



## PROPOSTA DE MODELO DE COMPENSAÇÃO DE EMISSÕES DE GEEs UTILIZANDO PLANTIOS FLORESTAIS

Lis Camila Flizikowski<sup>1</sup>; Carlos Roberto Sanquetta<sup>2</sup>; Ana Paula Dalla Corte<sup>3</sup>;  
Mateus Niroh Inoue Sanquetta<sup>4</sup>; José Henrique Pedrosa Macedo<sup>5</sup>

1. Eng. Ambiental, Mestre pela Universidade Federal do Paraná, Paraná, Brasil –  
lis\_ambiental@hotmail.com
2. Eng. Florestal, Dr, Depto. de Ciências Florestais, UFPR, Curitiba, PR, Brasil –
3. Eng<sup>a</sup>. Florestal, Dr<sup>a</sup>, Depto. de Ciências Florestais, UFPR, Curitiba, PR, Brasil –
4. Graduando em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Paraná,  
Curitiba, PR, Brasil
5. Eng. Florestal, Dr, Depto. de Ciências Florestais, UFPR, Curitiba, PR Brasil –  
Centro BIOFIX de Pesquisa em Biomassa e Sequestro de Carbono  
Universidade Federal do Paraná – UFPR  
Av. Lothário Meissner, 900 – Jardim Botânico  
Curitiba – PR, 80.210-170 – Brasil

**Recebido em: 30/09/2013 – Aprovado em: 08/11/2013 – Publicado em: 01/12/2013**

### RESUMO

Com o objetivo de propor medidas de compensação de emissões de GEEs, foi desenvolvido um modelo piloto de compensação utilizando plantios florestais. O modelo foi desenvolvido propondo sete possibilidades de cenários de plantio, variando entre espaçamentos e espécies. Foram utilizadas as espécies florestais *Pinus*, *Eucalyptus* e espécies nativas de Mata Atlântica, com os espaçamentos 2,5 m x 2,5 m, 3 m x 2 m e 3 m x 3 m. Para analisar o comportamento do modelo desenvolvido, foi aplicada nele uma emissão oriunda de um inventário de emissões de GEEs. Considerando que as emissões não estabilizam durante o período de crescimento da floresta para a compensação total das emissões de um determinado ano, foi realizada uma análise de emissões versus fixação de carbono. A partir dos resultados, foi possível perceber que o modelo proposto disponibiliza informações válidas de compensação de emissões como a área demandada e número de espécies a serem plantadas, no entanto o usuário que vir a utilizar a ferramenta deve realizar o monitoramento do plantio bem como preocupar-se com o novo plantio a cada ano conforme as novas emissões. Deste modo, não se deve considerar a ferramenta como a única estratégia de combate ao clima, e sim partir de um conjunto de estratégias como redução e compensação de emissões de GEEs.

**PALAVRAS-CHAVE:** mudanças climáticas; carbono; crescimento; floresta; redução de emissões.

### A MODEL PROPOSAL FOR COMPENSATING GHGs EMISSIONS BY USING FOREST PLANTATIONS

## ABSTRACT

In order to propose measures to offset greenhouse gas emissions was developed a pilot model using forest plantations. The model was developed proposing seven possible scenarios of planting, varying between species and spacing. Were used the forest species *Pinus*, *Eucalyptus* and native species of Atlantic Forest, with spacing 2.5 m x 2.5 m, 3 m x 3 m x 2 m and 3 m. To analyze the behavior of the model developed, was applied to it an emission coming from an inventory of GHG emissions. Considering that emissions do not stabilize during the period of forest growth to offset total emissions of a given year, was performed an analysis of emission versus carbon fixation. From the results, it was revealed that the proposed model provides valid information for emissions offset, how the area demanded and number of species to be planted, however, user to that use the tool and worry about the new planting each year with the new emissions. Thus, it should not consider the tool as the only strategy to combat climate but from a set of strategies to reduce and offset greenhouse gas emissions.

**KEYWORDS:** climate changes; carbon; growth; forest; emission reduction.

## INTRODUÇÃO

Os impactos causados pelas mudanças do clima têm sido uma das principais preocupações de pesquisadores e cientistas acerca do tema. Isto se dá pelo aquecimento global, consequência do excesso de concentração dos chamados gases de efeito estufa, (GEEs), principalmente, o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>) e o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). A principal fonte desses gases tem sido atribuída às atividades antropogênicas (CHANG, 2004).

