

# O MERCADO DE CRÉDITOS DE CARBONO COMO GERADOR DE BENEFÍCIOS ECONÔMICOS: PERSPECTIVAS PARA O ESTADO DO TOCANTINS

*Marcus Vinicius Alves Finco<sup>1</sup>*

*Waldecy Rodrigues<sup>2</sup>*

*Idelma Rodrigues<sup>3</sup>*

## RESUMO

O presente artigo visa a estimativa dos ganhos econômicos que poderiam ser obtidos pelo Estado do Tocantins, caso o mesmo investisse em projetos de mudança climática, sobretudo os de enfoque florestal, como o reflorestamento e a conservação das Unidades de Conservação. O carbono seqüestrado (absorvido) nessas Unidades seria comercializado em um mercado não Quioto – mercado paralelo de carbono – visto que não seriam elegíveis no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Os resultados com esse comércio sugerem um ganho significativo para o Estado do Tocantins caso tais projetos de fato ocorressem nas Unidades de Conservação.

**Palavras-chave:** ganhos econômicos; mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL); Estado do Tocantins.

---

<sup>1</sup> Mestre em Desenvolvimento Rural (UFRGS). Docente da Universidade Federal do Tocantins (UFT) e pesquisador do Instituto Ecológica. Email: [finco@uft.edu.br](mailto:finco@uft.edu.br).

<sup>2</sup> Doutor em Ciências Sociais (UnB). Docente da Universidade Federal do Tocantins (UFT). Email: [waldecy@uft.edu.br](mailto:waldecy@uft.edu.br).

<sup>3</sup> Economista.

## O MERCADO DE CRÉDITOS DE CARBONO COMO GERADOR DE BENEFÍCIOS ECONÔMICOS: PERSPECTIVAS PARA O ESTADO DO TOCANTINS

### 1. Introdução

A Convenção Global de Mudança Climática (CGMC), assinada durante a Cúpula da Terra (Rio-92), estimulou esforços para combater o aquecimento global através da recuperação de paisagens degradadas nas regiões tropicais como um meio, de custo reduzido, para captar carbono e contrabalançar as emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) oriundas, principalmente, do hemisfério norte. As vantagens da regeneração da floresta tropical e da recuperação de terras degradadas, para este propósito, surgem do crescimento mais rápido da biomassa florestal nas regiões tropicais, devido às temperaturas mais altas e mais estáveis, índices de chuva altos e regulares e o crescimento mais rápido das árvores (REZENDE *et al.*, 2001).

Ao mesmo tempo em que o Brasil detém os principais estoques remanescentes de florestas tropicais do mundo (IBAMA, 2002), é também a nação que mais rapidamente destrói estas florestas, pela expansão das atividades agropecuárias e madeireiras. Nesse sentido, a contribuição do Brasil ao efeito estufa devido a queimadas florestais e o subsequente lançamento de CO<sub>2</sub> à atmosfera – estimado em até 5% das emissões globais de carbono – permanece significativa e preocupante (LIMA *et al.*, 2001).

Embora ainda haja controvérsias sobre os dados quantitativos em relação aos diferentes papéis que a Floresta Tropical cumpre na preservação do meio ambiente do planeta, há consenso sobre a sua importância fundamental, ao lado dos oceanos, como sorvedouro de gás carbônico e, por isso, como amenizador do efeito-estufa; como produtor de água e grande contribuinte ao equilíbrio climático regional; e como possuidor de uma enorme biodiversidade<sup>4</sup> (MABEY *et al.*, 1997).

Nesse sentido, o Protocolo de Quioto (PQ), negociado na cidade japonesa de Quioto em 1997, indicou metas de redução das emissões de gases de efeito estufa, estabelecendo três mecanismos que visam flexibilizar a implementação dos compromissos acordados no mesmo documento, bem como potencializar a eficiência econômica das medidas, que devem ser

---

<sup>4</sup> Cabe lembrar, no entanto, que diversas pesquisas, nesta área, estão sendo realizadas no âmbito do Programa LBA (*Large Scale Biosphere Atmosphere*). O primeiro autor do presente artigo é pesquisador do Programa LBA no Projeto CD 402 – Pesquisas Ecológicas na Ilha do Bananal.

adotadas para a redução de emissões de GEE. Trata-se dos seguintes mecanismos: (1) o comércio de emissões/CE (*“emissions trade”* – ET), (2) as implementações conjuntas/IC (*“joint implementations”* – JI) e (3) o mecanismo de desenvolvimento limpo/MDL (*“clean development mechanism”* – CDM) (FINCO e REZENDE, 2005).

Apesar de que o Protocolo de Quioto tenha entrado em vigor em 16 de fevereiro de 2005, vale notar que o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) – mecanismo que permite países em desenvolvimento, como o Brasil, gerar e comercializar créditos de carbono - pode gerar créditos a partir do ano 2000. No entanto, como a metodologia inerente a projetos desta natureza não está ainda totalmente desenvolvida, existem incertezas quanto ao real potencial dos projetos de MDL, principalmente com relação aos projetos de LULUCF<sup>5</sup>.

## 2. Panorama de referência e justificativa do estudo

O estado do Tocantins possui áreas de proteção ambiental, chamadas de Unidades de Conservação (UCs) e regulamentadas em lei, as quais, contribuem para a preservação da natureza. O Estado, que é vasto em biodiversidade, poderia obter ganhos econômicos com o comércio de créditos de carbono, já que possui um território com potencial para desenvolvê-lo, sobretudo, por sua vegetação de cerrado. A devastação de sua vegetação nativa também representa perdas econômicas, de acordo com a idéia do comércio de créditos de carbono (REZENDE *et al.*, 2001), visto que o Estado está perdendo com a degradação ambiental, não só do ponto de vista ecológico, mas também, do ponto de vista econômico e social.

