente conta com 17 funcionários envolvidos na manutenção da área, produção e plantio de mudas.

2 - Projeto de Restauração da Mata Atlântica - Desenvolvido na Reserva Natural Morro Azul, localizada ao longo da bacia do Rio Cachoeira, município de Antonina. Com o apoio técnico da TNC e financiado pela montadora General Motors, o projeto foi iniciado em julho de 2001 e tem como meta a recuperação de 12 mil hectares e também ser uma ação de combate às mudanças climáticas.

3 - Projeto Piloto de Reflorestamento em Antonina - Iniciado em setembro de 2001. A meta é recuperar 1000 hectares de terra degradada incorporados à Reserva Morro da Mina, doada para a SPVS em 1995. O projeto que tem apoio técnico da TNC e financeiro da Texaco propõe, além da recuperação florestal da área, a proteção vitalícia desta e a manutenção do abastecimento de água para Antonina. Cria também um novo sumidouro de carbono, com reflexos importantes no combate ao efeito estufa.

- Sequestro de carbono pode ser fonte de renda na Ilha de Marajó

Embora grande parte dos habitantes da ilha de Marajó, no Pará não entenda completamente o que seria sequestro de carbono, sua população aceitou participar dessa iniciativa proposta por instituições envolvidas com questões ambientais, entre elas a União Européia. Os moradores da ilha estão sendo esclarecidos sobre formas de garantir seu sustento explorando a floresta, porém sem destruí-la, melhorando assim as condições de vida das concentrações ribeirinhas, mas também uma melhoria na qualidade de suas vidas.

Entre as metas do projeto está a de sequestrar até 4.200 toneladas de carbono da atmosfera por ano com a ajuda das 70 famílias que se comprometeram em preservar 20 hectares de suas propriedades para a preservação ambiental. Isso tudo dentro do estabelecido pelo Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), definido pela Convenção de Mudanças Climáticas e Protocolo de Kyoto, “embora nem todas as cláusulas estejam totalmente definidas”, lembra o sociólogo Thomas Mitschein, coordenador geral do Projeto Pobreza e meio Ambiente na Amazônia (Poema.). A proposta é que em troca da preservação

ambiental daquela área, cada família receberia uma fatia do que for arrecadado com a venda de créditos de carbono.

Para permanecer no projeto a pessoa não pode derrubar ou queimar a mata preservada por dez anos. “Então é justo que cada um receba uma recompensa por deixar a mata em pé”, sentencia Manuel Geoval de Matos, presidente da Cooperativa Agrícola de Bom Jesus do Aramaráquiri. Esse apoio vem, por exemplo, com a implantação de sistemas agro-florestais (Safs) na área, que consiste na introdução de culturas consorciadas com árvores frutíferas, como caju e cupuaçu, de madeiras de uso comercial e apicultura.

Ainda que o projeto não tenha alterado significativamente a vida das famílias no sentido econômico, no que concerne a infra-estrutura, alguns avanços já foram conquistados. Hoje, a comunidade de Aramaráquiri, onde o acesso só é possível pelo rio Amazonas, já tem um barco de médio porte, um escritório, telefone, antena parabólica e acesso a Internet.

Segundo os dados fornecidos pela Cooperativa Agrícola de Bom Jesus de Aramaráquiri, antes do apoio da Comunidade Européia a situação era precária e muitos produtores destruíam a floresta para garantir sua sobrevivência. Agora, ainda há quem explore madeira na ilha, mas em escala bastante reduzida.

O número de famílias participantes ainda é pequeno. O Presidente da Cooperativa acredita que muitos produtores já percebem a mudança que se processa na vida daqueles que aderiram a iniciativa e começam a procurar informações de como participar. “À medida que os resultados positivos forem sendo alcançados mais e mais famílias virão se somar ao projeto”, ressalta Geoval de Matos.

Segundo o sociólogo Thomas Mitschein, ainda não existe um projeto estruturado de como vender os créditos de carbono, “mas o importante é estar com esse objetivo traçado enquanto essa questão se ajusta entre os países dentro do Protocolo de Kyoto”.

A representante do Sindicato dos Economistas no Estado de São Paulo e presidente da ONG CTA, (Consultant Tradere and Adverser), Amyra El Khalili, explica que Créditos de Carbono, são certificados que autorizam o direito de poluir. O princípio é simples. As agências de proteção ambiental reguladoras emitem certificados autorizando emissões de toneladas de dióxido de enxofre, monóxido de carbono e outros gases poluentes. Inicialmente, selecionam-se indústrias que mais poluem no País e a partir daí são

estabelecidas metas para a redução de suas emissões. As empresas recebem bônus negociáveis na proporção de suas responsabilidades. Cada bônus, quotado em US\$, equivale a uma tonelada de poluentes, estes certificados podem ser comercializados através de Bolsas de Valores e de Mercadorias.