Com o crescente impacto das mudanças climáticas por todo o mundo e pesquisas indicando o efeito estufa como principal causa dessas alterações, surgiu a necessidade de se adotar medidas preventivas de excessiva emissão de certos gases ao meio ambiente (CHANG, 2004).

Uma alternativa é a compensação de emissões de GEEs por meio de plantio florestal. BROWN & ALECHANDRE (2000) defendem que as florestas desempenham papel significativo na atual problemática do ciclo global de carbono, devido a sua capacidade de fixar quantidades de carbono na vegetação por longo prazo, trocando o carbono com a atmosfera por meio da fotossíntese e da respiração. Este processo é conhecido como sequestro florestal de carbono.

CHANG (2002a) aponta que esse é um processo de mitigação biológica das plantas, que absorvem o CO<sub>2</sub> da atmosfera e os fixam em forma de matéria lenhosa ou biomassa. Esse processo é aplicado desde a preservação de áreas florestais com risco de serem destruídas até a recuperação de áreas degradadas, como também no estabelecimento de novas plantações florestais até sistemas agro-florestais com espécies nativas ou exóticas.

RENNER (2004) ainda cita que, para que os mecanismos de sequestro de carbono sejam significativos, é necessário que o carbono fique armazenado por um período longo o suficiente para que sua emissão para a atmosfera diminua, evitando-se o aumento da temperatura no planeta e o conseqüente o aquecimento global. Os processos que realizam o sequestro de carbono tendem a minimizar os impactos do aumento da temperatura global no futuro.

Reconhecendo a importância do sequestro florestal de carbono para a minimização dos impactos causados pelo aumento da temperatura global, torna-se importante o desenvolvimento de uma ferramenta de compensação de emissões utilizando plantios florestais. O presente trabalho teve como objetivo desenvolver e analisar um modelo piloto de compensação de emissões de GEEs utilizando plantações com espécies florestais.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do modelo de compensação foram utilizadas três tipologias de florestas, sendo plantios de *Eucalyptus*, de *Pinus* e plantios de restauração / recuperação com espécies nativas da Mata Atlântica. O modelo proposto trata-se de um projeto piloto a fim de analisar a compensação de emissões de GEEs por plantios florestais. A metodologia para o desenvolvimento da ferramenta de compensação foi dividida em três etapas, sendo: simulação de cenários de florestas – base de dados; construção da ferramenta de compensação e validação do modelo de compensação proposto.

### Simulação de cenários de florestais – base de dados

Os cenários de plantio foram definidos visando criar uma maior diversidade de possíveis alternativas de plantio. Foram propostos sete cenários de plantio, sendo três cenários para *Pinus* e *Eucalyptus* e um para espécies de mata atlântica. Os regimes de manejo foram determinados com base no índice de sítio (S) e espaçamento, optou-se por utilizar regimes de manejo de acordo com a realidade do sul do Brasil. Para um melhor entendimento, durante o trabalho os cenários de plantio foram definidos como modelos, conforme o tabela 1.

**TABELA 1.** Modelos de plantio.

Cenário Florestal	Ind / ha	Modelo
<i>Pinus</i> 2,5 m x 2,5 m	1.600	Modelo A
<i>Pinus</i> 3 m x 2 m	1.667	Modelo B
<i>Pinus</i> 3 m x 3 m	1.111	Modelo C
<i>Eucalyptus</i> 2,5 m x 2,5 m	1.600	Modelo D
<i>Eucalyptus</i> 3 m x 2 m	1.667	Modelo E
<i>Eucalyptus</i> 3 m x 3 m	1.111	Modelo F
Espécies nativas – Mata Atlântica 3 m x 2 m	1.667	Modelo G

Definidos os espaçamentos, foi realizada uma simulação para quantificar o potencial de fixação de dióxido de carbono de cada espécie. Para o *Pinus* foi utilizado software Sispinus – Embrapa Florestas e para o *Eucalyptus* o Siseucalipto – Embrapa Florestas. Para a entrada de dados dos programas foram utilizados os seguintes dados, tabela 2.