Toda essa perspectiva merece atenção e estudo porque trata de uma iniciativa para reduzir problemas ligados às mudanças climáticas e que envolvem perdas e ganhos econômicos e sociais. Em todo caso, a alteração do padrão de pensamento ecológico e de desenvolvimento de todo o planeta, depende das estratégias que são adotadas em cada país, em cada estado e em cada cidade. Além do mais, há relações econômicas dentro do contexto do seqüestro de carbono e, o mesmo, pode afetar o ritmo de certas economias, fazendo com que o assunto do aquecimento global e mudanças climáticas revele a importância do presente estudo. Nesse sentido, é oportuno que se conheça os possíveis ganhos econômicos do estado do Tocantins a partir de sua inserção no mercado de carbono. Toda essa perspectiva merece atenção porque trata de uma iniciativa para reduzir problemas ligados às mudanças climáticas e que envolvem a economia e o desenvolvimento local.

---

<sup>5</sup> LULUCF: *Land Use, Land use Change and Forestry*. Uso da terra, mudança no uso da terra, e florestas, respectivamente.

### 3. Objetivos

O mercado de carbono está dividido em: Mercado Quioto – que segue as diretrizes do Protocolo de Quioto, sobretudo as premissas do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – e o mercado Não Quioto – que é o mercado paralelo realizado entre países, o qual não segue as diretrizes do Protocolo (REZENDE *et al.*, 2001). Assim sendo, o presente estudo realiza uma análise para a comercialização de carbono, considerando um mercado paralelo de carbono, isto é, sem levar em consideração as premissas do Protocolo.

Nesse sentido, o estudo tem como objetivo avaliar os ganhos econômicos do estado do Tocantins com o comércio de carbono, considerando as áreas das UCs (federais e estaduais) no estado do Tocantins e, para alcançá-lo, foram traçados alguns objetivos específicos:

- Compreender os mecanismos econômicos e institucionais do mercado de créditos de carbono;
- Estimar os ganhos do estado do Tocantins com o comércio de carbono, considerando as áreas das Unidades de Conservação;
- Estimar as perdas do estado do Tocantins com o comércio de carbono, considerando o desmatamento das áreas das Unidades de Conservação;
- Estimar os ganhos com o comércio de carbono para as áreas disponíveis ao reflorestamento das Unidades de conservação.

### 4. Metodologia

O debate sobre o tipo de desenvolvimento que as sociedades modernas estão operando, está relacionado às consequências do estilo de vida das sociedades da pós- industrialização, as quais são exploradoras dos recursos naturais e criam necessidades ilimitadas para o ser humano que busca satisfazê-las a todo instante, muitas vezes, não levando em consideração a capacidade de suporte e resiliência do meio ambiente (FINCO e REZENDE, 2005).

O presente trabalho foi realizado com base em pesquisas bibliográficas, pesquisas de campo, como também, pesquisas sobre projetos de seqüestro de carbono no estado do Tocantins.

A metodologia de cálculos que será apresentada a seguir considera, para este trabalho, que os resultados das estimativas são para o ano de 2004, e que já estaria ocorrendo o seqüestro (absorção) de carbono nas áreas estudadas; que os preços de mercado da tonelada de

carbono são os apresentados; que as quantidades seqüestradas por hectare e Bioma são os apresentados; e considera também, cenários separados pra cada UC. Os resultados aqui alcançados são estimativas para o Mercado Não Quioto, pelo motivo das UCs não serem elegíveis no MDL, devido ao fato de incluir a conservação de carbono (REZENDE *et al*, 2003).

#### **4.1 Metodologia de estimativas econômicas**

Para estimar o mercado de carbono para o estado do Tocantins com base nas áreas das UCs e para estimar o desmatamento nas mesmas, bem como o benefício econômico com a comercialização de carbono, com o reflorestamento e recuperação destas áreas, foi desenvolvido o seguinte método:

##### **4.1.1 Para as Unidades de Conservação**

Os dados sobre a área (em hectares), data de criação, o bioma predominante, e localização das UCs, foram coletados na Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente (SEPLAN - TO). As áreas das unidades foram consideradas separadas, valendo frisar que não foi subtraída das Áreas de Proteção Ambiental (APAs) a área dos parques, nos casos as mesmas estão sobrepostas, segundo informações do SEPLAN - TO.

A data de criação das UCs foi utilizada para o cálculo do desmatamento estimado; sua área em hectares para a estimação do benefício econômico com o seqüestro de carbono e também para o cálculo do desmatamento estimado; e o tipo de bioma predominante foi utilizado para o cálculo da assimilação diferenciada do carbono pela vegetação.

##### **4.1.2 Para o preço da tonelada de carbono<sup>6</sup>**

Os valores para a tonelada de carbono utilizado foram dois: US\$ 10,00 (dez dólares) e US\$ 20,00 (vinte dólares). A utilização de dois valores justifica-se para que se tenha a possibilidade de duas opções de valores para o mercado, pelo fato de não haver ainda um consenso sobre essa questão (FINCO e REZENDE, 2005).

---

<sup>6</sup> O presente estudo considerou o preço da tonelada de carbono e não o preço da tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente. Para tanto o estudo faz estimativas dos ganhos econômicos advindos do mercado de carbono através da tonelada de carbono vendida. A fim de que seja considerado mercado de créditos de carbono, ou seja, venda de Certificados de Emissão Reduzida (CERs), a tonelada de carbono deve ser convertida para tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente.

O valor de 10 (dez) dólares por tonelada de carbono tem como fonte Brandão (2004). No documentário aparece Costa Rica, com um comércio em desenvolvimento e com as toneladas sendo comercializadas por 10 (dez) dólares. Para o valor de 20 (vinte) dólares foi utilizado como fonte o Cenário 1 ( Quioto in 2005) apresentado por Rezende *et al.* (2001).

