



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

Ana Carla Bezerra de Lima

**ESTIMATIVAS DE CUSTOS PARA MITIGAÇÃO DAS EMISSÕES DE CO₂ DO
SETOR DE TRANSPORTE DA PARAÍBA VIA REFLORESTAMENTOS**

CAMPINA GRANDE – PB

2014

Ana Carla Bezerra de Lima

**ESTIMATIVAS DE CUSTOS PARA MITIGAÇÃO DAS EMISSÕES DE CO₂ DO
SETOR DE TRANSPORTE DA PARAÍBA VIA REFLORESTAMENTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em forma de artigo ao Departamento de Biologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito para obtenção do título de Bacharel(a) em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Valderi Duarte Leite

Coorientador: Prof. Dr. Carlos Roberto de Lima

CAMPINA GRANDE – PB

2014

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

L732e Lima, Ana Carla Bezerra de.
Estimativas de custos para mitigação das emissões de CO2 do setor de transporte da Paraíba via reflorestamentos [manuscrito] / Ana Carla Bezerra de Lima. - 2014.
28 p. : il.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2014.

"Orientação: Valderi Duarte Leite, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental".

"Co-Orientação: Carlos Roberto de Lima, Departamento de Engenharia Florestal (UFCG)".

1. Emissão de poluentes. 2. Gás carbônico. 3. Poluição ambiental. 4. Aquecimento global. I. Título.

21. ed. CDD 551.525

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente “Aquele” que esteve, mesmo que onisciente, me protegendo, durante as idas e vindas do meu dia-a-dia e vendo todo o meu esforço; “Aquele” que foi consolo e companheiro nos momentos em que por virtude das dificuldades pensei em desistir, mas rapidamente Ele, sempre me mostrava um novo horizonte, nos silêncios repentinos da solidão, que não foram poucos ao longo desses 4 anos, nas horas longas pensando em minha família que mesmo separada por Km de distancia se faziam presentes, enfim, agradeço a Deus por tudo e principalmente por me dar sabedoria, discernimento e me encher de força e fé no intuito de finalizar esta caminhada da graduação. Agradeço também a minha Nossa Senhora Aparecida da qual sou devota e que por tantos momentos se fez presente nesses 4 anos me livrando de situações de risco.

Aos meus anjos aqui na Terra que tenho o privilégio de chamar de pais, Carlos Roberto de Lima e Tânia Maria Bezerra de Lima por terem se esforçado em fornecer educação adequada, formação pessoal e por terem me incentivado, mesmo nas dificuldades e contratempos, a meu primo-irmão Yan, meus tios Yoma e Jânio pelas suas palavras e atos de sabedoria, aos meus padrinhos Alberico Bezerra de Lima e Rose Fonseca de Lima pelo carinho que sempre demonstraram, a família Sousa Botelho que ganhei nesse ultimo ano de curso em especial ao Thyago de Sousa Botelho por todo o amor, força e incentivo, as minha avós Francisquinha Leite Bezerra e Josina Canuta de Lima (*in memoriam*) e a minha bisá Geronima de Lima (*in memoriam*) aos demais Tios (as) e Primos (as). Serei eternamente grata a todos vocês que sempre se fizeram presentes mesmo que fisicamente distantes, principalmente por terem tanta paciência comigo, sem a ajuda de vocês com certeza não seria possível mais essa vitória.

A todos os professores que contribuíram direta ou indiretamente na minha formação acadêmica.

As amigas construídas ao longo desses anos dentro e fora da UEPB a Daniel, Heitor, Mikaella, Bruna, Vanessa, Raquel, Margarete, Fernanda, Lúcia, Rayane, Gustavo, Tita, Diego, Mayara e Jocélio.

Outras pessoas que por acaso não estejam referidas, mas que caminharam e contribuíram em determinado momento ao meu lado ajudando e apoiando, a todos os meus sinceros agradecimentos.

*“Se uma dia ocê se lembrar
Escreva uma carta pra mim
Bote logo no correio
Com frases dizendo assim
Faz tempo que eu não te vejo
Quero matar meu desejo
Te mando um monte de beijo
Ai que saudade sem fim”*

*Ai Que Saudade de Ocê
Vital Farias*

Ana Carla Bezerra de Lima

**ESTIMATIVAS DE CUSTOS PARA MITIGAÇÃO DAS EMISSÕES DE CO₂ DO
SETOR DE TRANSPORTE DA PARAÍBA VIA REFLORESTAMENTOS**

Aprovado em: 27/ Agosto 2014

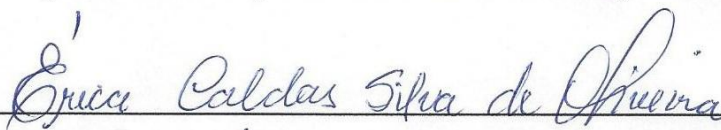
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em forma de artigo ao Departamento de Biologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito para obtenção do título de Bacharel (a) em Ciências Biológicas.



Prof. Dr. Valderi Duarte Leite

Orientador

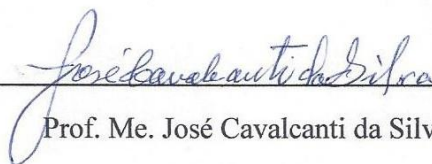
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UEPB



Prof. Dr. Érica Caldas Silva de Oliveira

Examinadora

Departamento de Biologia, UEPB



Prof. Me. José Cavalcanti da Silva

Examinador

Departamento de Biologia, UEPB

ESTIMATIVAS DE CUSTOS PARA MITIGAÇÃO DAS EMISSÕES DE CO₂ DO SETOR DE TRANSPORTE DA PARAÍBA VIA REFLORESTAMENTOS

LIMA, Ana Carla Bezerra¹; LEITE, Valderi Duarte² e; LIMA, Carlos Roberto³

RESUMO

Evidências científicas indicam que as concentrações atmosféricas de CO₂ estão aproximadamente 16% acima dos níveis contabilizados em 1990. Questões ambientais associadas às emissões dos poluentes provenientes de combustíveis fósseis apresentam problemas globais, tais como, toxicidade do ar e os gases de efeito estufa (GEE). Para diminuir foram criados mecanismos de redução de emissões de gases do efeito estufa através dos mercados de carbono. O sequestro de carbono com plantio de florestas promove a absorção de grandes quantidades de gás carbônico (CO₂) presentes na atmosfera. Naturalmente realizada pelas florestas, é a forma mais comum de sequestro de carbono. Esse processo natural ajuda a diminuir consideravelmente a quantidade de CO₂ na atmosfera e cada hectare de floresta em desenvolvimento é capaz de absorver de 150 a 200 toneladas de carbono. Pesquisas científicas tem comprovado que grande parte do aquecimento global é de origem antropogênica e, por isso a própria ação humana pode e deve intervir no sentido de reduzir as emissões e de mitigar as emissões não evitadas. O presente trabalho tem por objetivos estimar as áreas de reflorestamentos necessárias para a efetiva mitigação das emissões de gás carbônico (CO₂) do setor de transporte rodoviário do estado da Paraíba, bem como avaliar os custos por tonelada de CO₂ sequestrada em função das essências florestais e dos custos para reflorestar um hectare. Os melhores resultados foram obtidos com o híbrido comercial *Eucalyptus urograndis*, os resultados para a média dos híbridos experimentais na Chapada do Araripe - PE foram um pouco superiores, mas ambos foram muito inferiores aos obtidos com a jurema preta (*Mimosa tenuiflora*) plantada na Chapada do Apodi – CE. Tais comentários se aplicam para as estimativas de áreas e de custos por tonelada de CO₂ sequestrada (mitigada).

Palavras chave: Emissões de Carbono, Efeito Estufa, Aquecimento Global, Mitigação, Reflorestamentos.

¹ Graduanda em Ciências Biológicas, CCBS – UEPB.