**TABELA 2.** Dados de entrada utilizados nos programas Sispinus e Siseucalipto.

FATORES	PINUS	EUCALYPTUS
	Dados de entrada	
Índice de Sítio	21 m	26 m
Nível de melhoramento do plantio (1 a 10)	1	1
Idade de índice	20 anos	7 anos
Porcentagem inicial de sobrevivência	90 %	90%

Para a floresta nativa, foi utilizada a base de dados do trabalho realizado por MIRANDA (2008), o qual trabalhou com fixação de carbono pela restauração florestal. Um dos objetivos do estudo do autor foi estimar o carbono fixado em plantios mistos utilizando as espécies nativas. O autor trabalhou com plantios de idades de 5 a 17 anos em diferentes áreas localizadas no estado de São Paulo, todas com espaçamento de 3 m x 2 m. A tabela 3 apresenta a fixação de CO<sub>2</sub> conforme resultado encontrado pelo autor.

**TABELA 3.** Fixação de carbono de espécies nativas em áreas de restauração.

IDADE	CARBONO (t.ha <sup>-1</sup> )	tCO <sub>2</sub> / ha <sup>-1</sup>
6	6,6	24,1
6	26,5	97,0
7	33,7	123,7
8	44,6	163,5
12	35,8	131,3
14	73,8	270,5
17	85,0	311,7
17	91,0	333,7

FONTE: MIRANDA (2008)

Conforme a tabela 3, foram encontrados dois valores distintos de fixação para os anos 6 e 17. Deste modo, para a ferramenta em estudo, foi realizada a média dos valores encontrados para cada respectivo ano, representando o Modelo G.

### **Construção da ferramenta de compensação**

O modelo de compensação proposto foi desenvolvido por uma planilha eletrônica junto ao *Visual Basic*, sendo essa uma ferramenta de programação computacional. Cada planilha foi programada para cada espécie utilizando as fixações de carbono de acordo com o ano. Para os valores de fixações de dióxido de carbono para os diferentes cenários, foram utilizados os cálculos para o dimensionamento do tamanho da área e quantidade de mudas a serem plantadas em função da magnitude da emissão de GEEs.

A partir da quantidade total de GEEs emitido em função das atividades, são calculadas pela equação 1 abaixo o número de espécies arbóreas a serem estimadas.

$$N = Et/Ff \quad (1)$$

em que: N = Número de árvores a serem plantadas;  
Et = Emissão total de GEEs estimada na primeira etapa desta metodologia (tCO<sub>2e</sub>);  
Ff = Fator de fixação de carbono em biomassa no local de implantação do projeto (tCO<sub>2e</sub>/árvore).

O fator de conversão utilizado foi obtido pela razão entre a massa molecular do dióxido de carbono igual a 44 e a massa molecular do carbono igual a 12, sendo o fator de conversão igual 3,67 (CORTE & SANQUETTA, 2007). Assim, a quantidade de CO<sub>2</sub> capturado é estimada pela equação 2 abaixo.

$$CO_2 = 3,67 * EC \quad (2)$$

em que: CO<sub>2</sub> = Captura de dióxido de carbono em t/ha;  
EC = Estoque de carbono, em t/ha;  
3,67 = Fator de conversão de carbono para dióxido de carbono;

### **Validação do modelo de compensação proposto**

Com o intuito de se analisar o modelo desenvolvido, foi aplicada uma emissão de 119,058 tCO<sub>2e</sub> de acordo com o Inventário de emissões de GEEs de uma empresa do setor de construção civil no ano de 2010. Foram simuladas opções de compensação para três cenários florestais desenvolvidos no modelo, sendo eles: *Pinus* com idade de 20 anos, *Eucalyptus* com sete anos e espécies nativas com 17 anos, de modo a possuir a emissão e a compensação.

Para verificar a confiabilidade do modelo proposto, foi realizada análise de seu comportamento, considerando os seguintes parâmetros:

- A absorção do dióxido de carbono durante o crescimento das espécies florestais é variável. A fixação acontece em maior intensidade e se estabiliza ao decorrer dos anos durante a sua maturação. Quanto mais rápido o crescimento, mais rápida é a absorção de CO<sub>2</sub>.
- Considerando que a emissão foi contabilizada para o ano de 2010, e que a fixação de carbono por meio de florestas não acontece de forma rápida e demanda um determinado período de tempo, foi considerado o aumento da emissão na empresa durante os anos conforme o crescimento da floresta.