#### 4.1.3 Para as toneladas de carbono seqüestradas por hectare

Abaixo encontra-se a demonstração de como foi desenvolvida a quantidade seqüestrada (absorvida) de toneladas de carbono por hectare.

Tabela 1: Demonstrativo dos valores de estoque de carbono e seqüestro de toneladas de carbono por hectare (t/C ha), segundo o Bioma

<b>Bioma</b>	<b>Estoque de carbono na superfície t/C ha<sup>1</sup></b>	<b>Estoque de carbono acumulado no solo t/C ha<sup>2</sup></b>	<b>Total de estoque de carbono t/C ha</b>	<b>Valor utilizado para Seqüestro t/C ha</b>
Amazônia	450	75	525	8,0
Cerrado	100	200	300	4,5
Ecótono <sup>3</sup>	275	137,50	412,50	6,25

Fonte: Elaboração própria (2005).

1. Instituto Ecológica (2004) e Silva (2004)

2. Instituto Ecológica (2004) e Silva (2004)

3. Os valores para este bioma representam uma média dos valores para Amazônia e Cerrado.

Para o cálculo da estimativa do mercado de carbono foi considerada a área total das UCs ou seja, nativa, reflorestada e desmatada. Neste caso, foi levado em consideração que a área desmatada já estaria reflorestada e seqüestrando carbono.

A fórmula executada para a demonstração das tabelas da estimativa do mercado de carbono para o estado do Tocantins foi constituída como demonstrado abaixo:

$$VGe = (A \times S \text{ tC ha}) \times P \text{ tC}$$

Onde:

VGe = valor do ganho econômico;

A = área em hectares das UCs;

S tC ha = Seqüestro de toneladas de carbono por hectare;

P tC = preço da tonelada de carbono.

A parte que trata da estimativa de carbono foi realizada de acordo com dados e informações das pesquisas feitas e dados numéricos projetados pelos mesmos, bem como o método desenvolvido acima.

#### 4.1.4 Para estimativa do desmatamento

A taxa anual de desmatamento considerada neste trabalho é de 1,5%, fornecida pela Conservação Internacional do Brasil<sup>7</sup> (*apud* Brígido 2004), apresentada no ano de 2004 ao Ministério do Meio Ambiente. Esta taxa leva em consideração o Bioma Cerrado e foi considerado que todas as UCs tiveram uma taxa de desmatamento igual, devido a não existência de dados específicos por unidade<sup>8</sup> mesmo que, na realidade, provavelmente as taxas sejam diferenciadas. A única exceção a este percentual é para UCs com mais de 16 anos de criação.<sup>9</sup> As tabelas de desmatamento foram constituídas a partir das fórmulas que seguem abaixo.

Para o cálculo da estimativa da área desmatada foi utilizada a seguinte fórmula:

$$Td^* = A_o - A_a^*$$

Onde:

$Td^*$  = Total da área desmatada estimada em hectares;

\* estimativa

$A_o$  = Área inicial a partir da criação da UC;

$A_a^*$  = Área atual estimada;

Para o cálculo da área atual estimada das UCs foi utilizada a seguinte fórmula:

$$A_a^* = \underline{A_o}$$

<sup>7</sup> CI – Brasil: Organização Não Governamental.

<sup>8</sup> Através de pesquisa de campo junto ao Instituto Natureza do Tocantins (Naturatins), obteve-se a informação de que ainda não há dados oficiais sobre desmatamento para as UCs no Estado, os quais, provavelmente, estarão disponíveis no próximo ano com a conclusão das pesquisas que estão sendo realizadas por aquele órgão. Por isso, a taxa utilizada é a mesma para todas as UCs pesquisadas, com exceção daquelas que possuírem mais de 16 anos de criação.

<sup>9</sup> Para as UCs com mais de 16 anos de criação, foi considerado que em 2004 teriam 25% de sua área total desmatada ou degradada. Este percentual de 25% foi especificado por este trabalho, por considerar como o valor máximo, limite para a realização dos cálculos; e também, porque as taxas de desmatamento das 5 décadas anteriores, de acordo com os relatos históricos de que foi após os anos 90, com abertura comercial, o aumento das exportações e o desempenho da produção de grãos no cerrado e fronteiras agrícolas, que ocorreram os maiores desmatamentos.

$$(1+i)^n$$

Onde:

$Aa^*$  = Área atual estimada;

$Ao$  = Área inicial a partir da criação da UC;

$(1+i)^n$  = fator de atualização, sendo que:

$i$  = taxa de desmatamento;

$n$  = número de anos da unidade de conservação da criação até 2004.

Com a estimativa da área desmatada pode-se calcular o quanto o estado do Tocantins poderia ganhar (também é uma estimativa) com o comércio de carbono, caso decida reflorestar e recuperar toda a área considerada. Também o mesmo valor pode ser contabilizado como perda de potencial econômico, caso não escolha a opção de reflorestamento e recuperação da mesma.

## **5. Estimativas do mercado de carbono das Unidades de Conservação**

As UCs foram criadas com o objetivo de preservar a diversidade biológica, para proteger paisagens naturais e ajudar na preservação de ecossistemas. São regulamentadas pela Lei nº 9.985, de 18 de junho de 2000. No entanto, mesmo com a lei, as UCs também sofrem com o desmatamento e as queimadas.

A taxa anual de desmatamento que será utilizada no trabalho a seguir é de 1,5% para o Bioma Cerrado, de acordo com Brígido (2004), fornecida no ano de 2004 pela Conservação Internacional do Brasil ao Ministério do Meio Ambiente, para auxiliar na elaboração de uma política pública de conservação do cerrado brasileiro.

### **5.1 Unidades de conservação**

As UCs foram instituídas a partir do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC – criado pela Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000. O SNUC é responsável pelos critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação.