² Professor Dr., CCT – UEPB.

³ Professor Dr., UAEEF – CSTR - UFCG

ESTIMATES COST FOR MITIGATION CO₂ EMISSIONS FROM TRANSPORT SECTOR ON PARAÍBA BY REFORESTATION

LIMA, Ana Carla Bezerra¹; LEITE, Valderi Duarte² e; LIMA, Carlos Roberto³

ABSTRACT

Scientific evidences indicate that the atmospheric CO₂ concentrations are approximately 16% above of the levels entered in 1990. Ambient questions associates to the emissions of the pollutants proceeding from fossil fuels present global problems, such as, toxicity of air and the gases of effect greenhouse (GHG). To diminish this mechanisms of reduction of emissions of gases of the effect had been created greenhouse through the carbon markets. The carbon sequestration with plantation of forests promotes the absorption of great amounts of carbonic gas (CO₂) presents in the atmosphere. Of course carried through for the forests, it is the form most common of carbon sequestration. This natural process helps considerably to diminish the amount of CO₂ in the atmosphere and each hectare of forest in development is capable to absorb of 150 the 200 tons of carbon. Scientific research has proven that great part of the global heating is of anthropogenic origin and; therefore the proper action human being can and must intervene in the direction to reduce the emissions and to mitigate the emissions not prevented. The present work has for objectives to esteem the areas of necessary reforestations for the effective mitigation of the carbonic gas emissions (CO₂) of the sector of road transport of the Paraíba State, Brazil, as well as to evaluate the costs for ton of CO₂ sequestered in function of the forest essences and the costs to reforest one hectare. The best ones resulted had been gotten with commercial hybrid *Eucalyptus urograndis*, the results for the average of the experimental hybrids in the Chapada do Araripe, Pernambuco State, Brazil had been a little superior, but both had been very inferior to the gotten ones with *Mimosa tenuiflora* planted in the Chapada do Apodi, Ceará State. Such commentaries if apply for the estimates of areas and costs for ton of CO₂ sequestered (mitigated).

Key words: Carbon emissions, Greenhouse effect, global warming, Global warming mitigation, Reforestations.

¹ Graduanda em Ciências Biológicas, CCBS – UEPB.

² Professor Dr., CCT – UEPB.

³ Professor Dr., UAEEF – CSTR - UFCG

INTRODUÇÃO

Nos dias atuais todos nós já ouvimos falar em como a temperatura do planeta está aumentando e das consequências catastróficas para a vida de todos nós e do meio ambiente e para a vida na Terra. Geralmente essas informações nos chegam sem uma sequência lógica, que nos permite compreender como se dá o processo de mudança climática e quais os seus efeitos no curto e no longo prazo.

Segundo Buschinelli e Rodrigues (2003), apud Borborema Energética S/A (2008), as chamadas políticas de desenvolvimento incluem, a despeito da antiga visão de ocupação das áreas, formas científicas de desenvolvimento, que priorizem a conservação do meio ambiente, através de avaliações criteriosas das suas três dimensões, a social, a econômica e a ecológica. O conceito de desenvolvimento sustentável engloba a integração destas três dimensões, e envolve procedimentos participativos, públicos e privados, nos processos de tomada de decisões. O marco conceitual da sustentabilidade ambiental, nos componentes ecológico, econômico e social, é definido pelos modos de uso e ocupação dos territórios, ao longo do tempo, pelas comunidades envolvidas. Entretanto, o equilíbrio entre os componentes muitas vezes é conflitante, uma vez que as prioridades de desenvolvimento são variadas nas diferentes sociedades e os recursos naturais não estão distribuídos de forma regular pelos territórios. Desse modo tornando-se muito mais difícil o desenvolvimento que priorize de fato a conservação.

A International Energy Agency - IEA (2005), apud Brasil (2006), previu, para o período de 2004 a 2030, aumento na demanda de energia de 57%, assim como a sua correlação com o consumo de energia pelos países, expressos em toneladas equivalentes em petróleo (tep) e, da sua origem (renovável ou não-renovável). A maior parte da demanda energética mundial é atendida através dos combustíveis fósseis, com aproximadamente 85%, sendo estes responsáveis por 40% das emissões de CO₂, considerando-se o carvão mineral como fonte principal destas emissões (CARAPELLUCI E MILAZZO, 2003).

As evidências científicas indicam que as concentrações atmosféricas de CO₂ estão aproximadamente 16% acima dos níveis contabilizados em 1990. Questões ambientais associadas às emissões dos poluentes provenientes de combustíveis fósseis apresentam problemas globais, tais como, toxicidade do ar e os gases de efeito estufa (GEE).

A previsão para o total de emissões de CO₂ (dióxido de carbono) chega a 46,7 bilhões de toneladas em 2030, com crescimento anual médio de 2,3% no período de 2003 a 2030 (BEN, 2006). Para diminuir este número, foram criados mecanismos de redução de emissões de gases do efeito estufa através dos mercados de carbono (CARBONO BRASIL, 2013a).

O sequestro de carbono com plantio de florestas promove a absorção de grandes quantidades de gás carbônico (CO₂) presentes na atmosfera. Naturalmente realizada pelas florestas, é a forma mais comum de sequestro de carbono. Na fase de crescimento, as árvores demandam uma quantidade muito grande de carbono para se desenvolver e acabam tirando CO₂ do ar. Esse processo natural ajuda a diminuir consideravelmente a quantidade de CO₂ na atmosfera e, segundo o Instituto Brasileiro de Florestas – IBF (2014), cada hectare de floresta em desenvolvimento é capaz de absorver de 150 a 200 toneladas de carbono (IBF, 2014a).

O mercado de carbono busca negociar as reduções das emissões de dióxido de carbono, auxiliando na mitigação das mudanças climáticas. O comércio atual de créditos de carbono, tanto no mercado compulsório quanto no voluntário, tem movimentado a economia de grandes potências globais, como os integrantes da União Europeia (maior mercado de carbono), Austrália, Nova Zelândia e Califórnia (CARBONO BRASIL, 2013a).

Através do plantio de árvores é possível que empresas ou pessoas físicas compensem total ou parcialmente as suas emissões de carbono. Em parceria com profissionais especializados realiza-se um inventário de emissões de gases de efeito estufa (GEE) e quantifica-se o número de árvores a serem plantadas para neutralizar as emissões advindas de suas atividades. É possível também neutralizar parte das

emissões, pois muitas vezes a elaboração do inventário é complexa e inviabiliza a ação ambiental, neste caso é proposto o plantio de árvores, compensando parte das atividades com a quantidade de carbono capturada pelas árvores, em média 1 ton a cada 6 árvores plantadas. É importante lembrar que além de atuar no combate ao Aquecimento Global, ao capturar o carbono (CO₂ um dos principais GEE causador do Efeito Estufa), o plantio de árvores contribui na preservação dos recursos hídricos e na proteção da biodiversidade (IBF, 2014b).

Pesquisas científicas tem comprovado que grande parte do aquecimento global é de origem antropogênica e, por isso a própria ação humana pode e deve intervir no sentido de reduzir as emissões e de mitigar as emissões não evitadas. O presente trabalho tem por objetivos estimar as áreas de reflorestamentos necessárias para a efetiva mitigação das emissões de gás carbônico (CO₂) do setor de transporte rodoviário do estado da Paraíba, bem como avaliar os custos por tonelada de CO₂ sequestrada em função das essências florestais e dos custos para reflorestar um hectare.

REFERENCIAL TEÓRICO

É necessário que se deem uma maior conscientização da importância da questão e “exigir” mudanças em muitos hábitos de consumo e de comportamentos. Verões mais quentes e invernos mais rigorosos, maior número de enchentes, secas e incêndios florestais, aumento da intensidade e frequência de tempestades e furacões, derretimento de geleiras e calotas polares e elevação do nível do mar são algumas das consequências das mudanças climáticas previstas pelo Painel Intergovernamental de Mudanças do Clima (IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change) caso a temperatura do planeta continue subindo (CARBONO BRASIL, 2014b; MEIO AMBIENTE NEWS, 2014).