De acordo com as considerações apresentadas, justifica-se a importância de se realizar uma análise do modelo proposto, sobre qual seria a forma de instalação da floresta para obter a fixação de carbono, cuja verificação foi estruturada da seguinte forma:

1. A partir do ano de 2010, foram desenvolvidos cenários anuais de emissões;

2. Foi considerado um acréscimo de 10 % de aumento de emissão ao ano. A equação apresenta o planejamento do cenário.

$$\text{Emissão}_n = \text{Emissão}_{n-1} + 10\% \text{ ao ano} \quad (3)$$

Onde:

$\text{Emissão}_n$  = Emissão atual.

$\text{Emissão}_{n-1}$  = Emissão do próximo ano.

10% = Valor acrescentado a  $\text{Emissão}_{n-1}$  ao ano.

De acordo com a equação foram criados cenários de emissão e fixação de carbono conforme os anos das espécies florestais propostas pelo modelo.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

No âmbito das mudanças climáticas, a palavra compensação significa definir uma quantidade opcional de emissões de GEEs que um indivíduo ou organização tenha provocado e evitar ou reduzir na mesma proporção em um local diferente (STERK & BUNSE, 2004).

Com esse objetivo, empresas têm implementado projetos de compensação de emissões, que visam à remoção de CO<sub>2</sub> da atmosfera através da fixação de carbono na biomassa com projetos de reflorestamento.

Foram avaliadas três alternativas de modelos para a compensação em função da escolha estar relacionada ao objetivo da empresa. O objetivo pela escolha do modelo de plantio está geralmente associado a parâmetros econômicos e/ou ambientais. Visando a escolha da espécie, empresas devem ter conhecimento da rentabilidade e aplicabilidade das mesmas. Exemplos podem ser citados como: florestas plantadas aplicam-se geralmente com fins econômicos e comerciais. E no que se refere a florestas nativas, sua aplicação tem importância principalmente ambiental.

Partindo da compensação de emissões utilizando plantios florestais, os modelos propostos permitem que as empresas escolham o cenário que melhor se adéque a sua realidade, ficando sob seu critério as espécies e os seus espaçamentos. De acordo com o cenário escolhido, o modelo estima o número de mudas e a área demandada para compensar determinada emissão.

Diante de tais considerações, o usuário que utilizar o modelo deverá considerar alguns fatores imprescindíveis para a escolha do cenário florestal como: fatores como área disponível para a compensação, custos de plantio e monitoramento.

A emissão aplicada no modelo foi de 119.058,37 tCO<sub>2e</sub>. Nos diferentes cenários criados pelo modelo de compensação de emissão, foram estimados o tamanho da área e o número de mudas necessários para uma rotação do plantio florestal conseguir compensar a emissão decorrente daquela obra, conforme se observa na tabela 4.

**TABELA 4.** Compensação de emissões de GEEs conforme o modelo proposto.

Fatores	Modelo A	Modelo B	Modelo C
	<i>Eucalyptus</i> 2,5 m X 2,5 m	<i>Eucalyptus</i> 3 m X 2 m	<i>Eucalyptus</i> 3 m X 3 m
Anos	7	7	7
Área (ha)	817	796	1.044,38
Nº de mudas	1.242, 921	1. 211, 307	1. 102, 286
Fatores	Modelo D	Modelo E	MODELO F
	<i>Pinus</i> 2,5 m X 2,5 m	<i>Pinus</i> 3 m X 2 m	<i>Pinus</i> 3 m X 3 m
Anos	20	20	20
Área (ha)	226	223	263
Nº de mudas	362, 294	339, 466	278, 072
Modelo G			
Floresta nativa 3 m X 2 m			
Anos	17		
Área (ha)	368		
Nº de mudas	590, 272		

De acordo com a tabela acima, é necessário o mínimo de 278 mil mudas plantadas para compensar a emissão, lembrando-se que não basta apenas o plantio e sim, que a compensação ocorra mediante a permanência deste na rotação considerada. Foi possível perceber que a espécie que demandou a menor área e números de mudas foi *Pinus*. Isso pode ser explicado pelo ano base estabelecido para a espécie, qual seja, de 20 anos, sendo esse maior do que para as outras espécies. Devido à idade base de *Eucalyptus* ser sete anos, sua área de quantidade de mudas foi muito maior do que as demais. A tabela ainda permite observar que, em todos os cenários de plantios, a área e o número de mudas foram altos, demandando um custo e tempo para a realização dos plantios. Conforme apresentado, observa-se que o modelo desenvolvido gera possibilidades de compensações, apresentando apenas dados, como o número de mudas e área. Deste modo, o modelo apresenta limitações quanto a sua aplicação.

