



# Seqüestro de carbono – oportunidades e negócios para Santa Catarina

Hugo José Braga<sup>1</sup>, Hugo A. Gosmann<sup>2</sup>  
e Francisco Osni Corrêa<sup>3</sup>

O conceito de seqüestro de carbono foi consagrado pela Conferência de Kyoto, em 1997, com a finalidade de conter e reverter o acúmulo de dióxido de carbono (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 agrofloretais 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 consequência, 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.

## História

As mudanças climáticas globais (MCG) representam um dos maiores desafios da humanidade,

pois além de serem um problema global, como o próprio nome diz, envolvem vários setores da sociedade, necessitam de uma tomada de consciência da importância da questão e exigem mudanças em muitos hábitos de consumo e comportamento do homem.

As crescentes emissões de 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 o efeito estufa. 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, no mínimo, de cem anos. Isto significa que as emissões de hoje têm efeitos de longa duração, podendo resultar em impactos no regime climático, ao longo dos séculos. Evidências científicas apontam que, caso a concentração de CO<sub>2</sub> continue crescendo, a temperatura média da terra vai aumentar entre 1,4 e 5,8°C até 2100. Isso causará aumento no nível dos mares entre 15 e 95cm até o mesmo ano, efeitos climáticos extremos (enchentes, tempestades, furacões e secas), alterações na variabilidade de eventos hidrológicos (aumento do nível do mar, mudanças no regime das chuvas, avanço do mar sobre os rios, escassez de água potável, decorrentes do derretimento das regiões polares) e

colocará em risco a vida na Terra (ameaça à biodiversidade, à agricultura, à saúde e ao bem-estar da população humana) (BNDES, 2005).

As nações participantes da Convenção de Mudança Climática, que ocorreu em junho de 1992 na cidade do Rio de Janeiro, RJ, comprometeram-se a ratificar uma convenção a fim de criar mecanismos que diminuíssem as emissões dos gases causadores do efeito estufa. Estes mecanismos dizem respeito à capacidade das fontes de energia emitirem baixos níveis dos gases causadores do efeito estufa e também às alternativas para absorção de CO<sub>2</sub>, através dos projetos de seqüestro de carbono.

Desta forma, os países desenvolvidos e as indústrias criaram uma nova utilidade e um novo mercado para o carbono, que consistem no carbono capturado e mantido pela vegetação. O interesse e o investimento no seqüestro de carbono e a comercialização de créditos de carbono são a forma pela qual estas indústrias e os países industrializados podem equilibrar suas emissões e mantê-las em níveis seguros. As normas e regras de comercialização e as quantidades de carbono retidas pela vegetação ainda não são totalmente conhecidas e estabelecidas, ressaltando assim a importância dos projetos de pesquisa desenvolvidos nesta área.

<sup>1</sup>Eng. agr., Dr., Epagri/Ciram, C.P. 502, 88034-901 Florianópolis, SC, fone: (48) 3239-8002, e-mail: hjb@epagri.rct-sc.br.

<sup>2</sup>Eng. agr., M.Sc., Epagri/Ciram, fone: (48) 3239-8120, e-mail: gosmann@epagri.rct-sc.br.

<sup>3</sup>Advogado, M.Sc., Epagri/Sede, fone: (48) 3239-5547, e-mail: focorra@epagri.rct-sc.br.

## O ciclo do carbono e as florestas

O ciclo do carbono consiste na transferência do carbono na natureza, pelas várias reservas naturais existentes, sob a forma de  $\text{CO}_2$ . Para equilibrar o processo de respiração, o carbono é transformado em  $\text{CO}_2$ . Outras formas de produção de dióxido de carbono são através das queimadas e da decomposição de material orgânico no solo. Os processos envolvendo fotossíntese nas plantas funcionam de forma contrária. Na presença da luz, elas retiram o  $\text{CO}_2$  do ar, usam o carbono para crescer e devolvem o oxigênio à atmosfera. Durante a noite, na respiração, este processo inverte e a planta libera  $\text{CO}_2$  no ambiente. Os reservatórios de  $\text{CO}_2$  na terra e nos oceanos são maiores que o total de  $\text{CO}_2$  na atmosfera. Pequenas mudanças nestes reservatórios podem causar grandes efeitos na concentração atmosférica. O carbono emitido à atmosfera não é destruído, mas redistribuído entre diversos reservatórios de carbono, ao contrário de outros gases causadores do efeito estufa, que normalmente são destruídos por ações químicas na atmosfera. A escala de tempo de troca de reservas de carbono pode variar de menos de um ano a décadas, ou até mesmo milênios. Este fato indica que a perturbação atmosférica causada pela concentração do  $\text{CO}_2$ , para que

possa voltar ao equilíbrio, não pode ser definida ou descrita através de uma simples escala de tempo constante. Para ter-se alguns parâmetros científicos, a estimativa de vida para o  $\text{CO}_2$  atmosférico é definida em aproximadamente cem anos. A redução do desmatamento poderá contribuir consideravelmente para a redução do ritmo de aumento dos gases causadores do efeito estufa, possibilitando outros benefícios, como a conservação dos solos e da biodiversidade. Esta redução do desmatamento deve estar associada a alternativas econômicas para garantir a qualidade de vida das populações das regiões florestais.