EFEITO ESTUFA

O efeito estufa (figura 1) é um fenômeno natural essencial para permitir a vida no planeta. A camada de gases que envolvem a Terra é responsável por mantê-la aquecida, sem ela, o planeta seria coberto de gelo. A atmosfera, camada de ar que

envolve o planeta Terra, é constituída por vários gases. Os principais são o Nitrogênio (N_2) e o Oxigênio (O_2) que, juntos, compõem aproximadamente 99% da atmosfera.

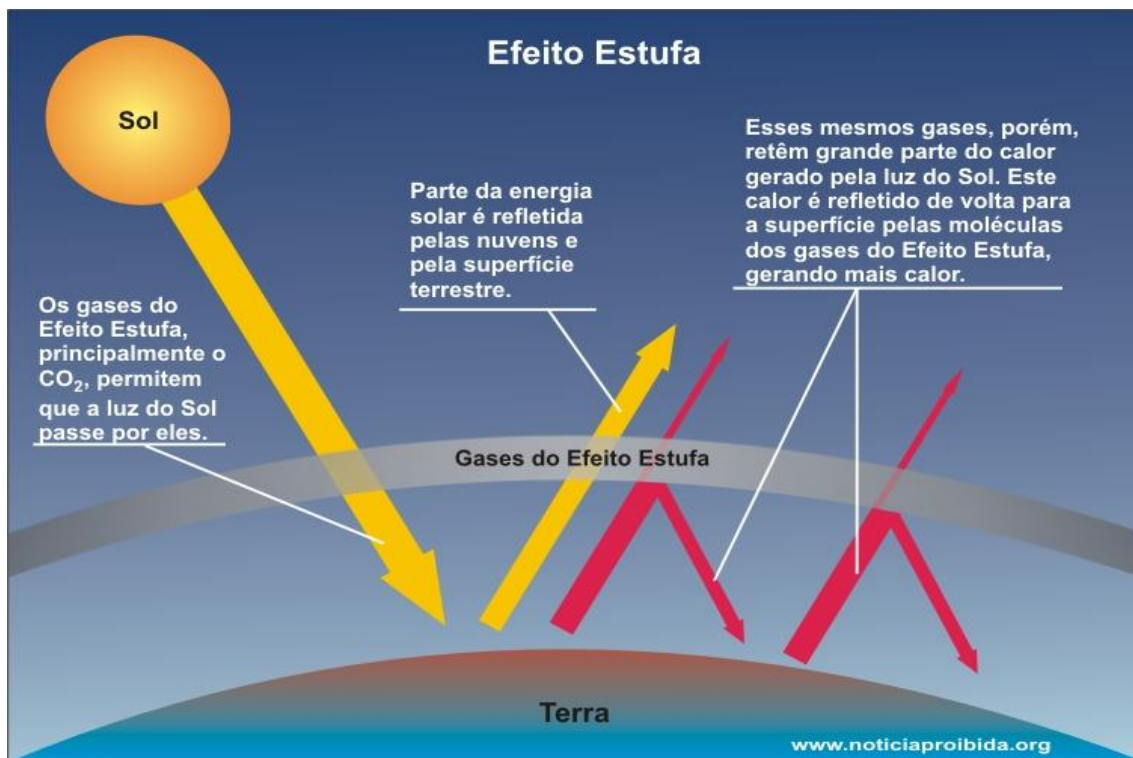


FIGURA 1: Ilustração do efeito estufa. Fonte: Notícias Proibidas (2014).

Vários outros gases encontram-se presentes em pequenas quantidades e, naturalmente, constituem os conhecidos “gases de efeito estufa - GEEs” como o dióxido de carbono (CO_2), ozônio (O_3), metano (CH_4) e o óxido nítrico (N_2O), juntamente com o vapor d’água (H_2O), (PLANOS DIRETORES, 2014).

A atmosfera é um sistema dinâmico, mudando continuamente. As variações do clima são produzidas por movimentos das massas de ar com diferentes temperaturas e pressões. É constituída por moléculas de gases que ficam próximas da superfície da Terra como o nitrogênio (N_2) que é o gás mais abundante na atmosfera (78%), seguido do oxigênio (O_2) com 21%. O gás carbônico, ou dióxido de carbono (CO_2), na atmosfera corresponde a um percentual de 0,03%. A atmosfera contém ainda pequenas quantidades de vários outros gases, como: ozônio, metano, monóxido de carbono, (PANZERA e MOURA, 2014).

Essa camada de gases funciona como uma redoma, impedindo que boa parte da radiação solar seja refletida de volta para o espaço. Ao reter o calor na superfície da Terra, o efeito estufa mantém a temperatura em cerca de 16 °C, nem muito quente, nem muito frio, permitindo o desenvolvimento da vida (CARBONO BRASIL, 2014c).

A concentração de alguns desses gases, principalmente do vapor d'água e do gás carbônico, vem aumentando, consideravelmente, desde a famosa Revolução Industrial, além de ocorrer emissões de outros gases do efeito estufa, alguns compostos químicos produzidos somente por atividades antrópicas, como os clorofluorcarbonos (CFCs) e, também gases precursores indiretos como monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO₂), compostos orgânicos voláteis não-metânicos (COVNM), entre outros (IPPC, 2006 apud Castro, 2011).

Esses gases são ditos de “efeito estufa” por apresentarem a propriedade de reter o calor, da mesma forma que os vidros de um carro fechado ou o revestimento de uma estufa para cultivo de plantas. O dióxido de carbono, o metano e o óxido nitroso são os contribuintes gasosos da atmosfera que mais têm sido discutidos. No entanto, atenção prioritária tem sido dedicada ao dióxido de carbono, uma vez que o volume de suas emissões para a atmosfera representa algo em torno de 55% do total das emissões de gases de efeito estufa e seu tempo de permanência na atmosfera estender-se pelo menos por 10 décadas. O efeito estufa é um fenômeno natural, o vapor d'água e o dióxido de carbono têm a propriedade de permitir que as ondas eletromagnéticas que chegam do sol atravessem a atmosfera e aqueçam a superfície terrestre. Contudo, esta mesma camada dificulta a saída da radiação infravermelha emitida pela Terra. Isso impede que ocorra uma perda demasiada de calor irradiado para o espaço, especialmente à noite, mantendo, assim, a Terra aquecida. Esse fenômeno acontece há milhões de anos e é necessário, pois sem ele a temperatura média da Terra seria 33° C mais baixa e a vida no planeta, tal como conhecemos, não seria possível (PLANOS DIRETORES, 2014).

Somando-se ao processo natural, as atividades do homem, também denominadas antrópicas, estão resultando em contribuições adicionais de gases de efeito estufa, acentuando a concentração dos mesmos na atmosfera e, conseqüentemente, ampliando a capacidade de absorção de energia que naturalmente já possuem. Reservatórios naturais

e sumidouros que têm a propriedade de absorver o CO₂ do ar são também afetados por ações antrópicas, como as queimadas e os desmatamentos (PLANOS DIRETORES, 2014).

O efeito estufa de uma forma bem simples e clara é um fenômeno natural que permite manter o planeta aquecido, sendo possível a vida na Terra. O vapor de água e o gás carbônico (CO₂) têm papéis fundamentais na manutenção da vida na Terra. Em conjunto estes gases impedem a reflexão total dos raios solares, permitindo a presença da energia em forma de calor no nosso planeta. Este fenômeno é conhecido como efeito estufa e, o mesmo é essencial para as relações entre os fatores bióticos (vivos) e os fatores abióticos (ambientais) na Terra (SILVA et al, 2009).