A fim de melhor compreendermos este mecanismo podemos fazer a seguinte associação; as comunidades da Ilha de Marajó, no Pará, que participam do projeto de sequestro de carbono, possuem na verdade um estoque de toneladas de carbono que foram absorvidas da atmosfera, esta comunidade poderá então, comercializar estas toneladas de carbono, absorvidas durante um período de um ano como exemplo, na forma de créditos. A indústria ou o comprador destes créditos, poderia lançar na atmosfera a mesma quantidade de poluentes durante o mesmo período sem sofrer penalidades previstas por legislações ambientais, como prevê o protocolo de Kyoto.

Embora, projetos de sequestro de carbono visem sobretudo a absorção de quantidades de carbono excessivas na atmosfera, a comercialização destes créditos permite somente um certo controle na quantidade de poluentes que estaria sendo lançados no meio, em contrapartida, possibilita uma melhoria na qualidade de vida das comunidades que participam do projeto, bem como um melhor investimento de infra-estrutura em suas localidades.

O sequestro de gás carbônico atmosférico no entanto, não ocorre somente em ecossistemas terrestres. O Fitoplâncton marinho, constituído por uma imensa gama de espécies de algas microscópicas, parece ser um importante sumidouro de CO<sub>2</sub>, além disso, parece que o fitoplâncton marinho atua como um dispositivo regulador da temperatura do planeta através do seguinte ciclo.

O aumento da temperatura ou da concentração de gás carbônico na atmosfera promove um incremento na atividade biológica das algas, o que aumenta a emissão de sulfeto de metila, subproduto de seu metabolismo, que é oxidado quando emitido para a atmosfera, se transformando em sulfato, importante núcleo de condensação de vapor de água na atmosfera, promovendo a maior formação de nuvens e uma conseqüente aumento na nebulosidade, dando origem a um albedo planetário, reduzindo a entrada de energia solar no planeta, criando um mecanismo natural forçante ao resfriamento do planeta, fechando desta forma o ciclo.

- Brasil se beneficiará do primeiro projeto de cooperação de Kyoto

A ONU aprovou ontem o primeiro projeto de cooperação Norte-Sul do protocolo de Kyoto, graças ao qual o Brasil poderá reduzir suas emissões de gás causadoras do efeito estufa.

Horas antes, a Rússia, país do qual dependia a entrada em vigor do protocolo desde que os Estados Unidos se negaram a ratificá-lo, apresentou oficialmente à ONU sua confirmação do tratado, à margem de uma reunião do Conselho de Segurança em Nairóbi, no Quênia.

O projeto, anunciado pela ONU em comunicado, envolve o Estado holandês, o Bird (Banco Mundial), o consultor internacional EcoSecurities e a companhia brasileira S.A Paulista. O objetivo é reduzir as emissões de metano dos esgotos da cidade de Nova Iguaçu.

O metano é, como o CO<sub>2</sub>, um dos seis gases causadores do efeito estufa, considerado responsável pelo aquecimento da Terra, que o protocolo de Kyoto quer combater.

O Estado holandês ajudou a montar e financiar o projeto e, em troca, não terá que reduzir tanto as emissões em seu território nacional, pois obteve mais "direitos de emissão de gases de efeito estufa".

Este é o primeiro projeto que a ONU aprova definitivamente dentro do "Mecanismo de Desenvolvimento Limpo" (MDL ou CDM, na sigla em inglês).

Este é um dos mecanismos previstos no protocolo de Kyoto para facilitar a tarefa dos países industrializados, os únicos que têm metas concretas na redução de emissões que provocam o aquecimento do planeta.

Estes mecanismos se baseiam na idéia de que a contaminação ignora as fronteiras. Se para a Holanda é mais rentável ajudar o Brasil a reduzir suas emissões em vez de tomar medidas em seu próprio território, o resultado para a atmosfera é exatamente o mesmo.

O Brasil ratificou o protocolo de Kyoto, mas como todos os países em desenvolvimento, não tem uma obrigação concreta de reduzir suas emissões.

O protocolo de Kyoto entrará em vigor no próximo dia 16 fevereiro, após o prazo administrativo de 90 dias que a ONU exige para oficializar a ratificação de um Estado.