Estas unidades são áreas protegidas que têm por objetivo central manter os recursos naturais em seu estado original e suas finalidades são:

- Manter e preservar a diversidade de espécies;
- Manter a capacidade produtiva dos ecossistemas;
- Preservar aspectos culturais e históricos;
- Resguardar habitats críticos;
- Proteger paisagens e a vida silvestre;
- Propiciar pesquisa científica, educação e treinamento, recreação e turismo.

Essas áreas possuem categorias de manejo, que conforme expõe a lei, é todo e qualquer procedimento que vise assegurar a conservação da diversidade biológica e dos ecossistemas. As categorias de manejo são divididas em duas: Unidades de Proteção Integral e Unidade de Uso Sustentável.

As Unidades de Proteção Integral têm por objetivo a preservação da natureza, sendo admitido apenas o uso indireto de seus benefícios, ou seja, é restringida a exploração. Fazem parte deste grupo a Estação Ecológica, a Reserva Biológica, os Parques Nacionais e Estaduais, o Monumento Natural e o Refúgio de Vida Silvestre.

As Unidades de Uso Sustentável têm por objetivo compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela de seus recursos naturais, disciplinando a forma de ocupação humana, de exploração e de aproveitamento econômico direto. Deste grupo fazem parte a Área de Proteção Ambiental (APA), a Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), a Floresta Nacional (FLONA), a Reserva Extrativista (RESEX), a Reserva de Fauna, a Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS), e a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN).

Cada UC possui uma característica específica:

- A Estação Ecológica tem como objetivo a preservação da natureza e a realização de pesquisas científicas;
- A Reserva Biológica tem como objetivo a preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites, sem interferência humana direta, exceto para recuperação;
- O Parque Nacional tem como objetivo a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza, possibilitando pesquisas, educação, recreação e turismo ecológico;

- Monumento Natural tem como objetivo preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica;
- Refúgio de Vida Silvestre tem como objetivo proteger ambientes naturais, onde se asseguram condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória;
- Área de Proteção Ambiental é geralmente uma área extensa com um certo grau de ocupação humana, tendo por objetivo proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais;
- Área de Relevante Interesse Ecológico é geralmente de pequena extensão, com pouca, ou nenhuma ocupação humana, que tem por objetivo a conservação da natureza com características extraordinárias ou com exemplares raros;
- Floresta Nacional é uma área de cobertura florestal de espécies predominantemente nativas, tendo como objetivo o uso sustentável e pesquisa científica;
- Reserva Extrativista é uma área utilizada por populações extrativistas tradicionais, tendo como objetivo básico proteger os meios de vida e a cultura dessas populações;
- Reserva de Fauna é uma área natural com populações animais de espécies nativas, terrestres ou aquáticas, residentes ou migratórias, adequadas para estudos técnico-científicos sobre o manejo econômico e sustentável de recursos faunísticos;
- Reserva de Desenvolvimento Sustentável é uma área natural que abriga populações tradicionais, cuja existência baseia-se em sistemas sustentáveis de exploração dos recursos naturais, desenvolvidos ao longo das gerações e adaptados às condições ecológicas locais;
- Reserva Particular do Patrimônio Natural é uma área privada, gravada com perpetuidade, com o objetivo de conservar a diversidade biológica.

O estado do Tocantins possui UCs de proteção integral e de uso sustentável, sendo as mesmas de criação estadual e federal, que serão citadas e descritas a seguir.

Para concretizar o objetivo deste trabalho e realizar as estimativas do sequestro de carbono para as áreas das UCs presentes no estado, primeiro foi feita uma caracterização das unidades, separada em dois quadros: quadro 1 - UCs estaduais; e quadro 2 - UCs federais.

Em seguida, foram demonstrados, em tabelas, dois cenários da estimativa do mercado de carbono para todas as UCs presentes no estado, considerando que sua área total (ha) estivesse preservada ou toda reflorestada.

Logo após, for feita a estimativa da área desmatada de cada UC, segundo o número de anos a partir de sua criação, para depois estimar os ganhos do mercado de carbono baseados no reflorestamento e recuperação da área desmatada.

As estimativas a seguir são para o Mercado Não Quioto, chamado mercado paralelo, ou seja, um mercado que acontece fora das normas do Protocolo de Quioto, seguindo acordos firmados entre os países interessados e também com o apoio de fundos do Banco Mundial, como o Prototype Carbon Fund e o Biocarbon Fund.

## 5.2 Análise da estimativa do mercado de carbono para a área total das unidades de conservação<sup>10</sup>

Será apresentada a análise geral da estimativa do mercado de carbono e dos ganhos econômicos para as áreas das UCs estudadas neste trabalho (Estaduais e Federais). O total do valor do ganho econômico a seguir considera que a área total das UCs está sequestrando (absorvendo) carbono. As áreas foram separadas de acordo com o bioma predominante das unidades.

Tabela 2: Cenário do mercado de carbono para área total por Bioma das Unidades de Conservação no estado do Tocantins, ao preço de US\$ 10,00

<b>Bioma predominante</b>	<b>Área total ha</b>	<b>S t/C ha ano</b>	<b>Total t/C ano</b>	<b>Preço t/C US\$</b>	<b>Total V Ge US\$ / ano</b>
Cerrado	4.103.855,24	4,5	18.467.348,58	10,00	184.673.485,80
Ecótono	108.626,04	6,25	678.912,75	10,00	6.789.127,50
Amazônia	15.821,50	8,0	126.572	10,00	1.265.720,00
<b>Total</b>	<b>4.228.302,78</b>		<b>19.272.833,33</b>		<b>192.728.333,30</b>

Fonte: Elaborado pelos autores (2005).