O setor energético é o maior emissor de gases de efeito estufa (GEEs) (35%), seguido da agricultura e da silvicultura (24%), da indústria (21%), dos transportes (14%) e da construção (6%). As mudanças climáticas geram, entre outros efeitos extremos, secas e inundações, o derretimento de glaciares que são reservas de água potável, e o aumento do nível dos mares, provocando um processo de salinização de áreas costeiras e ameaçando muitas ilhas no mundo (PORTAL G1 NATUREZA, 2014).

Processo de mudança climática foi intensificado com o uso de fertilizantes nitrogenados e a queima de combustíveis fósseis para gerar energia, para atendermos à nossa crescente demanda por alimento e energia. A humanidade vem alterando o ciclo de dois importantes nutrientes para a vida no planeta: o nitrogênio e o carbono. Entre os efeitos indesejáveis das mudanças climáticas estão a chuva ácida, o aumento na concentração de gases-estufa na atmosfera e a conseqüente elevação da temperatura global. O tema foi destaque no último encontro do Ciclo de Conferências 2014 do programa BIOTA-FAPESP Educação, realizado no dia 25 de junho, em São Paulo (ECODEBATE, 2014).

A emissão de gases causadores de efeito estufa e a redução da camada de ozônio estão deixando o sul da Austrália mais seco, alertaram cientistas da Administração Nacional Oceânica e Atmosférica dos Estados Unidos (NOAA, na sigla em inglês) em um estudo publicado. Informaram que o sul da Austrália sofreu um declínio nas chuvas

que começou por volta de 1970 e se intensificou nas últimas quatro décadas. Fazendo com que partes da Austrália fossem afetadas por uma seca devastadora (AMBIENTE BRASIL, 2014).

O efeito estufa juntamente com o aquecimento global são fenômenos de grandes discussões, tanto devido às incertezas de suas causas (se fazem parte de um ciclo natural de temperatura terrestre e/ou esta sendo causado por ações antrópicas), quanto pela incerteza dos efeitos e gravidades dos mesmos (CASTRO, 2011).

AQUECIMENTO GLOBAL

O aquecimento global (Figura 2) diferentemente do efeito estufa não é um processo natural, é considerado como um fenômeno climático, grande parte da comunidade científica acredita que o aquecimento observado se deve ao aumento da concentração de poluentes antropogênicos na atmosfera, o que causa um considerável aumento do efeito estufa (APOIO ESCOLAR 24 HORAS, 2014).

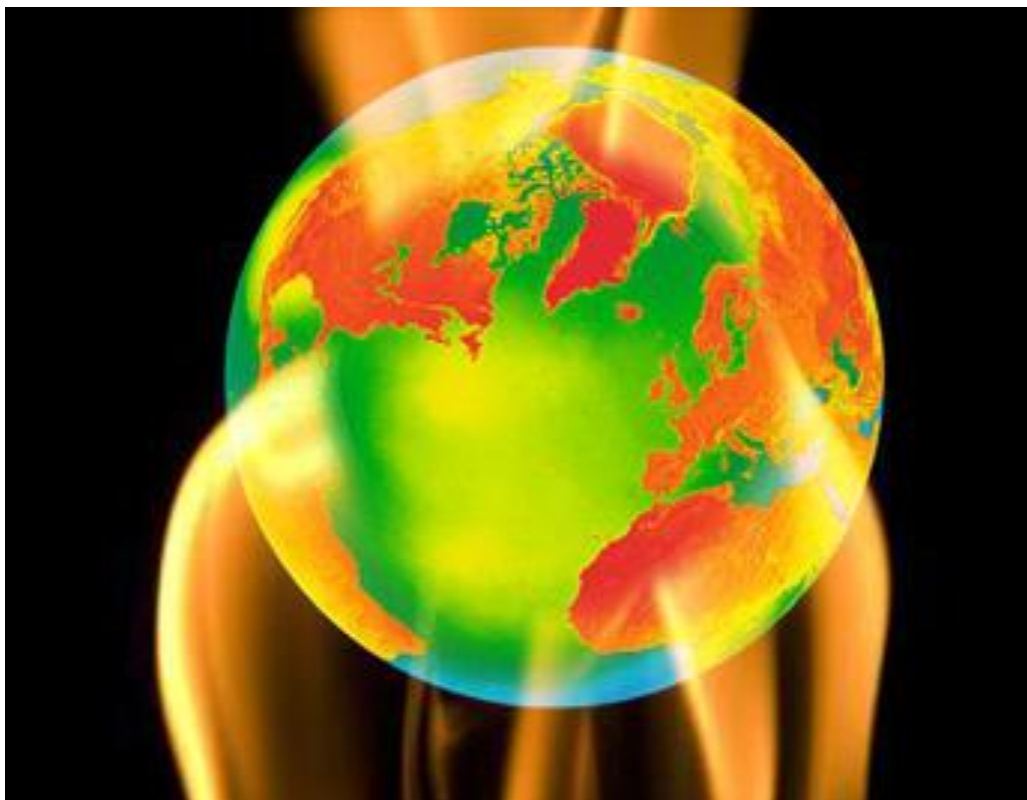


FIGURA 2: Ilustração sobre o aquecimento global. Fonte: Apoio Escolar 24 horas (2014).

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) foi estabelecido em 1988, com a finalidade de fornecer declarações oficiais sobre as alterações climáticas, suas causas, impactos e estratégias de decisões possíveis; já foram realizadas quatro avaliações das mudanças climáticas nos anos de 1990 onde o IPCC recomendou a criação de uma Convenção que estabelecesse a base para cooperação internacional sobre as questões técnicas e políticas relacionadas ao aquecimento global, 1995, 2001 e 2007 (IPCC, 2007 apud CASTRO, 2011). O relatório de 2007, denominado *Climate Change 2007*, foi lançado em três partes:

- Relatório de Grupo de Trabalho I: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*
- Relatório de Grupo de Trabalho II: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*
- Relatório de Grupo de Trabalho III: *Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change*

No relatório do grupo de trabalho I são descritos os avanços feitos na compreensão dos fatores humanos e naturais que causam a mudança do clima, bem como, observações da mudança do clima, processos climáticos e atribuições, e estimativas da mudança do clima projetada para o futuro; nele é concluído que as concentrações atmosféricas globais de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso aumentaram bastante em consequência das atividades humanas desde 1750 e agora, ultrapassam e muito os valores pré-industriais (IPCC, 2007b apud CASTRO, 2011).

Embora o clima tenha sempre variado de modo natural, resultados de pesquisas e simulações sofisticadas, com a utilização de supercomputadores, vêm sinalizando evidências de que as emissões excessivas de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso podem provocar mudanças permanentes e irreversíveis no clima, imprimindo novos padrões no regime de ventos, pluviosidades e nas correntes oceânicas (BNDES e MCT, 1999).

Vale citar que os níveis de CO₂ aumentaram em volume de 280 partes por milhão no período que antecede à Revolução Industrial para quase 360 partes por milhão nos dias de hoje. Por outro lado, a velocidade e a intensidade observadas no

aumento da temperatura nesse período são incompatíveis com os tempos necessários à adaptação natural dos ecossistemas (BNDES e MCT, 1999).

A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima, assinada na Rio 92 por 175 países mais a União Europeia, ratifica a preocupação com o aquecimento global. Os riscos são grandes demais para serem ignorados, e os governos dos países estão negociando limitação e cortes nas emissões de gases de efeito estufa para a atmosfera (BNDES e MCT, 1999).

Portanto, a manutenção das emissões de gases de efeito estufa nas taxas atuais ou acima é bastante preocupante. Acarretaria um aquecimento adicional e induziria muitas mudanças no sistema climático global durante o século XXI, muito provavelmente com maior severidade e amplitude com relação ao que já vem sendo observado (LOVELOCK, 2009 apud HENRIQUES JUNIOR, 2010).