- Considerações a Serem Feitas

As decisões do Protocolo de Kyoto surgem como a grande oportunidade de implantar projetos inseridos no contexto do protocolo, sendo estes adequados ao desenvolvimento, beneficiando não apenas os empresários mas as comunidades que dependem da floresta para sobrevivência. Os créditos de carbono a serem gerados no Brasil poderão diferenciar o produto brasileiro dentro de uma perspectiva de mudança social e econômica, possibilitando a melhoria na qualidade de vida das comunidades que dependem do meio ambiente para sua sobrevivência.

## **5- O PROTOCOLO DE KYOTO E O MERCADO INTERNACIONAL DE CARBONO**

O passivo ambiental gerado pela atividade humana ao longo dos últimos séculos e, sobretudo, as sérias conseqüências que essas condutas vêm acarretando a manutenção da vida na Terra, acabaram por ensejar um novo paradigma para o desenvolvimento tecnológico: o desenvolvimento sustentável.

Dentre os graves riscos enfrentados nos dias de hoje, vale destacar o prognóstico catastrófico do futuro das condições climáticas da Terra. Decorrência primordial do efeito estufa, o aquecimento global, as tempestades e furacões, o aumento das áreas desertificadas e a elevação do nível dos oceanos são fatores que tomam parte das discussões internacionais sobre o clima terrestre.

A preocupação mundial com o controle das atividades humanas perniciosas ao meio ambiente e às futuras gerações é fruto de uma evolução de negociações que se travaram entre as décadas de 80 e 90, quando a grande maioria dos países integrantes das Nações Unidas, adotou postura concordante com os objetivos estabelecidos na chamada "Convenção das Nações Unidas sobre Mudança do Clima", apresentada inicialmente em Nova Iorque e aberta no mesmo ano para assinatura na Cúpula da Terra, no Rio de Janeiro (Eco-92).

A referida "Convenção do Clima", tendo reconhecido não só a existência do problema de aquecimento global do planeta, mas também sua evidente relação com as emissões de gases de efeito estufa, propôs a todos os países signatários um acompanhamento detalhado das mudanças nas emissões e reduções de gases nocivos à atmosfera. Mais importante, a Convenção recomendou aos países desenvolvidos, responsáveis pela maior produção de poluição, a implementação de medidas direcionadas para a mitigação da indesejada mudança do clima terrestre.

Com essa nova situação, as grandes empresas mundiais, comprometidas com a redução de emissões e sem perspectivas de aliviar a produção, já buscam financiar projetos ambientais em outros lugares do mundo e, bem assim, obterem os denominados "Certificados de Redução de Emissões - CRE". Significa dizer, em outras palavras, que a aquisição de tais certificados se traduz no que hoje se convencionou denominar "direito de poluir".

Paralelamente, os grandes bancos multilaterais mundiais também têm criado fundos e linhas de financiamento para desenvolver o Mercado de Carbono, juntando os investimentos públicos e privados de países desenvolvidos com os interesses de entidades, públicas ou privadas, de países em desenvolvimento. Assim participam do processo que viabiliza a emissão dos CRE, os quais podem ser negociados no mercado internacional sob a forma de títulos de crédito e com previsões de grande procura nos próximos anos.

O Brasil já vem se despontando como foco de interesse de diversos projetos custeados sob o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, dentre os quais vale citar iniciativas de reflorestamento e conservação de florestas em diversas regiões e desenvolvimento e pesquisa de fontes alternativas de energia.

É bem verdade que o Protocolo de Kyoto e seu poder de geração de obrigações aos países ainda não atingiram a plenitude da necessidade mundial de contenção da poluição e redução dos efeitos climáticos por ela provocados, mas não há como negar que são fatores de suma importância para a mudança dos paradigmas ambientais no planeta, hoje voltados ao desenvolvimento sustentável.

Espera-se que, num futuro próximo, as determinações do Protocolo de Kyoto possam obrigar os países responsáveis pelos altos níveis de emissão de poluentes, como os Estados Unidos e Canadá, cujos interesses internos ainda são fatores de resistência aos acordos internacionais acerca da necessidade da estabilidade climática no mundo. Isso ocorrendo,

tanto as obrigações advindas do Protocolo quanto o Mercado de Carbono atingirão sua vigência plena.

O Protocolo de Kyoto vem a corroborar o que hoje já se verifica ocorrer, ou seja, a criação de obstáculos e a eliminação de facilidades e incentivos às empresas e entidades que forem omissas quanto à responsabilidade ambiental. Tal fato favorece, em grande medida, aqueles que adotam posturas destinadas ao desenvolvimento sustentável e, assim, às soluções para os problemas ambientais.