Essa limitação relaciona-se ao período de crescimento da floresta junto ao seu monitoramento. Visto que o crescimento da floresta demanda um determinado período para a fixação de carbono para cumprir com os objetivos de compensação, torna-se imprescindível que a empresa que vier a utilizar o modelo de compensação, além de plantar, preocupe-se com o monitoramento da plantação para que se cumpra com os objetivos propostos. Técnicas florestais de preparação do solo, manutenção e monitoramento da área, não são abordadas pelo modelo, ficando sob a responsabilidade da empresa.

Partindo deste princípio, CRESTANA et al. (2006) apontam que o mais viável seria contratar empresas ou especialistas que conheçam as técnicas de plantio, para que a plantação realmente cumpra seu objetivo. Os autores mencionam que, para se atingir os objetivos de um reflorestamento, é necessário que as mudas produzidas sejam de excelente qualidade e passem por um período de aclimação e rustificação, antes de serem despachadas para o campo.

MAY et al. (2005) citam ainda que os baixos índices de sobrevivência das plantas podem ser causados pela escolha inadequada de espécies locais, época de plantio, ataques de pragas entre outros. Problemas agronômicos (ervas daninhas, doenças etc.) podem fazer com que uma pequena porcentagem de mudas se transforme em árvores, reduzindo, assim, drasticamente a formação de uma nova floresta, ameaçando seriamente o potencial efetivo de fixação de carbono.

Deste modo, BARRETO et al. (2009) apontam que para que o modelo de fixação de carbono cumpra com seus objetivos de compensação, é necessário que o carbono fique armazenado por um período longo o suficiente para que sua emissão seja efetivamente compensada.

Reconhecendo que a floresta demanda um determinado período para compensar toda a emissão referente a apenas um ano inventariado e que as emissões não estabilizam durante o crescimento desta floresta, torna-se importante a análise destas emissões.

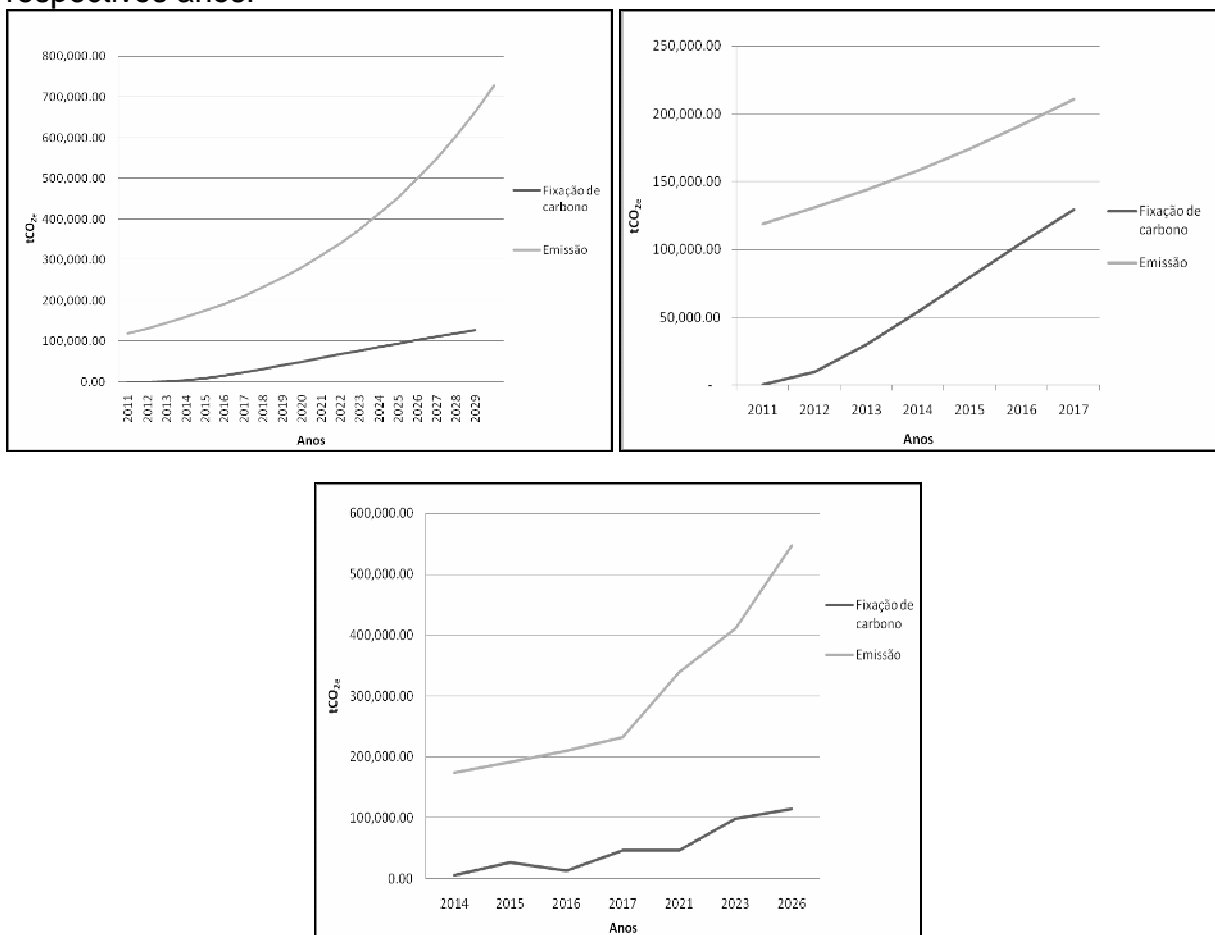
Deste modo, considerando que o inventário para este estudo teve o ano de 2010 como base, e aplicando a estimativa de compensação aos três cenários florestais desenvolvidos pelo modelo, suas emissões só seriam compensadas em 2017 para o plantio de *Eucalyptus*, 2030 para o de *Pinus* e 2027 para espécies nativas, se o plantio fosse realizado em 2011.