Tabela 3: Cenário do mercado de carbono para área total por Bioma das Unidades de Conservação no estado do Tocantins, ao preço de US\$ 20,00

<b>Bioma predominante</b>	<b>Área total ha</b>	<b>S t/C ha ano</b>	<b>Total t/C ano</b>	<b>Preço t/C US\$</b>	<b>Total V Ge US\$ / ano</b>
Cerrado	4.103.855,24	4,5	18.467.348,58	20,00	369.346.971,60

<sup>10</sup> Os resultados de ganhos econômicos obtidos pelo Estado do Tocantins com projetos florestais de sequestro de carbono, no presente estudo, não estão convertidos para toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes. Nesse sentido, para ser considerado Crédito de Emissão Reduzida (CER) o resultado deve ser convertido de tonelada de Carbono para tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente.

Ecótono	108.626,04	6,25	678.912,75	20,00	13.578.255,00
Amazônia	15.821,50	8,0	126.572	20,00	2.531.440,00
<b>Total</b>	<b>4.228.302,78</b>		<b>19.272.833,33</b>		<b>385.456.666,60</b>

Fonte: Elaborado pelos autores (2005).

Como pode ser observado nas tabelas 2 e 3, o estado do Tocantins tem potencial para investir no mercado de carbono. Sua vegetação é um ecossistema com o Bioma Cerrado como predominante, porém, envolve também áreas com características da Amazônia e Ecótono (transição dos biomas Cerrado e Amazônia), que juntos podem proporcionar ganhos econômicos a partir de sua conservação.

Considerando as áreas das UCs pesquisadas, o Estado poderia alcançar, ou até mesmo superar (dependendo dos valores de mercado e de pesquisas mais avançadas) a seguinte perspectiva estimada por bioma, com base em valores para o ano de 2005:

- Para as áreas das UCs com Bioma Cerrado – sequestro de uma quantidade de 18.467.348,58 toneladas de carbono ao ano (t/C ano), que resultariam em um ganho econômico de US\$ 184.673.485,80 ao ano e US\$ 45,00 por hectare, se comercializadas (vendidas) ao preço de US\$ 10,00 (Tabela 2); e US\$ 369.346.971,60 ao ano e US\$ 90,00 por hectare, se comercializadas ao preço de US\$ 20,00 (Tabela 3).

- Para as áreas das UCs com Ecótono – sequestro de uma quantidade de US\$ 678.912,75 toneladas de carbono ao ano (t/C ano), que resultariam em um ganho econômico de US\$ 6.789.127,50 ao ano e US\$ 62,50 por hectare, se comercializadas ao preço de US\$ 10,00 (Tabela 2); e US\$ 13.578.255,00 ao ano e US\$ 125,00 por hectare, se comercializadas ao preço de US\$ 20,00 (Tabela 3).

- Para a área da UC com Bioma Amazônia – sequestro de uma quantidade de 126.572 toneladas de carbono ao ano (t/C ano), que resultariam em um ganho econômico de US\$ 1.265.720,00 ao ano e US\$ 80,00 por hectare, se comercializadas ao preço de US\$ 10,00 (Tabela 2); e US\$ 2.531.440,00 ao ano e US\$ 160,00 por hectare, se comercializadas ao preço de US\$ 20,00 (Tabela 3).

O valor total do ganho econômico do estado para a área total de todas as UCs seria de US\$ 192.728.333,30 ao ano, ao preço de US\$ 10,00 e US\$ 385.456.666,60 ao ano, ao preço de US\$ 20,00 (Tabelas 2 e 3 respectivamente).

Verifica-se, pela estimativa demonstrada acima, que o bioma Cerrado é a área a ter maior perspectiva de valores para o mercado de carbono, por ser a vegetação predominante no estado do Tocantins. Cerca de 87% das UCs estudadas estão inseridas no bioma Cerrado, com um ganho econômico equivalente a 95,82% do valor total dos ganhos; 8,7% no Ecótono,

com um ganho equivalente a 3,52% do total dos ganhos; e 4,35% no bioma Amazônia, com um ganho equivalente a 0,66% do total dos ganhos.

No caso das áreas em território tocantinense das UCs federais (que possuem apenas o Bioma Cerrado e estão inseridas nos cálculos, para este bioma, nas tabelas 2 e 3), não se sabe ainda se, com a escolha pelo seqüestro de carbono, o valor do benefício econômico será do Estado ou do Governo Federal, ou se dividirão esse benefício.

Toda essa estimativa serve para demonstrar que o estado do Tocantins pode obter ganhos caso invista no mercado de carbono, além do que, estaria contribuindo com a preservação do ecossistema e da biodiversidade do Cerrado, que tem sua flora considerada como uma das mais ricas dentre as savanas do mundo, de acordo com as pesquisas do Fundo Mundial para a Natureza (WWF) no ano de 1995.

### **5.3 Mercado de carbono para área desmatada das unidades de conservação**

A estimativa do desmatamento das UCs foi abordada neste trabalho, para demonstrar que o estado do Tocantins teria uma segunda opção para participar do mercado de carbono. O Protocolo de Kyoto não considera, no comércio de créditos de carbono, o manejo florestal do tipo conservação de carbono, ou seja, preservação de áreas nativas.

Os manejos elegíveis são a substituição e seqüestro de carbono que promovam reduções de emissões adicionais as que ocorreriam na ausência da atividade. Para o seqüestro de carbono, leva-se em consideração o reflorestamento de áreas desmatadas e degradadas, como relata Rezende *et al.* (2003). Por isso, foi estimada a área desmatada das UCs, com o objetivo de fazer uma perspectiva dos ganhos do estado do Tocantins com o comércio de carbono, baseados apenas no reflorestamento, sendo que essa estimativa é feita para o mercado paralelo chamado Mercado Não Quioto.

Primeiro foi estimada a área desmatada de cada UC estadual e federal e depois desenvolvida a perspectiva do mercado de carbono e sua análise.