#### - Aspectos Funcionais do Mercado de Carbono

Por não se tratar de um produto tangível, negociado através das regras do mercado físico e perfeito, em que os agentes diretamente relacionados são os produtores e os consumidores, e o preço e a quantidade do produto são resultantes do equilíbrio entre a oferta e a procura, o mercado de créditos de carbono necessitaria de intervenção de outros agentes de restrição e de regulamentações claras ao ser implementado.

O primeiro passo a ser dado é inventariar as emissões dos Gases de Efeito Estufa, para saber se a empresa terá de comprar ou vender certificados de carbono. Além disso, é preciso definir quem será o órgão de certificação, as características dos processos de seqüestro de carbono, as bases de negociação, entre outras regras.

No Brasil, está claro que o Ministério de Ciência e Tecnologia será o responsável pela realização do inventário das emissões de carbono, e o Instituto de Geografia e Estatística IBGE, será o depositário fiel dessas informações.

De forma resumida, os passos para a comercialização dos créditos de carbono iniciam-se com uma consultoria, que elabora um demonstrativo da quantidade de carbono que o projeto irá gerar, aí, uma auditoria verifica os valores, e o projeto é encaminhado ao governo que emitirá a carta de crédito.

Os projetos com maiores chances de reivindicar esses créditos são os que envolvem as matrizes energéticas, sobretudo as substituições de combustíveis fósseis, como a co-geração de energia da queima do bagaço da cana, as energias alternativas como a eólica, a solar, a biomassa e as florestas energéticas.



Ainda existem muitas dúvidas se projetos florestais podem ser considerados como Mecanismos de Desenvolvimento Limpo. Todo projeto que venha participar do MDL, deve atender o critério da adicionalidade, ou seja, sua taxa de acúmulo de carbono deve ser maior que a linha de base (quantidade de carbono emitida antes do projeto ser implantado). Mas se considerarmos que alguns produtos, como o carvão vegetal, podem participar tanto da substituição da matriz energética, como que altamente impactante, os projetos florestais apresentam totais condições de atender esses requisitos.

É por isso que o Brasil tem todas as potencialidades para liderar o mercado de créditos de carbono, pois é um dos poucos países que podem abrigar projetos tanto de redução de GEE's como também de sequestro de carbono, em razão das suas condições edafoclimáticas, como grandes extensões de terras, alto índice insolarimétrico, mão-de-obra abundante e tecnologia, o que garante aptidões para projetos agrícolas e florestais para esse mercado.

Várias empresas nacionais, como as do setor sucroalcooleiras, e multinacionais como o Ford Motor e a Alliant Energy, já estão investindo milhares de dólares em projetos para receber os financiamentos e os créditos de carbono.

## **6- CRÉDITOS DE CARBONO**

Desde a convenção de Kyoto quando mais de 160 países discutiram as mudanças climáticas no planeta, verifica-se que esta preocupação saíram dos cadernos de ciência dos grandes jornais, alojando-se nas páginas de finanças e negócios.

As preocupações como o meio ambiente se tornaram preocupações econômicas. O valor econômico da proteção ao meio ambiente surgiu quando os países se comprometeram a cortar, em média, 5,2% de emissões de dióxido de carbono sobre os valores registrados em 1990, com prazo até 2005.

A tributação foi a primeira idéia para a formalização do controle econômico sobre a poluição, mas isto afetaria a relação do custo/benefício no setor de produção ou elevaria o custo final ao consumidor. Assim, para que fossem alcançados os parâmetros globais de

poluição, surgiu outro conceito, ou seja, os países poderiam negociar direitos de poluição entre si.

Um país com altos níveis de emissão de gases na atmosfera poderia pagar a outro país que estivesse com os níveis de poluição abaixo do limite comprometido.

A partir de então, além da idéia global da comercialização dos limites de poluição, muitas empresas começaram a sondar tal mercancia.

Nos EUA, já encontramos legislação específica sobre a emissão de poluentes. O órgão ambiental americano – Environment Protection Agency – emite direitos para a emissão de volumes de poluição, títulos que simbolizam os limites de poluição que determinada empresa deve cumprir no ano. A cada ano tais limites sofrem reduções.

Caso esta empresa obtenha sucesso na redução anual, poluindo menos do que o limite estabelecido, ela terá um saldo que poderá ser comercializado no mercado com outras empresas que não conseguiram cumprir o limite "materializado" pelos títulos adquiridos.

Com a valorização econômica, a fiscalização e todos os demais custos operacionais para a redução da poluição acabam sendo arcados pelo mercado de "commodities", não repassando o impacto financeiro para a relação custo/benefício ou para o custo final do produto. Esta é a maneira mais econômica e eficaz para a fiscalização e a diminuição da poluição.