Visando a avaliar o comportamento das emissões durante o processo de compensação de emissões de GEEs para a emissão de 2010, foi realizada uma estimativa conforme equação 3 da metodologia com base no ano entre 2010 e 2020, devido ao maior período de compensação se realizar em 20 anos (*Pinus*), tabela 5.

**TABELA 5.** Estimativa de emissões do ano de 2011 a 2030 (tCO<sub>2e</sub>)

<b>ANO</b>	<b>EMISSION (tCO<sub>2e</sub>)</b>
2010 - Ano Base	119. 058,37
2011	130. 964, 21
2012	144. 060,63
2013	158. 466,69
2014	174. 313,36
2015	191. 744,70
2016	210. 919,17
2017	232. 011,08
2018	255. 212,19
2019	280. 733,41
2020	308. 806,75
2021	339. 687,42
2022	373. 656,17
2023	411. 021,78
2024	452. 123,96
2025	497. 336,36
2026	547. 069,99
2027	601. 776,99
2028	661. 954,69
2029	728. 150,16
2030	800. 965,18

Para analisar as emissões, foram escolhidos os 3 cenários para a sua aplicação, sendo os modelos A (*Pinus*), E (*Eucalyptus*) e G (espécies nativas), de acordo com os dados da tabela 5. Foi considerada uma projeção de emissão de sete anos para o *Eucalyptus*, 17 anos para as espécies nativas e 20 anos para o *Pinus*. A figura 1 apresenta a fixação de carbono durante o crescimento das espécies, *Pinus*, *Eucalyptus* e nativas, respectivamente, consideradas inclusive a emissão durante os respectivos anos.



