



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARCELA MOREIRA WILHOMEM

EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO E COMPENSAÇÃO AMBIENTAL COM PLANTIO DE  
ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS DO CERRADO

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Pós-Graduação em Mudanças Climáticas, Projetos Sustentáveis e Mercado de Carbono da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista.

Orientadora: Prof. Dra. Gabriela Bielefeld Nardoto

CURITIBA - PR

2013

EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO E COMPENSAÇÃO AMBIENTAL COM PLANTIO DE  
ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS DO CERRADO

Marcela Moreira Milhomem<sup>1</sup>

1. Bacharela em Gestão Ambiental, Universidade de Brasília (UnB)

## SUMÁRIO

<b>Resumo.....</b>	<b>4</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>4</b>
<b>1. Introdução.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Objetivos.....</b>	<b>6</b>
2.1 Objetivo Geral.....	6
2.2 Objetivos Específicos.....	6
<b>3. Revisão Bibliográficos.....</b>	<b>6</b>
3.1 O Carbono na Atmosfera e no Cerrado Solo-Planta.....	6
3.2 Inventário de emissões de gases de efeito estufa .....	7
3.3 Compensação ambiental e recuperação de áreas degradadas.....	8
<b>4. Material e Métodos.....</b>	<b>9</b>
4.1 Áreas de estudo.....	9
4.2 Inventário de emissão de gases de efeito estufa.....	10
4.3 Quantificação de emissões de gases de efeito estufa.....	11
4.4 Cálculo do número de árvores para a compensação.....	13
4.5 Plantio de mudas.....	13
4.6 Índice de Similaridade de Jaccard.....	14
4.7 Quantificação do sequestro de carbono pela biomassa aérea.....	14
4.8 Taxa de incremento.....	15
<b>5. Resultados e Discussão.....</b>	<b>16</b>
5.1 Inventário de emissões de GEE.....	16
5.2 Plantio de mudas.....	17
5.3 Índice de similaridade e plantio de mudas.....	17
5.4 Comparação entre as espécies plantadas e as espécies de Cerrado <i>sensu stricto</i> da Fazenda Água Limpa.....	17
<b>6. Conclusão.....</b>	<b>20</b>
<b>7. Referências Bibliográficas.....</b>	<b>21</b>

## RESUMO

Face ao contexto contemporâneo das alterações climáticas, os setores de serviços também têm buscado medidas para minimizar os impactos das suas emissões de gases de efeito estufa. Nesse estudo de caso foi realizado o inventário de emissões de dióxido de carbono do Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA) que compreende o período de Janeiro/2010 a Junho/2011 utilizando as ferramentas GHG Protocol, Proconve “Nota Verde” e IPCC. Posteriormente, foi realizada a compensação ambiental no Assentamento Itaúna – GO por meio do plantio de espécies arbóreas nativas do bioma Cerrado, que exercem a função de fazer o sequestro de carbono que se acumula na biomassa da árvore. O plantio foi feito com 500 mudas com o objetivo de sequestrar 28,7 toneladas de CO<sub>2</sub>. Diante da importância de estimar o número de mudas com maior precisão, foi realizado o ajuste do cálculo, que a partir deste se obteve o resultado do valor total de estoque de carbono plantado que foi de 80,7 quilos de carbono, sendo assim, as mudas levarão 78 anos para compensar as 28,7 toneladas de CO<sub>2</sub> emitidos pelo IICA, considerando a taxa média anual de sequestro de carbono da vegetação de 34,2 kg C ano<sup>-1</sup>.

Palavras-chave: inventário de emissões, compensação ambiental, sequestro de carbono.

## ABSTRACT

*Given the contemporary context of climate change, the service sectors have also sought measures to minimize the impacts of greenhouse gases emissions. In this case study we carried out the inventory of emissions of carbon dioxide from the Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture (IICA) which covers the period from January/2010 to June/2011 using the tools GHG Protocol, Proconve "Green Note" and IPCC. Subsequently, the environmental compensation was performed in Settlement Itauna - GO through the planting of native tree species of the Cerrado biome, which perform the function of making carbon sequestration that accumulates on tree biomass. The planting was done with 500 seedlings which had the objective to compensate 28.7 tons of CO<sub>2</sub> emitted by the IICA. Given the importance of estimating the number of seedlings with greater precision, an adjustment was made in the calculation. From that we got the result of the total carbon stocked was only 80.7 kilo of carbon in the planted seedlings. It would take 78 years to compensate the 28.7 tCO<sub>2</sub>, considering the average annual carbon sequestration of the planted trees of 34.2 kg C year<sup>-1</sup>.*

*Keywords: emissions inventory, environmental compensation, carbon sequestration*

## **1. Introdução**

As mudanças climáticas, de acordo com evidências científicas, ameaçam os ecossistemas, a economia e a saúde das pessoas (IPCC, 2007). Desde a Revolução Industrial a concentração de gases de efeito estufa tem aumentado principalmente por causa do uso de combustível fóssil e mudança do uso da terra (IPCC, 2007).