Dentro deste contexto econômico, o Brasil se encontra em uma posição extremamente valorizada, já que possui um amplo espaço ambiental. Desta forma, as empresas e os países altamente industrializados, obrigados a frearem o aquecimento do planeta, reduzindo a emissão de gases, poderão participar de projetos de reflorestamento, adoção de tecnologias limpas, etc.

O Brasil tem no meio ambiente a sua maior riqueza. A preservação ambiental pode ser a origem da entrada de divisas no País. O Brasil receberia pela sua baixa emissão de gases, receberia pela enorme capacidade ambiental de absorção e regeneração atmosférica.

Vários são os projetos que já estão sendo propostos no Brasil. Vale lembrar que alguns deles poderão não ser elegíveis para o MDL, por não possuírem o objetivo da comercialização dos créditos, enquanto outros dependem, exclusivamente, dessa comercialização para sua implantação.

Esses projetos estão gerando early credits, que estão sendo negociados no grey market. Essa iniciativa visa atender vários objetivos: demonstrar uma atitude pró-ativa; servir como um exercício de learning-by-doing; preparar o mercado que se formará; realizar especulação de preços; fazer hedge parcial; e desenvolver novas oportunidades de negócios e vantagens comparativas.

- Créditos de Carbono

Créditos de Carbono são certificados que autorizam o "direito de poluir". O princípio é simples. As agências de proteção ambiental reguladoras emitem certificados autorizando emissões de toneladas de dióxido de enxofre, monóxido de carbono e outros gases poluentes. As empresas recebem bônus negociáveis na proporção de suas responsabilidades. Cada bônus, quotado em US\$, equivale a uma tonelada de poluentes.

Quem não cumpre as metas de redução progressiva estabelecidas por lei, tem que comprar certificados das empresas mais bem sucedidas. O sistema tem a vantagem de permitir que cada empresa estabeleça seu próprio ritmo de adequação às leis ambientais. Estes certificados podem ser comercializados através das Bolsas de Valores e de Mercadorias.

Há várias empresas especializadas no desenvolvimento de projetos que reduzem o nível de gás carbônico na atmosfera e na negociação de certificados de emissão do gás espalhadas pelo mundo se preparando para vender cotas dos países subdesenvolvidos e países em desenvolvimento, que em geral emitem menos poluentes, para os que poluem mais.

Enfim, preparam-se para negociar contratos de compra e venda de certificados que conferem aos países desenvolvidos o direito de poluir.

Existe uma forte demanda por países industrializados e uma expectativa futura de que esse mercado venha a ser um “grande negócio”, uma fonte de investimentos, do ponto de vista estritamente financeiro. Neste caso, existe um risco dos certificados de carbono serem transformadas apenas numa operação financeira para dar lucros aos seus investidores e acabar não gerando nenhuma vantagem para o meio ambiente. Isto é, se os instrumentos econômicos forem uma promessa de capturar carbono no futuro.

Os créditos de carbono já estão sendo comercializados com antecedência, mesmo que ainda não haja uma regulamentação de preços. Cada tonelada de carbono vale entre

US\$3.00 – US\$5.00 segundo o oficial do PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento), Augusto Jucá.

- Valores Econômicos Associados ao Seqüestro de Carbono

No Protocolo de Kyoto foi estabelecido que os países desenvolvidos comprometeram-se formalmente a reduzir suas emissões de gases para atenuar o efeito estufa em 5% abaixo dos níveis de 1990 com o objetivo para o período 2008 - 2012. Tal ação significa a redução de centenas de milhões de toneladas por ano, com um custo enorme para estas economias.

Espera-se que estes países, por sua vez, repassem os comprometimentos aos seus respectivos setores industriais, através da criação de impostos sobre emissões de gases causadores do efeito estufa. Estes setores deverão encontrar alternativas de se adaptar aos novos custos de produção ou aos limites de emissões.

O segundo ponto importante do protocolo é que será aceito o conceito de comercialização de créditos de seqüestro ou redução de gases causadores do efeito estufa. Sendo assim, os países ou empresas que reduzirem as emissões abaixo de suas metas poderão vender este crédito para outro país ou empresas que não atingiram o grau de redução esperado.

Um terceiro ponto do acordo diz respeito aos métodos aceitos para realizar as reduções das emissões. Geralmente, os métodos preferidos por vários países são baseados em processos para melhoria da eficiência na utilização e na transmissão de energia, processos industriais e sistema de transporte. Outra alternativa é a substituição de combustíveis muito poluentes (carvão mineral ou diesel) por outros combustíveis menos ricos em carbono. O protocolo também considera a absorção de CO<sub>2</sub> pela vegetação como um método para compensar as emissões, sendo um ponto interessante para países com aptidão florestal, pois também pode gerar outros recursos do setor florestal, trazendo conseqüências de ordem econômica, ambiental e social.