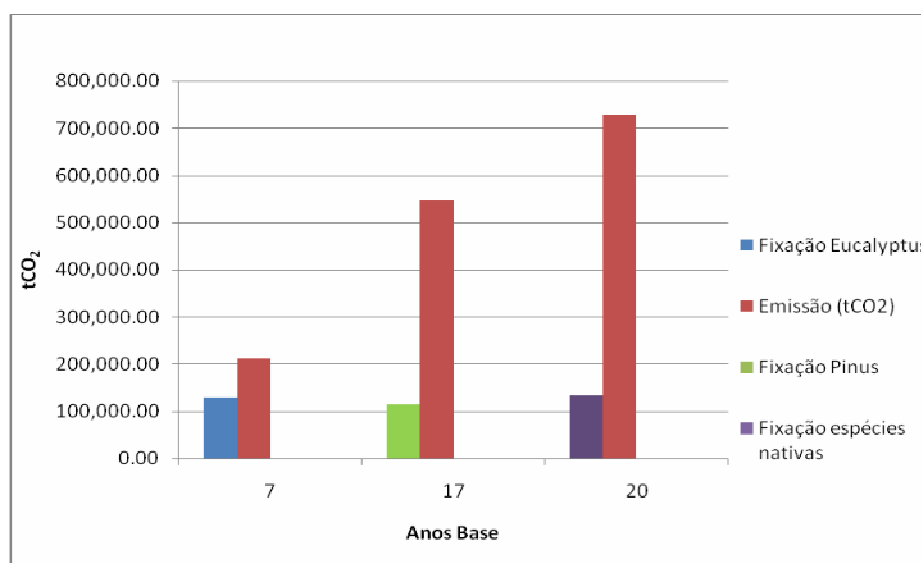
**FIGURA 1.** relação de emissão e fixação de carbono durante o crescimento de *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies nativas – Mata Atlântica.

Nas figuras apresentadas é possível observar que a emissão e fixação de carbono estão sempre crescentes. No entanto, a emissão sempre é maior que a fixação. A figura 1 demonstra a relação de fixação e emissão durante os 20 anos de crescimento do *Pinus*. É possível visualizar que a emissão de GEEs referente ao ano de 2010 só será compensada no ano de 2029, no entanto o ano de 2029 apresentará uma nova emissão de aproximadamente 730.000 tCO<sub>2e</sub>.

A figura 2 apresenta que a compensação através do plantio de *Eucalyptus* só será estabilizada no ano de 2017, a qual terá uma nova emissão de 210.919,17 tCO<sub>2e</sub>. Já para as espécies nativas, as emissões serão totalmente compensadas no ano de 2026, quando as emissões estarão totalizando 547.070 tCO<sub>2e</sub> para este ano.

Desta forma, a fixação de carbono durante o crescimento compensa apenas a emissão referente ao ano base de 2010. Ao final da compensação de cada cenário

florestal, existirá uma nova emissão resultante do somatório decorrente durante o período de crescimento da floresta.



**FIGURA 2.** Somatória de emissões durante o período de compensação de emissão, conforme o cenário florestal.

Conforme os dados demonstrados pela figura 2, a emissão é maior que a compensação durante o período de crescimento das espécies, visto que essa compensação aplica-se apenas ao ano de 2010. Deste modo, para compensar as novas emissões, deve-se realizar novos plantios, sucessivamente, a cada ano.

CHANG (2002b) aponta que o sequestro de carbono, cujo princípio reside principalmente na compensação de um dano já causado, torna-se uma intervenção insuficiente. Segundo a autora, deve-se partir do princípio de precaução ambiental, o qual implica necessariamente na modificação do modo de desenvolvimento da atividade econômica. Assim, uma política ambiental preventiva reclamaria que os recursos naturais estivessem protegidos e utilizados com cuidado, parcimoniosamente.

CHANG (2009) aponta que muitas melhorias com relação às emissões se encontram nas áreas urbanas sob o alcance dos gestores municipais. Essas ações promovidas pelos municípios propiciariam múltiplos benefícios, como: indução do uso mais sustentável dos recursos, maior conforto à população e proteção do sistema climático global.

Visando adotar ações municipais, o Paraná desenvolveu um projeto de carbono-Coopercarbono, o qual concilia a conservação ambiental, a produção econômica e a inclusão social. O Projeto prioriza os pequenos produtores, contribuindo na geração de renda destes com a comercialização de madeira, de produtos florestais não madeiráveis e de créditos de carbono. A conservação ecológica do projeto se dá pela recomposição de reservas legais e pela criação de bancos de germoplasma de espécies florestais nativas da região. Este diferencial é, portanto, a principal característica deste projeto de sequestro de carbono (CHANG et al., 2009).

Em geral, o modelo deste estudo propõe que as empresas escolham qual a melhor maneira de se compensar suas emissões, criando estratégias de compensação e redução de emissões, estabelecendo um plano de mitigação das mudanças climáticas, formando metas de cumprimento.

Desta forma, torna-se importante que empresas não utilizem apenas o modelo proposto de compensação, e sim em conjunto com estratégias de redução e compensação de suas emissões, criando uma gestão de carbono.