MERCADO DE CARBONO

A captura e o armazenamento de CO₂ gerado a partir de combustíveis fósseis é uma das maneiras encontradas para redução das emissões de CO₂, deve-se ao fato de que aproximadamente 85% das necessidades de energia comerciais do mundo são supridas por combustíveis fósseis. Existem muitas outras tecnologias que podem ser utilizadas para a redução dos níveis de CO₂ na atmosfera, desde a redução do consumo de energia, aumento da eficiência dos equipamentos para conversão e utilização de energia, substituição dos combustíveis por outros com menor índice de carbono (por exemplo, gás natural ao invés de carvão) até o uso de fontes de energia renováveis e nuclear (NAPOLEÃO e BALESTIERI, 2010).

O Brasil está dando um passo à frente na estruturação de um mercado confiável de emissões, a exemplo do que ocorre na Europa. Lá, uma usina de energia térmica, por exemplo, deve obedecer a um teto de emissões pré-estabelecido. Cabe à usina comprovar às autoridades que cumpriu a meta de emissões e ao Organismo de Verificação de Inventários de Gases de Efeito Estufa (OVV) atestar que a declaração é verdadeira. A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), por meio da

decisão de Diretoria nº 254, publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo de 22 de agosto de 2012, exige que empreendimentos de um leque amplo de atividades apresentem seus inventários de gases de efeito estufa (CARBONO BRASIL, 2014d).

O Instituto Totum é um dos primeiros a ser acreditado pela Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro como Organismo de Verificação de Inventários de Gases de Efeito Estufa (OVV). As empresas que declaravam emissões de gás de efeito estufa (protocolo GHG) podiam elaborar o inventário e auditá-lo por meio de empresas de consultoria ou auditoria. A partir de agora, o processo de verificação do inventário somente poderá ser feito pelos organismos verificadores acreditados, conferindo às empresas a chancela de um OVV oficial reconhecido no Sistema Brasileiro de Certificação (CARBONO BRASIL, 2014d).

A expressão ‘cap and trade’ é usada para denominar um mecanismo de mercado que cria limites para as emissões de gases de um determinado setor ou grupo. Com base nos limites estabelecidos, são lançadas permissões de emissão e cada participante do esquema determina como cumprirá estes limites (MENDONÇA, 2010). A negociação de permissões de emissão é o centro deste sistema, sendo que as empresas que possuem mais emissões do que o convencionado estão obrigadas a comprar uma quantidade suficiente de permissões para ficar dentro dos limites. As empresas que ficarem abaixo das metas de emissão podem então vender permissões (CARBONO BRASIL, 2014e).

Podemos dizer que as permissões são equivalentes ao direito de poluir até certo ponto, as principais medidas tomadas pelas empresas para alcançar os limites de emissão, além da negociação de permissões, são o controle da poluição, melhoria da eficiência energética, substituição de fontes de energia, entre outros (CARBONO BRASIL, 2014e).

Para que se possa ter uma melhor noção do que representa o mercado de carbono na atualidade citaremos algumas informações de quantidades negociadas e dos respectivos valores médios por tonelada de CO₂ (CARBONO BRASIL, 2014f).

- ✓ Em 2011 houve um acréscimo de 11%, foram transacionadas 10,3 bilhões de toneladas de CO₂ equivalentes, o que gerou cerca de US\$176 bilhões, o que

representou um preço médio de US\$17,09/tonelada de CO₂ ou seja, na cotação atual, correspondentes a R\$38,46/ tonelada de CO₂;

- ✓ Em relação aos créditos de compensação de emissões, o volume no mercado secundário deu um salto de 43% para 1,8 bilhões de toneladas de CO₂, somando cerca de US\$ 23 bilhões, o que representou um preço médio de US\$12,78/tonelada de CO₂, ou seja, na cotação atual, correspondentes a R\$28,76/ tonelada de CO₂;
- ✓ Nos mercados de carbono da China, no período de 04 a 08 de agosto de 2014, as cotações para os créditos de carbono variaram entre 39,40 e 58,00 Yuans, ou seja, na cotação atual, correspondem de R\$14,71 a R\$28,65/tonelada de CO₂;
- ✓ Na Califórnia, entre os dias 5 e 12 de agosto de 2014, as permissões de emissão (CCAs) referentes ao ano de 2014 estavam sendo negociadas em US\$ 11,85/ tonelada de CO₂, ou seja, na cotação atual, correspondentes a R\$26,67/ tonelada de CO₂.

REFERENCIAL METODOLOGICO

Este trabalho tem como ponto de partida as determinações das emissões de CO₂ (tabela 1) realizadas por CASTRO (2011), para os combustíveis automotivos (Gasolina C; Álcool hidratado e Diesel), consumidos no estado da Paraíba no período entre janeiro de 2000 e agosto de 2010 (11 anos), utilizando a método “top down”, o qual é recomendado pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), e devidamente descrito em CASTRO (2011).

No período do estudo de CASTRO (2011) foram emitidas, no total, 18817622,41 toneladas de CO₂, ou seja, emitiu-se em média 1746152,10 toneladas ano⁻¹ de CO₂. Esta média anual de emissões de CO₂ será utilizada para se estimar as áreas de reflorestamentos necessárias para o efetivo sequestro ou mitigação das emissões.

Tabela 1 - Estimativas das emissões de CO₂ para gasolina C, álcool hidratado e diesel, consumidos no estado da Paraíba, no período de janeiro de 2000 a agosto de 2010.

Emissões de CO₂ (Ton. CO₂/ano)				
Ano	Combustíveis			Total
	Gas. "C"	OH Hidr.	Diesel	
2000	509979,99	48114,32	746533,45	1304627,76
2001	503206,20	30014,13	859575,32	1392795,64
2002	556542,87	28741,31	980240,93	1565525,11
2003	548207,50	38674,88	933630,87	1520513,24
2004	626406,85	40717,49	979433,88	1646558,22
2005	619788,06	43225,02	963575,33	1626588,41
2006	650098,93	46488,36	967907,46	1664494,75
2007	696400,38	80775,70	1021040,22	1798216,31
2008	789653,38	113893,12	1059488,32	1963034,81
2009	830726,43	143512,19	1060003,56	2034242,18
2010	1029084,24	109955,26	1161986,44	2301025,98
Total	7360094,84	724111,76	10733415,77	18817622,41

Fonte: CASTRO (2011).

Para uma melhor visualização da evolução anual das emissões de CO₂ por combustível consumido e do total apresenta-se a figura 3.

Goldemberg, 1995; Gut, 1998; Lima, 2000; Nogueira et al., 2000; Silva Lora, 2000; Dutra, 2002; Lima et al., 2003 e Lima et al., 2004, tem proposto a mitigação das emissões de carbono por meio de reflorestamento, como uma alternativa técnica e econômica viável e sócio-ambientalmente desejável.