As metas de redução de emissões de CO<sub>2</sub>, deverão ser alcançadas principalmente através de políticas públicas e regulamentações que limitem emissões diretamente, ou que criem incentivos para melhor eficiência dos setores energético, industrial e de transporte, e que promovam maior uso de fontes renováveis de energia. Dentre as metas, os países do Anexo I (países desenvolvidos) poderão abater uma porção de suas metas por meio dos seus sumidouros, especificamente as florestas.

Além das ações de caráter nacional, os países poderão cumprir parte de suas metas de redução através dos três mecanismos de flexibilização estabelecidos pelo Protocolo de Kyoto e que estão descritos a seguir:

- **Comércio de emissões:** este mecanismo permite que dois países sujeitos a metas de redução de emissões (países do Anexo I) façam um acordo pelo qual o país "A", que tenha diminuído suas emissões para níveis abaixo da sua meta, possa vender o excesso das suas reduções para o país "B", que não tenha alcançado tal condição.

- **Implementação conjunta:** permitido entre os países do Anexo I, onde um país "A" implementa projetos que levem à redução de emissões em um país "B", no qual os custos com a redução sejam mais baixos.

- **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL):** os países do Anexo I poderão desenvolver projetos que contribuam para o desenvolvimento sustentável de países em desenvolvimento (não pertencentes ao Anexo I) de modo a ajudar na redução de suas emissões. Essas iniciativas gerariam créditos de redução para os países do Anexo I, e ao mesmo tempo ajudariam os países em desenvolvimento, pois estes se beneficiariam de recursos financeiros e tecnológicos adicionais para financiamento de atividades sustentáveis e da redução de emissões globais. Ressalta-se que as reduções obtidas deverão ser adicionais a quaisquer outras que aconteceriam sem a implementação das atividades do projeto. Os projetos também deverão oferecer benefícios reais, mensuráveis e a longo prazo para mitigação do aquecimento global. É interessante observar que há possibilidade de utilizar as reduções certificadas de emissões obtidas durante o período 2000 - 2008 para auxiliar no cumprimento da redução estabelecida durante o período 2008 - 2012.

O financiamento de atividades sustentáveis pelo MDL levaria a menos dependência de combustíveis fósseis nos países em desenvolvimento e, portanto, a menos emissões a longo prazo. Os projetos MDL poderão ser implementados nos setores energético, de transporte e florestal. Dentro do setor florestal, projetos de florestamento e reflorestamento poderão participar. No entanto, projetos que visam a redução do desmatamento e queimadas ou a conservação de florestas estão excluídos deste mecanismo até o momento.

Nos países em desenvolvimento, os custos relacionados à implementação de projetos que diminuam emissões de gases de efeito estufa são, em geral, menores do que nos países desenvolvidos. Isto torna o MDL atrativo para aqueles pertencentes ao Anexo I. Além

disso, o MDL busca incentivar o desenvolvimento sustentável, levando à criação de novos mercados que valorizam a redução de emissões de gases de efeito estufa, e criando oportunidades para a transferência de tecnologia e novos recursos para países em desenvolvimento, como o Brasil.

Mesmo assim, as expectativas são de que o MDL seja o menos utilizado dos mecanismos de flexibilização. Isso se deve ao fato dos Estados Unidos, maior investidor em potencial dos mecanismos, terem anunciado que não pretendem ratificar o Protocolo de Kyoto antes de 2012, o que provoca uma diminuição da demanda por métodos alternativos para a redução de emissões por países do Anexo I.

O Brasil poderá se beneficiar do MDL tanto com projetos nos setores energético, de transporte e florestal. Exemplos de projetos no setor energético são: implementação de sistema de energia solar, eólica, co-geração através de processos químicos e de aproveitamento de biomassa. No setor florestal, pode-se falar em projetos de "florestamento" e reflorestamento, os quais permitem que o carbono, pelo crescimento das árvores, seja removido da atmosfera. Assim, a floresta plantada atuaria como um sumidouro de carbono ou promoveria, como tem sido usado, o "seqüestro de carbono".

Esse seqüestro é possível porque a vegetação realiza a fotossíntese, processo pelo qual as plantas retiram carbono da atmosfera, em forma de  $\text{CO}_2$ , e o incorporam a sua biomassa (troncos, galhos e raízes). Exemplos de tais projetos são o reflorestamento, a silvicultura e o enriquecimento de florestas degradadas.