Partindo destes incentivos de compensação, muito tem sido feito para uma melhoria contínua. Desta maneira, este estudo procura propor medidas de combate às mudanças climáticas utilizando a compensação de emissões por meio de plantios florestais, no entanto esse combate parte de três princípios sequenciais inventário, redução e compensação.

## CONCLUSÃO

- Com o modelo proposto de compensação de emissões, é possível encontrar o número de mudas e a área demandada para se fixar determinadas emissões;
- A compensação de emissões por meio de fixação de carbono por florestas torna-se viável ambientalmente quando as espécies forem plantadas e monitoradas durante os anos de fixação de carbono para que realmente atinja o seu propósito.
- Embora a utilização de florestas seja uma das formas mais fáceis de compensar as emissões, existem formas de redução de emissões por meio de adequações nos processos produtivos, cabendo a cada empresa pesquisar e avaliar as suas principais fontes de emissão.
- A compensação de emissões proposta pelo modelo deve ser aplicada todo ano, visto que a compensação por meio de florestas não ocorre de imediato e as emissões não se estabilizam;
- Torna-se importante que empresas não utilizem apenas o modelo proposto de compensação e sim em conjunto com estratégias de redução e compensação de suas emissões, criando uma gestão de carbono.

## REFERÊNCIAS

BARRETO, L.V.; FREITAS, A.C.S.; PAIVA, L.C. Sequestro de carbono. **Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.5, n.7, 2009.

BROWN, I.F.; ALECHANDRE, A.S. Conceitos básicos sobre o clima, carbono, florestas e comunidades. **In:** As mudanças climáticas globais e os ecossistemas brasileiros, Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, p 51-58, 2000.

CHANG, M. Y. Caracterização e tipologia dos projetos de sequestro de carbono no Brasil. As Florestas e o carbono. **In:** SANQUETTA, R. C.; WATZLAWICK, L.F.; BALBINOT, R.; ZILIOOTTO, M. A. B.; GOMES, F.S. **As florestas e o carbono**. Curitiba. Imprensa Universitária da UFPR. 2002a. p. 59-88.

CHANG, M. Y. Sequestro de Carbono Florestal: oportunidades e riscos para o Brasil. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, n. 102, p. 85-101, 2002b.

CHANG, M. Y. Sequestro florestal de carbono no Brasil: dimensões políticas socioeconômicas e ecológicas. In: SANQUETTA, R. C.; BALBINOT, R.; ZILIOOTTO, M. A. B. **Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisa**. Curitiba: AM Impresses, 2004. p. 15-37.

CHANG, M.Y. Mudanças climáticas e ações municipais. In: ZILIOOTTO, M. A. B. **Mudanças Climáticas, Sequestro e Mercado de Carbono no Brasil**. Curitiba: AM Impresses, 2009. p. 149-161.

CHANG, M.Y.; SCHAITZA, E.; OLIVEIRA, E. COOPERCARBONO - Cooperativa de produtores familiares de Carbono do Paraná: um serviço ambiental do carbono In: ZILIOOTTO, M. A. B. **Mudanças Climáticas, Sequestro e Mercado de Carbono no Brasil**. Curitiba: AM Impresses, 2009. p. 163-179.

CORTE, A.D.; SANQUETTA, C.R. Quantificação do estoque de carbono fixado em reflorestamento de Pinus na área de domínio da Floresta Ombrófila Mista no Paraná. **Revista Cerne**, Lavras, v. 13, n. 1, p. 32-39, 2007.

CRESTANA, M.S.M. et al. **Florestas – Sistemas de Recuperação com Essências nativas, produção de mudas e legislações**. Ed 2. Campinas: 2006.

MAY, P.H. et al. **Sistemas Agroflorestais e Reflorestamento para Captura de Carbono e Geração de Renda**. Disponível em: <[http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/vi\\_en/mesa2/Sistemas%20Agroflorestais\\_e\\_Carbono.pdf](http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/vi_en/mesa2/Sistemas%20Agroflorestais_e_Carbono.pdf)>. Acesso em: 15/07/2011. 2005

RENNER, R. M. **Sequestro de carbono e a viabilização de novos reflorestamentos no Brasil**. 132f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

STERK, W.; BUNSE, M. **Voluntary Compensation of Greenhouse Gas Emissions**. Policy Paper .n. 3, Wuppertal Institute for Climate, Environment. 2004.