#### **5.3.1 Estimativa do desmatamento das unidades de conservação**

Para a estimativa do desmatamento, de acordo com Brígido (2004), foi considerada a taxa de 1,5% ao ano para todas as UCs, com exceção daquelas com mais de 16 anos de

criação, as quais, foi utilizado o percentual de 25% da área total como desmatada; percentual limite máximo considerado neste trabalho<sup>11</sup>.

### 5.3.1.1 Unidades de conservação estaduais

A tabela 4 a seguir mostra a estimativa do desmatamento das áreas UCs estaduais. A tabela foi construída segundo a ordem numérica das UCs. Considera-se as características individuais de cada unidade de conservação, tais como a área, o bioma predominante e o número de anos, a partir da data de criação.

Tabela 4: Estimativa da área desmatada das Unidades de Conservação Estaduais, segundo as características individuais

UCs / nº	Ao / ha <sup>1</sup>	n / anos	i% / ano <sup>2</sup>	Aa* / ha	Td* / ha
	90.017			82.32	7.69
1	,89 158.885	6	1,5	5,16 151.94	2,73 6.94
2	,46 9.930	3	1,5	4,87 9.49	0,59 43
3	,92 32.152	3	1,5	7,11 30.29	3,81 1.85
4	,00 15.821	4	1,5	3,11 14.68	8,89 1.13
5	,50 50.359	5	1,5	6,47 45.37	5,03 4.98
6	,72	7	1,5	5,46	4,26

<sup>11</sup> A fórmula utilizada para efetuar os cálculos que seguem abaixo é a seguinte:

$$Td^* = Ao - Aa^*, \text{ que parte de } Aa^* = \frac{Ao}{(1+i)^n}$$

	1.678.000			1.511.92	166.07
7	,00	7	1,5	2,95	7,05
	461.730			435.03	26.69
8	,00	4	1,5	4,72	5,28
	18.608			18.06	54
9	,15	2	1,5	2,22	5,93
	14.525			14.09	42
10	,16	2	1,5	9,02	6,14
	50.370			46.75	3.61
11	,00	5	1,5	6,47	3,53
	78.873			76.55	2.31
12	,82	2	1,5	9,80	4,02
	121.415			109.39	12.01
13	,49	7	1,5	8,61	6,88
	2.780.690			2.545.95	234.73
<b>Total</b>	,11			5,96	4,15

Fonte: Elaborado pelos autores (2005).

1. Seplan (2004).

2. Brígido (2004).

### 5.3.1.2 Unidades de conservação federais em território tocantinense

A tabela 5 a seguir mostra a estimativa do desmatamento das áreas das UCs federais em território tocantinense. A tabela foi construída segundo a ordem numérica das UCs. Considera-se as características individuais de cada UC, tais como a área, o bioma predominante e o número de anos, a partir da data de criação.

Tabela 5: Estimativa da área desmatada das Unidades de Conservação Federais em território tocantinense, segundo as características individuais

UCs / nº	Ao / ha <sup>1</sup>	n / anos	i% / ano <sup>2</sup>	Aa* / ha	Td* / ha
1	557.7 14,00 182.4	45	1,5 <sup>12</sup>	418.2 85,50 177.1	139.428,50
2	53,38 600.0	2	1,5	00,52 573.7	5.352,86
3	00,00	3	1,5	90,20	26.209,80

<sup>12</sup> Como foi explicado na metodologia, para unidades com mais de 16 anos de criação, o percentual desmatado será 25% da área total da unidade na data de criação. Por isso, o valor apresentado para unidade nº 1 é equivalente a 25% de sua área total.

	57.1			52.2	
4	26,00	6	1,5	44,14	4.881,86
	40.0			32.4	
5	00,00	14	1,5	73,97	7.526,03
	9.2			7.7	
6	80,00	12	1,5	61,68	1.518,32
	1			1	
7	27,95	4	1,5	20,55	7,40
	1			1	
8	13,61	3	1,5	08,65	4,96
	7			7	
9	45,00	3	1,5	12,46	32,54
10	52,73	6	1,5	48,22	4,51
	1.447.6			1.262.6	
<b>Total</b>	12,67			45,88	184.966,79

Fonte: Elaborado pelos autores (2005).

1. Seplan (2004).

2. Brígido (2004).

### 5.3.2 Análise do seqüestro de carbono para as áreas desmatadas

Os valores foram apresentados para a área total desmatada das UCs estaduais e federais em conjunto, segundo bioma predominante.

Tabela 6: Cenário do mercado de carbono para área total desmatada, por Bioma, das Unidades de Conservação no estado do Tocantins, ao preço de US\$ 10,00

<b>Bioma predominante</b>	<b>Td* ha</b>	<b>S t/C ha ano</b>	<b>Total t/C ano</b>	<b>Preço t/C US\$</b>	<b>Total V Ge US\$ / ano</b>
Cerrado	410.327,24	4,50	1.846.472,58	10,00	18.464.725,80
Ecótono	8.238,66	6,25	51.491,63	10,00	514.916,25
Amazônia	1.135,03	8,00	9.080,24	10,00	90.802,40
<b>Total</b>	419.700,93		1.907.044,45		19.070.444,45

Fonte: Elaborado pelos autores (2005).

Tabela 7: Cenário do mercado de carbono para área total desmatada, por Bioma, das Unidades de Conservação no estado do Tocantins, ao preço de US\$ 20,00

<b>Bioma predominante</b>	<b>Td* ha</b>	<b>S t/C ha ano</b>	<b>Total t/C ano</b>	<b>Preço t/C US\$</b>	<b>Total V Ge US\$ / ano</b>
Cerrado	410.327,24	4,50	1.846.472,58	20,00	36.929.451,60



Ecótono	8.238,66	6,25	51.491,63	20,00	1.029.832,50
Amazônia	1.135,03	8,00	9.080,24	20,00	181.604,80
<b>Total</b>	419.700,93		1.907.044,45		38.140.888,90

Fonte: Elaborado pelos autores (2005).