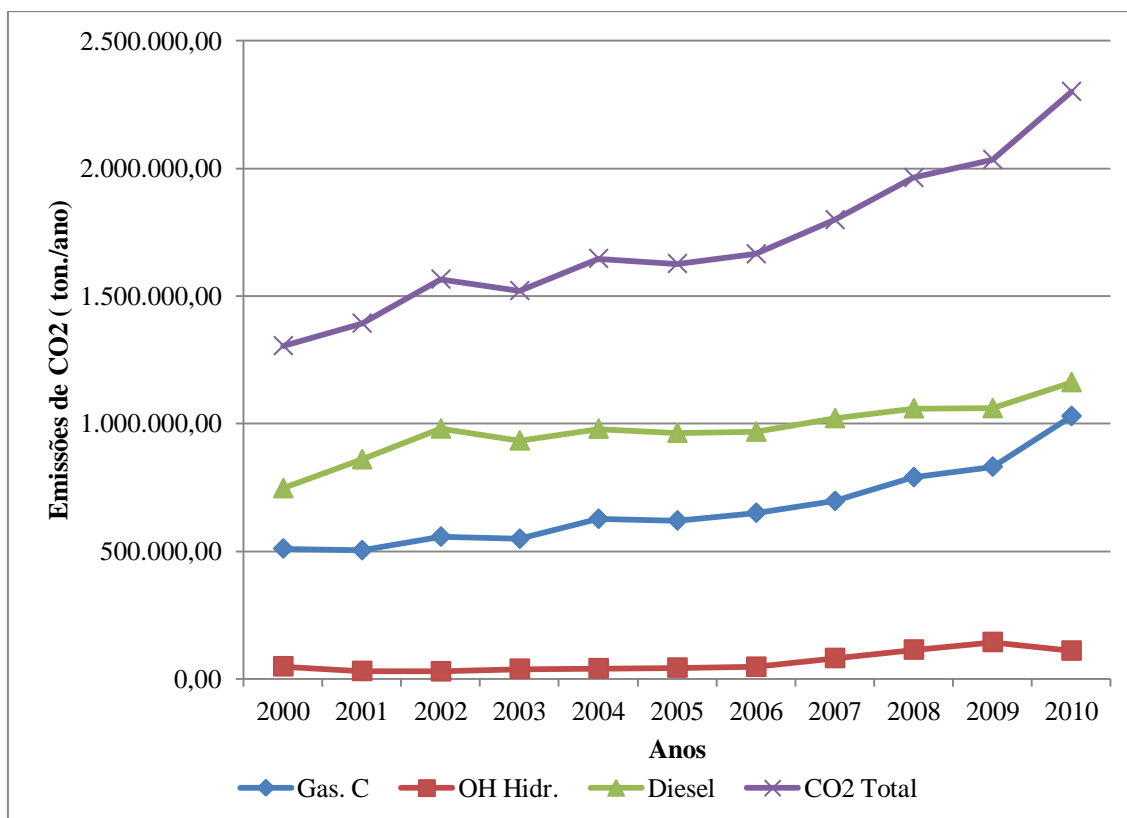


Figura 3 – Evolução anual das emissões de CO₂ por tipo de combustível e total, no estado da Paraíba, no período de janeiro de 2000 a agosto de 2010. Elaboração própria a partir dos dados de CASTRO (2011).

Para se determinar as estimativas das áreas de reflorestamentos para a efetiva mitigação (sequestro) das emissões de CO₂ serão utilizados parâmetros (variáveis) silviculturais e tecnológicos (tabela 2) de três espécies florestais: a jurema preta (*Mimosa tenuiflora* [Willd.] Poir.), nativa), eucalipto (híbridos de *Eucalyptus* spp., exótica) e o clone comercial de *E. urograndis* cultivado no sul do estado da Bahia.

Tabela 2 – Valores das variáveis silviculturais e tecnológicas das espécies utilizadas para as determinações das estimativas de áreas de reflorestamentos necessárias para a efetiva mitigação das emissões de CO₂.

Variáveis	Jurema preta	<i>Eucalyptus</i> sp.	<i>E. urograndis</i>	Unidades
Ciclo	7	7	7	Anos
IMA	18,56	42,68	52	m st/ha/ano
Massa	0,23	0,46	0,49	Ton./m st
Percentual de C	0,45	0,45	0,45	%
Coeficiente CO ₂ /C	3,667	3,667	3,667	
Emissão de CO ₂	1746152,10	1746152,10	1746152,10	Toneladas/ano

Ciclo = ciclo florestal adotado; IMA = incremento médio anual; Densidade = densidade do metro estere de madeira; C = Carbono; CO₂ = Dióxido de Carbono; m st = metro estere (metro de madeira empilhada) e ha = hectare (área).

Os dados silviculturais e tecnológicos da jurema preta (*M. tenuiflora*) foram obtidos de plantio comerciais realizados, com mudas produzidas a partir de sementes pela empresa CARBOMIL, na Chapada do Apodi, em Limoeiro do Norte – CE (APNE, 2008). Já para o eucalipto (*Eucalyptus* ssp.) foram obtidos de experimentos florestais implantados na Estação Experimental de Araripina, do Instituto Agrônômico de Pernambuco - IPA, localizada na Chapada do Araripe, em Araripina – PE (SILVA, 2012). Embora instalados em uma unidade experimental do IPA tais experimentos florestais estavam sendo conduzidos sob a responsabilidade do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido - CPATSA, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, localizado em Petrolina - PE. Para o Eucalipto foram utilizados dados médios de híbridos utilizados neste experimento do CPATSA/EMBRAPA (SILVA, 2012). Como também de plantios comerciais, com clones específicos (*E. urograndis*), realizados por empresas prestadoras de serviços florestais em áreas de Mata Atlântica do sul do estado da Bahia.

As estimativas dos custos por tonelada de carbono sequestrada (R\$/ton. CO₂) serão determinadas a partir das informações de mercado fornecidas por profissionais que atuam em empresas prestadoras de serviços silviculturais do sul da Bahia, bem como também de profissionais que atuam no estado da Paraíba.

Ao se entrar com os dados da tabela 2, em uma planilha Excel 2007, devidamente formatada, obteremos como saída as taxas de seqüestro de CO₂ para cada uma das espécies em estudo em toneladas de CO₂ha⁻¹ano⁻¹.

Na seqüência e na mesma planilha, a determinação das áreas de reflorestamentos, em hectares (ha), necessárias para o efetivo seqüestro (mitigação) das emissões médias anuais de CO₂ é realizada ao dividirmos a emissão média anual pela taxa anual de seqüestro de CO₂ das espécies utilizadas no presente trabalho.

Para a determinação das estimativas de custos por tonelada de CO₂ sequestrada (mitigada) há que se considerar o ciclo florestal de 7 anos, ou seja um mesmo hectare ficará por 7 anos consecutivos sequestrando o CO₂ atmosférico, via reações de fotossíntese, e fixando-o na madeira. Portanto a taxa de seqüestro de CO₂ deve ser multiplicada por 7 para se obter o total de toneladas sequestradas (estoques) durante o

ciclo florestal. O custo por tonelada de CO₂ sequestrada é obtido ao se dividir o custo para reflorestar (implantação e manutenções anuais), um hectare (R\$ ha⁻¹) pelo total de toneladas de CO₂ sequestrada durante o ciclo florestal.

Na determinação das estimativas de custos por tonelada de CO₂ sequestrada foram consideradas informações de mercado dos custos de implantação e de manutenções anuais para se reflorestar um hectare. Os custos por hectare considerados foram de R\$4.500,00; R\$5.700,00 e R\$6.500,00. Tais custos são distribuídos ao longo do ciclo florestal desta forma: 77% na implantação; 7% com manutenções no ano da implantação; 4% no ano 1; 2% no ano 2; 3% no ano 3; 2% no ano 4; 3% no ano 5 e, 2% no ano 6. Se aplicarmos estes percentuais ao custo de R\$5.700,00/ha teremos: R\$4.389,00 na implantação; R\$399,00 na manutenção no ano da implantação; R\$228,00 no ano 1; R\$114,00 no ano 2; R\$171,00 no ano 3; R\$114,00 no ano 4; R\$171,00 no ano 5 e R\$114,00 no ano 6.

DADOS E ANALISE DA PESQUISA

Após dar entrada e processar os dados na planilha do Excel 2007 os resultados constantes na tabela 3, os quais são discutidos a seguir.

Tabela 3 – Parâmetros (Variáveis) de saída da planilha, destacando-se as taxas anuais de seqüestro de CO₂ e as estimativas de áreas de reflorestamentos em função das espécies consideradas.