## Valores econômicos associados ao seqüestro de carbono

No Protocolo de Kyoto os países desenvolvidos comprometeram-se formalmente a reduzir suas emissões de gases, no período 2008-12, em 5,2% abaixo dos níveis de 1990, para atenuar o efeito estufa. 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, pela criação de impostos sobre emissões de gases causadores do efeito estufa. Estes setores deverão encontrar alternativas para se

adaptarem aos novos custos de produção ou aos limites de emissões.

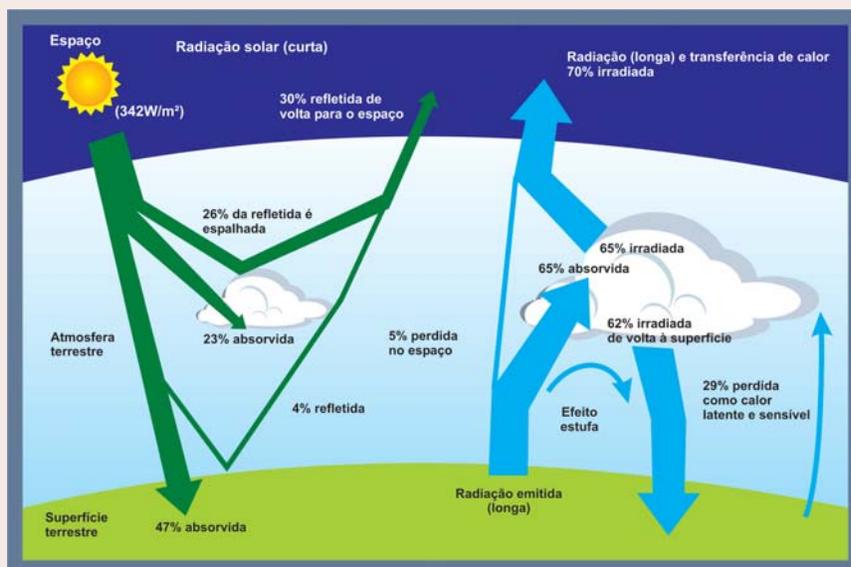
O segundo ponto importante estabelecido no Protocolo é a comercialização de créditos de seqüestro ou redução de gases causadores do efeito estufa. Assim, os países ou empresas que reduzirem as emissões abaixo de suas metas poderão vender este crédito para outro país ou empresas que não atingiram o grau 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 considera a absorção de  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$  deverão ser alcançadas, principalmente, por políticas públicas e regulamentações que limitem as emissões diretamente, que criem incentivos para melhor eficiência dos setores energético, industrial e de transporte e que promovam maior uso de fontes renováveis de energia. Os países do Anexo I 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 de três mecanismos de flexibilização estabelecidos pelo Protocolo de Kyoto.

**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



## Anexo I – Convenção – Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima em Países Desenvolvidos

Alemanha, Austrália, Áustria, Belarus<sup>1</sup>, Bélgica, Bulgária<sup>1</sup>, Canadá, Comunidade Européia, Croácia<sup>1,2</sup>, Dinamarca, Eslováquia<sup>1,2</sup>, Eslovênia<sup>2</sup>, Espanha, Estados Unidos da América, Estônia<sup>1</sup>, Federação Russa<sup>1</sup>, Finlândia, França, Grécia, Hungria<sup>1</sup>, Irlanda, Islândia, Itália, Japão, Letônia<sup>1</sup>, Liechtenstein<sup>2</sup>, Lituânia<sup>1</sup>, Luxemburgo, Mônaco<sup>2</sup>, Noruega, Nova Zelândia, Países Baixos, Polônia<sup>1</sup>, Portugal, Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte, República Tcheca<sup>1,2</sup>, Romênia<sup>1</sup>, Suécia, Suíça, Turquia, Ucrânia<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Países em processo de transição para uma economia de mercado.

<sup>2</sup>Países que passaram a fazer parte do Anexo I mediante emenda que entrou em vigor no dia 13 de agosto de 1998, em conformidade com a decisão 4/CP.3 adotada na COP.

para o país B, que não tenha alcançado tal condição.

**Implementação conjunta:** permitida entre os países do Anexo I, em que 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 a sustentabilidade 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 em longo prazo para mitigação do aquecimento global. É interessante observar que há possibilidade de utilizar as reduções certificadas de emissões obtidas durante o período 2000-08 para auxiliar no cumprimento da redução estabelecida durante o período 2008-12.