Levando em consideração que não é elegível no Protocolo de Quioto a conservação de carbono como passível para o mercado de créditos de carbono, o estado do Tocantins teria a opção de seqüestro de carbono com base no reflorestamento e recuperação de áreas desmatadas e degradadas das UCs estudadas. Mas, se pela idade do desmatamento inicial das unidades, as mesmas não enquadrarem no Protocolo, o Estado poderia optar pelo mercado paralelo (Não Quioto).

De acordo com essa idéia e com a estimativa de desmatamento calculada para cada UC, segundo suas particularidades (ano, bioma e taxa de desmatamento das tabelas 4 e 5), utilizando os valores das tabelas 6 e 7, o estado do Tocantins poderia ter ganhos econômicos reflorestando e recuperando seus 419.700,93 hectares desmatados.

Com um total de 1.907.044,45 toneladas de carbono ao ano (t/C ano), para a área total estimada como desmatada, se comercializadas (vendidas) ao preço de US\$ 10,00, resultariam em um ganho econômico de US\$ 19.070.444,45 ao ano e US\$ 1.589.203,70 ao mês; e se comercializadas ao preço de US\$ 20,00, resultariam em um ganho econômico de US\$ 38.140.888,90 ao ano e US\$ 3.178.407,41 ao mês.

Dessa forma, o Estado teria duas opções (de acordo com o tipo de mercado de carbono especificado neste trabalho – áreas nativas e reflorestadas) para participar do mercado de créditos de carbono que já está em desenvolvimento no mercado paralelo (Não Quioto).

O ganho econômico para o Bioma Cerrado, conforme estimativa, seria bem maior que para os demais Biomas, pois, o predomínio no Estado é de Cerrado. Mesmo seqüestrando (absorção de carbono) menor quantidade de t/C por ano (como foi considerado neste trabalho) o Cerrado proporcionaria maiores ganhos.

Todavia, os valores apresentados como ganhos econômicos nas tabelas 6 e 7 poderiam representar perdas econômicas anuais do estado do Tocantins (com base no ano de 2005), diante do mercado de créditos de carbono, caso não fosse aproveitado o potencial de seqüestro de carbono nas áreas desmatadas para o desenvolvimento de projetos, certificados pelo Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

Desse modo, mesmo que o Estado estivesse comercializando as toneladas de carbono sequestradas pela parte nativa, poderia aumentar seus ganhos se optasse, também, pelo investimento nas áreas e desmatadas, sob o aspecto do mercado de carbono Não Quioto.

## **6. Considerações finais**

Diante das informações pesquisadas até este momento, vê-se que existe a possibilidade da ocorrência de escassez de certos recursos naturais e a mudança no clima do planeta. Mesmo que não haja consenso sobre as conseqüências do aquecimento global, sabe-se que realmente estão ocorrendo mudanças na natureza e, mais precisamente, que certos recursos naturais, dos quais dependem as atividades humanas, econômicas e industriais, estão em processo de esgotamento ou de inviabilidade de uso.

A natureza demonstra à humanidade algumas reações conseqüentes de sua interferência que, na maioria das vezes, por séculos, foi despreocupada de limites ou preservação. Por isso, muitos já perceberam que existe, de fato, a necessidade de serem tomadas iniciativas para a mudança do comportamento humano que é dispensado ao meio ambiente, para se evitar a possibilidade de crises ecológicas graves, como a questão do aquecimento global.

O efeito estufa é uma realidade e sua intensificação também. O que ainda não é aceito por todos, é que esta intensificação se dá principalmente pela ação do homem. Entretanto, mesmo que seja um assunto polêmico, a questão está em debate e foi aceita por organizações respeitadas pelo mundo todo, como é o caso da ONU, da Convenção das Nações Unidas sobre Mudança Climática e da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED).

A economia sofrerá impactos a partir da implantação de um mercado de carbono, resultando em pontos positivos para uns e negativos para outros. Pois, a existência e respeito ao Protocolo de Quioto (tal como está) implicará custos econômicos para alguns países, como a imposição de limites à produção para que sejam cumpridas as metas sobre as emissões de poluentes, e os custos com o pagamento de créditos de carbono para a parte excedente aos limites estipulados. Falar em limites para produzir quando a globalização reflete o interesse de aumentar a produtividade da produção para enfrentar a concorrência, é realmente um assunto complexo. Por isso este trabalho foi desenvolvido, com o objetivo de avaliar os ganhos econômicos que o estado do Tocantins teria com o comércio de carbono e estudar o

relacionamento do tema com a economia, de maneira a adquirir conhecimentos sobre o assunto e repassá-los a outros que se interessarem por discussões que ligam a economia, a sociedade e o meio ambiente, como um sistema.

A pesquisa alcançou resultados que podem ser favoráveis ao Estado do Tocantins, caso o mesmo desenvolva investimentos no mercado de carbono com base nas áreas das Unidades de Conservação.

Para o estado do Tocantins existe a perspectiva de assimilação de carbono, com capacidade estimada de 19.272.833,33 toneladas de carbono ao ano, especificadas anteriormente, segundo o bioma e por unidade de conservação. Para esta quantidade de toneladas, o valor total do ganho econômico do estado, de acordo com a área total de todas as unidades de conservação, seria de US\$ 192.728.333,30 ao ano e US\$ 16.060.694,44 ao mês, ao preço de dez (10) dólares a tonelada. Foi feita a estimativa também ao preço de vinte (20) dólares, a qual, o total do ganho econômico seria de US\$ 385.456.666,60 ao ano e US\$ 32.121.388,88 ao mês.