Variáveis	Jurema preta	<i>Eucalyptus</i> ssp.	<i>E. urograndis</i>	Unidades
Estoque Vol.	129,92	298,76	364	m st/ha
Estoque Mássico	29,41	136,89	178,36	Ton./há
Estoque Carbono	13,23	61,60	80,26	Ton. C/há
Estoque de CO ₂	48,53	225,90	294,32	Ton. CO ₂ /há
Taxa de Seq. CO ₂	6,93	32,27	42,05	Ton. CO ₂ /ha/ano
Áreas Estimadas	251883,76	54109,02	41529,74	Há

Em função dos parâmetros silviculturais e tecnológicos adotados a espécie jurema preta possui uma taxa de seqüestro de CO₂ de 6,93 toneladas há⁻¹ ano⁻¹, os híbridos de eucaliptos, pesquisados na Chapada do Araripe, apresentaram uma média de

32,27 toneladas há⁻¹ ano⁻¹ e, o clone comercial de *E. "urograndis"* possui uma média de 42,05 toneladas há⁻¹ ano⁻¹.

Como conseqüências das suas respectivas taxas de seqüestro de CO₂ as estimativas de áreas de reflorestamentos necessárias para a efetiva mitigação das emissões anuais médias de CO₂ foram de 251.883,76 hectares para a jurema preta, de 54.109,02 hectares para o eucalipto (média dos híbridos) e, de 41.529,74 hectares para o clone comercial de *E. "urograndis"*.

Em função da sinergia positiva, entre os parâmetros incremento médio anual (IMA) e a densidade do metro estere, para os híbridos de eucalipto e para o clone de *E. "urograndis"*, estes possuem uma maior taxa de seqüestro de CO₂ e, como consequência necessitaríamos de áreas de reflorestamento 4,66 vezes menor para os híbridos na Chapada do Araripe ou, ainda, 6,07 vezes menor em relação ao clone de *E. "urograndis"* no sul da Bahia. Em outras palavras, caso opte-se por utilizar a espécie jurema preta a área necessária para mitigar as mesmas emissões médias anuais de CO₂ terá que ser 365,51% maior que se utilizasse os híbridos de eucaliptos e de 506,51% maior quando em relação ao clone comercial de *E. "urograndis"*.

Também como saída temos as estimativas dos custos por tonelada de CO₂ sequestrada (mitigada), os quais constam na tabela 4, apresentada e comentada a seguir.

Tabela 4 – Parâmetros (Variáveis) de saída da planilha, destacando-se os custos por tonelada de CO₂ sequestrada, em função das espécies estudadas e dos custos para reflorestar um hectare.

Variáveis	Jurema preta	<i>Eucalyptus ssp.</i>	<i>E. urograndis</i>
Ciclo	7	7	7
Taxa	6,93	32,27	42,05
Estoque	48,51	225,89	294,35
4.500,00	92,76	19,92	15,29
5.700,00	117,50	25,23	19,36
6.500,00	133,99	28,78	22,08

As considerações realizadas em relação às estimativas das áreas de reflorestamentos se refletem nos custos por tonelada de CO₂ sequestrada, ou seja, que os custos são 6,07 e 4,67 vezes menores que os resultantes da espécie Jurema preta (*M. tenuiflora*) cultivada na Chapada do Apodi - CE, em relação aos resultantes do híbrido comercial de *E. urograndis* cultivado no sul do estado da Bahia e aos resultantes para a média dos híbridos experimentados na Chapada do Araripe – PE, respectivamente.

Para o clone do híbrido comercial de *E. urograndis* encontramos as menores estimativas de custos por tonelada de CO₂ sequestrada e, o menor valor foi estimado em R\$15,29 ao considerarmos o custo por hectare reflorestado de R\$4.500,00. E as maiores estimativas de custos foram obtidas para a Jurema preta (*M. tenuiflora*) e, o maior valor foi estimado em R\$133,99 ao considerarmos o custo por hectare reflorestado de R\$6.500,00.

Embora os custos por tonelada de CO₂ sequestrada estimados para os híbridos de *Eucalyptus ssp.* experimentais na Chapada do Araripe – PE serem superiores as do híbrido comercial de *E. urograndis*, estes são muito inferiores aos estimados para a Jurema preta (*M. tenuiflora*).

Os custos por tonelada de CO₂ sequestrada estimados para os híbridos de *Eucalyptus ssp.* experimentais na Chapada do Araripe – PE, bem como os estimados para o híbrido comercial de *E. urograndis*, mesmo quando consideramos o maior custo por hectare (R\$6500,00), apresentam custos inferiores à média dos praticados atualmente pelo mercado internacional, que são de US\$17,09 por tonelada de CO₂ sequestrada, que ao câmbio atual corresponde a R\$38,46. Já a Jurema preta (*M. tenuiflora*) apresentou custos muito superiores à média internacional.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os híbridos de eucaliptos demonstraram maior potencial para mitigação das emissões de CO₂, quer na Chapada do Araripe – PE ou no sul da Bahia, em função de uma sinergia positiva entre o seu incremento médio anual (IMA) e a densidade do metro estere de madeira nas condições avaliadas.

Os melhores resultados foram obtidos com o híbrido comercial *E. urograndis*, os resultados para a média dos híbridos experimentais na Chapada do Araripe foram um pouco superiores, mas ambos foram muito inferiores aos obtidos com a Jurema preta (*M. tenuiflora*) plantada na Chapada do Apodi – CE. Tais comentários se aplicam para as estimativas de áreas e de custos por tonelada de CO₂ sequestrada (mitigada).

Embora a Jurema preta tenha tido os resultados muito inferiores aos dos híbridos de Eucaliptos é a mais indicada para os sertões do semiárido, os quais apresentam solos rasos e pedregosos, muitas vezes com afloramentos rochosos, com baixa pluviosidade e pluviosidade muito irregular. Situações em que a quase totalidade dos *Eucalyptus* ssp experimentados não tem apresentado uma sobrevivência que justifiquem as suas utilizações em tais condições.

Se observarmos as condições fisioclimáticas do estado da Paraíba podemos fazer a seguinte recomendação: os híbridos de *Eucalyptus* avaliados são indicados para plantios nas regiões da Zona da Mata, podendo adentrar no Agreste limítrofe com a Zona da Mata e em alguns sítios nos Brejos de Altitudes. Já a Jurema preta, por ser uma nativa, pode ser utilizada em toda a região do Sertão Paraibano (Depressão Sertaneja).

É de extrema necessidade a realização de pesquisas visando à seleção de matrizes para a produção de sementes, melhoramentos genéticos (hibridação e clonagem), visando ganhos de produção e produtividade na busca por custos mais próximos aos praticados pelo mercado de carbono.

REFERÊNCIAS

Apoio Escolar 24 horas (2014) – **Aquecimento Global**. Acessado em 15/07/2014. Disponível em: <http://www.apoioescolar24horas.com.br/curiosidades/saiba-mais-sobre/tema.cfm?id=14>

ASSOCIAÇÃO DE PLANTAS DO NORDESTE – APNE. **AVALIAÇÃO DOS PLANTIOS DE JUREMA PRETA (*Mimosa tenuiflora* (Mart.) Benth.) DA EMPRESA CARBOMIL QUIMICA S.A. LIMOEIRO DO NORTE-CE**. Relatório Técnico. Recife, 2008. 18 p.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL E MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - **Efeito estufa e a convenção sobre mudança do clima**. Brasília, 1999. Acessado em 11/07/2014. Disponível em: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/especial/clima.pdf

BORBOREMA ENERGÉTICA S/A - **EIA /RIMA ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA**. Consultoria Ambiental Ltda. Campina Grande, 2008. V. 1; 58 p.

Brasil. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética - **Balanco Energético Nacional 2006: Ano base 2005**. Relatório final / Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro : EPE, 2006. 188 p. : 10 il.

CARAPPELLUCI R., MILAZZO A. **Membrane systems for CO₂ capture and their integration with gas turbine plants**. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part A: Journal of Power and Energy, v. 217, p. 505-517, 2003.