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

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 de os 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 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 CO<sub>2</sub>, e o incorporam a sua biomassa (troncos, galhos e raízes). Como a maior parte das emissões de CO<sub>2</sub> do Brasil provém de desmatamentos e queimadas, a maior contribuição do Brasil para a redução de emissões seria através da mitigação e do controle do desmatamento e das queimadas.

## Mercado de carbono

Desde a convenção de Kyoto, quando mais de 160 países discutiram as mudanças climáticas no planeta, verifica-se que esta preocupação saiu dos cadernos de ciência dos grandes jornais, alojando-se nas páginas de finanças e negócios. As preocupações com o meio ambiente se tornaram preocupações econômicas.

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 emissões 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

ideia global das comercializações dos limites de poluição, muitas empresas começaram a sondar tal mercancia.

Nos Estados Unidos, já há legislação específica sobre a emissão de poluentes. O órgão ambiental americano Environment Protection Agency – EPA – concede 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 a 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, sem repasse do impacto financeiro para a relação custo/benefício ou para o custo final, sendo esta 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, por possuir um amplo espaço ambiental. Desta forma, as empresas e os países altamente industrializados, obrigados a frear o aquecimento do planeta pela redução da emissão de gases, poderão participar de projetos de reflorestamento e adoção de tecnologias limpas, entre outros, no País.

## Perspectivas de negócio para Santa Catarina

Em Santa Catarina, o crédito de

carbono, além de contribuir para a melhoria da qualidade ambiental, poderá ser um bom negócio para o setor agropecuário, setores energéticos e segmentos da área de saúde pública do Estado, em especial dos municípios, onde as oportunidades estarão por conta de projetos nos padrões do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

No setor agropecuário as oportunidades são divididas de duas maneiras:

- Sumiço na biomassa do setor agropecuário, em especial o bagaço de cana, casca de arroz, serragem de madeira, dejetos de suínos e aves pela queima do gás metano ( $CH_4$ ), ou sua captura para uso como fonte alternativa de energia elétrica ou térmica (biogás), reduzindo a emissão de gases à atmosfera e atenuando o efeito estufa.

- Seqüestro de carbono ( $CO_2$ ), através de projetos de reflorestamento, recuperação de mata ciliar, recuperação de áreas degradadas e reserva legal, dentro dos princípios das tecnologias aprovadas pelo Protocolo de Kyoto, modalidade MDL, cuja função das florestas é captar o dióxido de carbono ( $CO_2$ ) emitido à atmosfera, transformando-o em energia para as plantas com a liberação do oxigênio responsável pela vida do planeta.

Na área de saúde pública, poderá ser beneficiado o tratamento do lixo doméstico e lixo industrial em aterros sanitários com a queima ou reutilização do gás metano ( $CH_4$ ) (21 vezes mais poluidora do que o dióxido de carbono lançado na atmosfera) como fonte de energia para uso doméstico ou industrial.

No setor energético, o Protocolo de Kyoto poderá trazer melhorias na eficiência do setor energético industrial do Estado de Santa Cata-

rina, pelo uso de energias renováveis, pela queima de biomassas (gás metano), para mitigar emissões dos gases de efeito estufa (GEE) e pela redução das emissões do dióxido de carbono. Como exemplo, cita-se:

- Álcool combustível em substituição ao combustível fóssil (gasolina).

- Bagaço de cana-de-açúcar (biomassa), em substituição ao óleo combustível (fóssil) em caldeiras.

- Biodiesel em substituição ao óleo diesel e ao óleo combustível (fóssil).

- Energia eólica na geração de energia elétrica por ser mais limpa e de baixo custo.

- Na indústria, melhoria na matriz tecnológica de processos industriais, visando meios de redução nas emissões dos gases de efeito estufa.

## Referências bibliográficas

1. BNDES. *Efeito estufa e a convenção sobre mudança do clima*. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/clima/quitono/bndes.htm>> Acesso em 13 set. 2005.
2. CHANG, M.Y. Seqüestro florestal de carbono no Brasil – dimensões políticas, socioeconômicas e ecológicas. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO SOBRE FIXAÇÃO DE CARBONO, 2., 2004, Curitiba, PR. *Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisas*. Curitiba, PR: [s.n.], 2004. p.15-37.
3. SEMINÁRIO INTERNACIONAL PROTOCOLO DE KIOTO – PROPOSTAS E PERSPECTIVAS PARA PROFISIONAIS DA ÁREA TECNOLÓGICA, 1., 2005, Porto Alegre, RS. ■



**8 mil** toneladas por ano. Este é o número que faz de Santa Catarina o maior produtor de ostras e mexilhões do Brasil. Além de sua importância cultural, a atividade gera mais de 6 mil empregos no litoral do Estado.

Semeando conhecimento, colhendo qualidade.