Segundo as estimativas demonstradas neste trabalho, o bioma Cerrado é a área a ter maior perspectiva de valores para o mercado de carbono, por ser a vegetação predominante no estado do Tocantins. Pois, 86,95% das unidades de conservação estudadas estão inseridas no bioma Cerrado, com um ganho econômico equivalente a 95,82% do valor total dos ganhos; 8,7% no Ecótono, com um ganho equivalente a 3,52% do total; e 4,35% no bioma Amazônia, com um ganho equivalente a 0,66% do total.

De qualquer maneira, esses resultados podem ser diferenciados com as mudanças dos preços da tonelada de carbono. Alguns pesquisadores citados alegam que a previsão mais aceita para o mercado de carbono, são os preços de dez e vinte dólares. Os mesmos relatam que a sociedade que faz essa escolha tem que fazer concessões a certas indústrias; diminuir a expansão do desmatamento, mesmo para a produção; e custear uma fiscalização constante para evitar desmatamentos e queimadas; entre outros. Todavia, tudo isso dependerá de acordos e das demandas e ofertas do mercado.

A estimativa de carbono para as áreas desmatadas de todas as unidades de conservação estudadas, chegou a um resultado estimado de seqüestro de carbono na área de 1.907.044,45 toneladas de carbono ao ano, especificadas anteriormente, segundo o Bioma e por unidade de conservação. Com esse total de toneladas de carbono ao ano (t/C ano), para a área total estimada como desmatada, se comercializadas (vendidas) ao preço de US\$ 10,00, resultariam em um ganho econômico de US\$ 19.070.444,45 ao ano e US\$ 1.589.203,70 ao mês; e se

comercializadas ao preço de US\$ 20,00, resultariam em um ganho econômico de US\$ 38.140.888,90 ao ano e US\$ 3.178.407,41 ao mês.

Mesmo que o MDL a princípio, não permita a comercialização de créditos de carbono para as áreas nativas das unidades de conservação, que representa conservação do carbono, o Estado do Tocantins teria a opção de promover o reflorestamento de suas áreas desmatadas e assim, participar do mercado com um ganho econômico de cerca de US\$ 38.140.888,90. Entretanto, esses valores apresentados para as áreas consideradas desmatadas, poderiam representar perdas econômicas do ponto de vista do mercado de carbono. Caso não aproveitasse essa parte para promover o reflorestamento, estaria perdendo recursos que poderiam ser investidos na melhoria da qualidade de vida da sociedade tocaninense.

Este trabalho desenvolveu perspectivas para o mercado paralelo de carbono, que conta com o apoio do Banco Mundial e que não segue as diretrizes do Protocolo de Quioto. As estimativas desenvolvidas por este trabalho demonstram que o estado do Tocantins possui potencial econômico para o comércio de carbono, que é um mercado ainda embrionário, mas que de acordo com as pesquisas e alguns autores, tem grande chance de se tornar um amplo mercado.

Como o tema do comércio de seqüestro de carbono é recente e complexo; como as dificuldades para o cumprimento do Protocolo de Quioto são existem; a necessidade de criar iniciativas para promover um desenvolvimento que combine realidade ambiental e interesses sócio-econômicos com segurança e sustentabilidade, é algo urgente. A conscientização geral de recursos naturais limitados e educação ambiental com responsabilidade são indispensáveis; entre outros, espera-se que as nações possam promover bem-estar e paz às suas populações, garantindo às gerações futuras a oportunidade de conhecer e desfrutar da exuberância do meio ambiente e do desenvolvimento sustentável.

### Referências Bibliográficas

- BAUMERT, K. A.; BLANCHARD, O.; LLOSA, S.; PERKAUS, J. F. **Building on the Kyoto Protocol. Options for Protecting the Climate**. World Resources Institute. 2002.
- BRANDÃO, Leopoldo Garcia. **Seqüestro de Carbono**. Palmas: junho de 2004. Disponível em: <<http://www.mercoopsur.com.ar/forestales/notas/programadesequestro.htm>>. Acesso em: 10 de junho de 2004.
- BRÍGIDO, Carolina. **Estudo mostra que cerrado pode sumir até 2030**. Palmas: outubro de 2004. Disponível em: <<http://www.curupira.org.br/noticias/julho2004/noticia097041.htm>>. Acesso em: 22 de outubro de 2004.

- FINCO, M. V. A.; REZENDE, D. **O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) como alternativa de desenvolvimento Local Sustentável: a geração de créditos de carbono no estado do Pará.** In: Anais do XLIII Congresso da SOBER. Ribeirão Preto. 2005.
- HOUGHTON, J. **Global Warming. The complete briefing.** Cambridge. 1997.
- IBAMA. **Geo Brazil. Brazil Environment Outlook.** 2002.
- INSTITUTO ECOLÓGICA. Palmas, 2004.
- LIMA, M. A.; CABRAL, O. M. R.; MIGUEZ, J. D. G. **Mudanças Climáticas Globais e a Agropecuária Brasileira.** Emprapa. Ministério da Agricultura e Abastecimento. 2001.
- MABEY, N.; HALL, S.; SMITH, C.; GUPTA, S. **Argument in the Greenhouse.** The International Economics of Controlling Global Warming. Routledge. 1997.
- REZENDE, D.; FINCO, M. V. A. **Análise da capacidade energética da termoeletrica de Uruguaiana: um estudo prévio** (mimeo). 2004
- REZENDE, D.; MERLIN, S.; SANTOS, M. **Seqüestro de Carbono: uma experiência concreta.** Instituto Ecológica. 2001.
- SILVA, Gabriela Tunes da; JUNIOR, Antônio C. P. Brasil. **Sobre a sustentabilidade de projetos de seqüestro de carbono na Amazônia brasileira.** Palmas outubro de 2004. Disponível: <[http://www.nepam.unicamp.br/ecoeco/artigos/encontros/iv\\_en/mesa2/6.pdf](http://www.nepam.unicamp.br/ecoeco/artigos/encontros/iv_en/mesa2/6.pdf)>. Acesso em: 15 de outubro de 2004.