Como a maior parte das emissões de  $\text{CO}_2$  do Brasil provêm de desmatamentos e queimadas, a maior contribuição do Brasil para a redução de emissões seria através da mitigação e do controle do desmatamento e queimadas.

- Custos de Redução das Emissões de Carbono

Os custos anuais da redução de 20% de  $\text{CO}_2$  seriam da ordem de dezenas de bilhões de dólares já que são considerados os possíveis custos de capital previstos dos controles de  $\text{CO}_2$  e os impostos sobre combustíveis. Mas, o custo/benefício dessa redução ocasionaria a redução da magnitude do aquecimento global, da chuva ácida, da poluição atmosférica nas áreas urbanas, do déficit no balanço de pagamentos e custos operacionais a longo prazo de

equipamentos mais eficientes, que diminuem os custos energéticos dos produtos manufaturados, aumentando assim a competitividade.

- Exemplos recentes de transações envolvendo carbono

**1996** Niagara Mohawk e Arizona Public Service, ambas empresas de energia, fazem swap de créditos de carbono por permissões de emissão de SO<sub>2</sub>.

**1996** Um consórcio envolvendo empresas norueguesas e o governo da Noruega compram da Costa Rica créditos de carbono oriundos de projetos florestais privados.

**1997** Environmental Financial Products Limited compra da Costa Rica créditos de carbono oriundos de projetos florestais privados.

**1997** Ontario Hydro concorda em comprar da Southern California Edison créditos de carbono provenientes de projetos de melhoria da eficiência energética.

**1998** Tesco, rede de postos de gasolina com sede no Reino Unido, anuncia que pretende ofertar créditos de carbono provenientes de projetos florestais de sequestro da Uganda.

**1998** Sumitomo anuncia plano de converter termoelétricas baseadas em carvão em gás natural na Rússia, e gerar créditos de carbono.

**1998** Suncor Energy (Canadá) compra créditos de carbono da Niagara Mohawk.

**1998** Governo da Costa Rica oferece na bolsa de Chicago créditos de carbono provenientes de projetos de sequestro em parques nacionais.

## 7- CONCLUSÃO

Em 1997, cruzando uma série de dados levantados em estudos preliminares, o Engenheiro Agrônomo Pedro Henrique Moura Costa, com doutorado pela Universidade de Wye, na Inglaterra, estabeleceu que cerca de 25% do peso de uma árvore, corresponde à quantidade de carbono absorvido por ela.

As emissões de carbono, através de atividades humanas de produção industrial, ou ainda pela queima de florestas, combustíveis fósseis ou pela produção de carvão, se torna bastante evidente, no entanto, deve-se ressaltar que a produção de alimento em larga escala, como é o caso de criatórios de suínos e bovinos de forma confinada, gera uma alta taxa de dejetos orgânicos, o que pela decomposição natural libera junto a outros Gases de Efeito Estufa, o gás metano, altamente poluidor e nocivo qualidade ambiental.

A digestão, combustão ou decomposição completa de resíduos de origem orgânica, ou combustíveis fósseis, captando os gases gerados a partir desses processos, e utilizando na produção de energia de maneira alternativa, é um mecanismo que impede a liberação destes gases fomentando assim o aumento do Efeito Estufa. Uma outra tecnologia que pode ser aplicada, como vimos no trabalho acima descrito, são os projetos de seqüestro de carbono, podendo ser aplicado em diferentes formas e metodologias dentro das prerrogativas dos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL).

Embora a eficiência de projetos de seqüestrar carbono ainda não seja uma unanimidade mundial, vem sendo considerada como uma alternativa frente aos problemas causados pela poluição e o constante acúmulo de compostos carbônicos na atmosfera.

De qualquer maneira, o que podemos dizer sem medo de errar, é que a produção de biomassa, implica, evidentemente, na retirada de gás carbônico do ar, e conseqüente produção de oxigênio através do processo da fotossíntese, mesmo que este seja aproveitado no processo de respiração da planta.

No Brasil, existem várias áreas de grandes extensões que se encontram desprovidas de vegetações, porem com alto potencial para o plantio e conservação de florestas, poderiam ser utilizadas para projetos de seqüestro de carbono. Ainda que esta área esteja situada no entorno de empreendimentos que realizem emissões de carbono, grande parte dessa



emissão seria absorvida pela floresta, incorporando o carbono, agora atmosférico, na biomassa vegetal, o que define um projeto de seqüestro de carbono.