CASTRO, H. P. – **Inventário de emissões de dióxido de carbono produzidos por veículos automotivos no estado da Paraíba durante os últimos 11 anos**. Trabalho de Conclusão de Curso. UEPB. Campina Grande, 2011. 30p.

DUTRA, A. F. **Análise das emissões de Carbono (CO₂) pelas termelétricas do Estado de Mato Grosso do Sul e proposta para sua mitigação**. 2002. 35 f. Monografia. (Aperfeiçoamento/Especialização em Curso de Especialização em Geografia) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. SAKAMOTO, A. Y. (Orientador) e LIMA, C. R. (Co-orientador).

ECODEBATE Cidadania & Meio Ambiente - **Alteração nos ciclos de carbono e nitrogênio preocupa pesquisadores**. Acessado em 05/07/2014. Disponível em: <http://www.ecodebate.com.br/2014/07/01/alteracao-nos-ciclos-de-carbono-e-nitrogenio-preocupa-pesquisadores/>

GOLDEMBERG, J. – **Energia, meio ambiente & desenvolvimento**. São Paulo: EDUSP, 1998. 235p.

GUT, F. – O mercado e o sequestro de carbono. **Revista Silvicultura**, São Paulo, v. 19, n. 75, p. 42-48. 1998.

HENRIQUES JUNIOR, M. F. - **Potencial de Redução de Emissão de Gases de Efeito Estufa pelo Uso de Energia no Setor Industrial Brasileiro.**– Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010. Tese de Doutorado. Orientador: Prof. Dr. Roberto Schaeffer. 309 p.: il.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS – **Sequestro de carbono.** Acessado em: 07/08/2014a. Disponível em: <http://www.ibflorestas.org.br/blog/sequestro-de-carbono/>

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS – **Compensação de CO₂ com Plantio de Florestas.** Acessado em 07/08/2014b. Disponível em: <http://www.ibflorestas.org.br/blog/compensacao-de-co2-com-plantio-de-florestas/>

INSTITUTO CARBONO BRASIL – **Mercado de Carbono.** Informações atualizadas em julho de 2013. Acessado em: 05/08/2014a. Disponível em: http://www.institutocarbonobrasil.org.br/#mercado_de_carbono#ixzz39nYBJdta

INSTITUTO CARBONO BRASIL – **Mudanças Climáticas / Efeito Estufa.** Acessado em 05/08/2014b. Disponível em: http://www.institutocarbonobrasil.org.br/mudancas_climaticas

INSTITUTO CARBONO BRASIL – **Efeito Estufa.** Acessado em 05/08/2014c. Disponível em: http://www.institutocarbonobrasil.org.br/mudancas_climaticas/efeito_estufa

INSTITUTO CARBONO BRASIL - **Brasil dá um passo à frente para um mercado confiável de emissões de gás efeito estufa.** Acessada em 05/07/2014d. Disponível em: <http://www.institutocarbonobrasil.org.br/noticias/noticia=737744>

INSTITUTO CARBONO BRASIL – **Cap and Trade.** Acessado em 05/07/2014e. Disponível em: http://www.institutocarbonobrasil.org.br/mercado_de_carbono/cap_and_trade

INSTITUTO CARBONO BRASIL – **Notícias / Mercado de Carbono.** Acessado em: 19/08/2014f. Disponível em: http://www.institutocarbonobrasil.org.br/noticias1/mercado_de_carbono1

LIMA, C. R. – Energia, sociedade e desenvolvimento sustentável: o caso de Água Clara – MS. **In:** ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 4., “AGRENER 2000”, Campinas, 2000. Anais... Campinas: NIPE/UNICAMP, 2000. Cd-Rom.

LIMA, C. R.; RANGEL, A. L.; PAES, J. B. – Emissões de carbono (CO₂) da UTE PB e o reflorestamento como medida mitigadora. **In:** CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 8., São Paulo. Anais... São Paulo: SBEF/SBS, 2003. Cd-Rom.

LIMA, C. R. ; PAES, J. B. ; DUTRA, A. F. ; SAKAMOTO, A. Y. . Emissões de Carbono (CO₂) pelas Termelétricas do Estado de Mato Grosso do Sul e sua Mitigação via Reflorestamentos. In: Sanquetta, C. R.; Balbinot, R.; Ziliotto, M. A. B.. (Org.). **Fixação de Carbono: Atualidades, Projetos e Pesquisas**. Curitiba - PR: AM Impressos, 2004, v. , p. 169-175.

MEIO AMBIENTE NEWS - **Mudanças Climáticas 2** .Acessado em 06/08/2014. Disponível em: <http://www.meioambientenews.com.br/conteudo.ler.php?q%5B1%7Cconteudo.idcategoria%5D=40&id=4011>

MENDONÇA, J. E. (2010) – **Japão tem que fazer mais, diz OCDE**. Acessado em 19/08/2014. Disponível em: <http://planetasustentavel.abril.com.br/blog/planeta-urgente/japao-tem-fazer-mais-diz-oecd-273617/>

NAPOLEÃO, D. A. S.; BALESTIERI, J. A. P. - Principais aspectos das estratégias tecnológicas para o sequestro de CO₂. **In**: Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 6. Campina Grande, 2010. Acessado em 22/05/2014. Disponível em: <http://www.abcm.org.br/pt/wp-content/anais/conem/2010/PDF/CON10-0339.pdf>

NOGUEIRA, L.A. H.; SILVA LORA, E. E.; TROSSERO, M. A.; FRISK, T. – **Dendroenergia: Fundamentos e aplicações**. Brasília: ANEEL, 2000. 144p.

NOTICIA PROIBIDA – **O efeito estufa**. Acessado em: 10/07/2014. Disponível em: <http://site.noticiaproibida.org/o-efeito-estufa.html>

PANZERA, A. C. e MOURA, D. G. **O efeito estufa e o clima na terra**. Acessado em: 15/07/2014. Disponível em: http://crv.educacao.mg.gov.br/aveonline40/banco_objetos_crv/Efeito_Estufa_e_o_clima_na_terra.pdf

PLANOS DIRETORES - **Efeito estufa e mudança climática global**. Acessado em 11/07/2014. Disponível em: <http://www.planosdiretores.com.br/downloads/T7.pdf>

PORTAL AMBIENTE BRASIL - **Emissões de carbono deixam sul da Austrália mais seco, alerta estudo**. Acessado em 19/08/2014. Disponível em: <http://noticias.ambientebrasil.com.br/clipping/2014/07/15/107033-emissoes-de-carbono-deixam-sul-da-australia-mais-seco-alerta-estudo.html>

PORTAL G1 NATUREZA - **Novo acordo climático surtirá efeito só em 2050, afirma secretária da ONU**. Acessado em: 20/07/2014. Disponível em: <http://g1.globo.com/natureza/noticia/2014/05/novo-acordo-climatico-surtiria-efeito-so-em-2050-afirma-secretaria-da-onu.html>

SILVA LORA, E. E. – **Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte**. Brasília: ANEEL, 2000. 503p.

SILVA, J. A. A. Eucalyptus como fonte energética no Polo Gesseiro do Araripe – PE. **In:** Discussão sobre Energias Renováveis – Programas e Projetos para PE e o NE. ITEP. Recife, 2012. Acesso em: Agosto de 2013. Disponível em: <http://www.itep.br/siteteste/images/Biblioteca/eucalyptus%20como%20alternativa%20no%20pga%20modo%20de%20compatibilidade.pdf>.

SILVA, J. P. G.; MEDEIROS, E. P.; ARAÚJO, R. A. M.; OLIVEIRA, M. M. - **Construção de conceitos sobre efeito estufa e aquecimento global por estudantes da 5ª série do ensino fundamental-Recife-PE.** Acessado em 15/07/2014. Disponível em: <http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/R0370-1.pdf>