Programas que visem o plantio de florestas, bem como a regeneração de manchas de desmatamento em grandes extensões de área verde tem sua contribuição para o seqüestro de carbono, o que ocorre enquanto a floresta não atingir o seu clímax no que concerne ao crescimento, no entanto, manejar de forma sustentável, parece uma atividade óbvia, abrindo precedentes para o uso da madeira na construção civil ou moveleira, possibilitando uma cultura de florestas num regime de plantio rotacionado e auto-sustentável. Vale lembrar no entanto, que o uso de uma, ou poucas espécies vegetais, no plantio, é prejudicial ao desenvolvimento e a sução natural de uma floresta.

Ainda que, por ventura de conclusões precipitadas, os projetos de seqüestro de carbono se apresentem como um atividade promissora, do ponto de vista financeiro, é necessário ressaltar que durante o período de tempo gasto para que uma floresta seja considerada madura, toneladas de carbono foram extraídos do ar atmosférico e fixados na biomassa, o que traz significativas mudanças ao clima e a qualidade do ar, diminuindo assim o avanço do silencioso efeito estufa.

## 8- BIBLIOGRAFIA

KLABIN, Israel – FBDS Parcerias Estratégicas, N.º 9 Outubro 2000 CEE MCT, pp. 35-53

Economia & Energia, edição N.º 26 de Maio – Junho 2001

RICKLEFS, R. E. 1996. A Economia da Natureza. Terceira Edição. Rio de Janeiro,

Editora Guanabara Koogan

HIGUCHI, Niro. Instituto de Pesquisas da Amazônia (IMPA). Science N.º 282 outubro/98

MOLION, Luis Carlos Baldicero. Revista Imagens da Amazônia. N.º 5. 1993

ODUM, E. P. Fundamentos de Ecologia. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenjian. 1988

Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

Jornal Estado de Minas, caderno Em Ecologia – Setembro 2002, pp. 6 – 7, 14 – 15.

BOSCHILIA. Cleusa. Minimanual Compacto de Biologia: Teoria e Prática. Editora Rideel.

São Paulo. 2001

Fonte Parcial: Perguntas e Respostas sobre Mudanças Climáticas - Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. (IPAM).

NOGUEIRA L A H **Biodigestão**; A alternativa energética. São Paulo: Nobel, 1986.

MAGALHÃES A P T **Biogás**; Um projeto de saneamento urbano. São Paulo: Nobel. 1986

TEIXEIRA, Vitor Hugo, Biogás. Universidade Federal de Lavras. Lavras - MG 2003.

AÇÃO AMBIENTAL. Mercado de Créditos de Carbono - Revista Bimestral - ano IV. N.º

21 Dezembro/Janeiro 2001 p. 8

AÇÃO AMBIENTAL. Aquecimento Global, Efeito Estufa, Mudanças Climáticas - Revista Bimestral - ano IV. N.º 18 Junho/Julho 2001.

GERENCIAMENTO AMBIENTAL. Mercado de Créditos de Carbono - Revista Bimestral - ano V. N.º 28 - Novembro/Dezembro 2003.

MIGUEZ, J. M. “O Brasil e o Protocolo de Quioto”, in Cenbio Notícias, vol.3, no 8, 2000.

SANQUETTA C.R. et al. As florestas e o carbono. Curitiba, 2002.

IstoÉ on line. Seção de ecologia em 15/01/2003 [www.revista.fapemig.br](http://www.revista.fapemig.br)

Instituto Brasileiro de Meio Ambiente - [www.ibama.gov.br](http://www.ibama.gov.br)

## **ENDEREÇOS ELETRÔNICOS**

BNDES; MCT. Efeito Estufa e a Convenção sobre Mudança do Clima. 1999.  
<http://www.mct.gov.br/clima/quioto/bndes.htm>)

[http://dossiers.publico.pt/quioto/html/para\\_saber\\_mais.html](http://dossiers.publico.pt/quioto/html/para_saber_mais.html)

Márcio Santili, Antropólogo, em entrevista a ComCiência. No site: [www.conciencia.br](http://www.conciencia.br)

<http://www.adaltech.com.br/evento/museugoeldi/resumoshtm/resumos/R1238-2.htm>

Rede Cluster de Comunicação - Mensagens & Temas ligados ao Meio Ambiente. No site:

[www.ongcta.com.br](http://www.ongcta.com.br)

Biblioteca Virtual. Publicações de Trabalhos Científicos. In. [www.bvbv.hpg.ig.com.br](http://www.bvbv.hpg.ig.com.br)

Rota Brasil Oeste In site: [www.brasiloste.com.br](http://www.brasiloste.com.br)