O planeta já passou por modificações de temperatura em tempos passados, porém, agora, um fator importante na causa das mudanças é a ação do homem, que tem provocado uma intensificação no acúmulo de gases como o dióxido de carbono, gás metano e óxido nitroso, na atmosfera do planeta (IPCC, 2007). O aumento da temperatura, bem como as suas causas e possíveis consequências tem preocupado autoridades, cientistas, sociedade civil e as empresas.

Com a necessidade de se desenvolver instrumentos e políticas legais internacionais a respeito das mudanças climáticas criou-se o Comitê Intergovernamental de Negociação para a Convenção Quadro sobre Mudança do Clima (CIN/CQMC), bem como o Protocolo de Kyoto com o objetivo de reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE).

Face ao contexto contemporâneo das alterações climáticas, os setores industriais e empresariais também têm buscado medidas para minimizar os impactos das suas emissões de gases de efeito estufa (ANDRADE; MATTOS, 2011).

Uma das formas encontradas pelo setor de serviços é através do inventário de emissões de gases de efeito estufa que é um instrumento estratégico de gestão ambiental que estima as emissões por fontes de poluição especificadas, numa dada área geográfica e num dado período de tempo, permitindo assim orientar medidas mais eficientes de intervenção.

No Brasil, diferentes setores empresariais como de alimentos, cosméticos, papel e celulose, petróleo, energia, automobilístico, companhia aérea, telefonia, bancos, entre outros, fazem seus inventários através do Programa Brasileiro GHG Protocol, ferramenta que quantifica as emissões de GEE de uma empresa, porém não se encontra no programa registro de inventário de algum organismo internacional. O inventário é realizado para calcular a quantidade de emissões de dióxido de carbono emitidas em um certo período.

O estudo surgiu com a necessidade de reduzir as emissões de algumas fontes de consumo do IICA, como a água, energia, papel e transporte, além da sensibilização e conscientização dos funcionários e consultores, através da consolidação do Programa IICA Sustentável.

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil. Apresenta diferentes fitofisionomias e concentra uma rica biodiversidade de fauna e flora, também sendo importante para as bacias hidrográficas brasileiras. Porém, é o bioma que mais sofre com as mudanças do uso do solo devido à atividade agropecuária, onde cerca da metade dos 2 milhões de km<sup>2</sup> originais do Cerrado foram transformados em pastagem (KLINK; MACHADO, 2005).

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo Geral**

Quantificar as emissões de gases de efeito estufa do IICA e mitigá-las por meio do plantio de espécies arbóreas nativas do Cerrado, no Assentamento Itaúna – GO, auxiliando na recuperação desta área em questão através do reflorestamento.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- a) Elaborar o inventário de emissões de gases de efeito estufa do IICA;
- b) Realizar a compensação ambiental por meio do plantio de árvores nativas do Cerrado para auxiliar na recuperação de área degradada através do reflorestamento em uma área de nascente no Assentamento Itaúna – GO;
- c) Ajustar o cálculo utilizado para estimar a quantidade de árvores para compensar, em um ano, as emissões de GEE pelo IICA no período de Janeiro/2010 a Junho/2011.

## **3. Revisão Bibliográfica**

### **3.1 O Carbono na Atmosfera e no Cerrado Solo-Planta**

Na natureza, o carbono (C) está distribuído nos seguintes reservatórios: atmosfera, oceanos, plantas e animais, rochas e sedimentos (PACHECO; HELENE, 1990). Todos esses compartimentos estão interconectados e o C circula entre eles.

O maior reservatório é o geológico, com cerca de 90.000.000 Pg de C, o pedológico contém 2.500 Pg de C, o biótico apresenta cerca de 560 Pg de C e o atmosférico cerca de 760 Pg. Apesar de apresentar menor quantidade de C armazenado, o compartimento atmosférico é importante para as mudanças climáticas (CARVALHO, *et al.* 2010).

O ciclo biogeoquímico do carbono é responsável pela regulação da concentração do gás carbônico na atmosfera, um dos gases responsáveis pelo efeito estufa. Com a capacidade de estocar carbono, as florestas têm papel importante no ciclo do carbono por meio da fotossíntese.

As florestas são o maior reservatório de carbono - no ciclo do carbono - contendo cerca de 80% de todo o carbono estocado na vegetação terrestre (biomassa: tronco, galhos, folhas e raízes) e cerca de 40% do carbono presente nos solos (RENNER, 2004).

A habilidade dos ecossistemas emitirem ou sequestrarem carbono atmosférico é estabelecido através de processos físico-químicos e bióticos. Para compreender o balanço de carbono atmosférico em um ecossistema é necessário conhecer e quantificar todos esses processos (ADUAN, *et al.* 2003).

Com a demanda de fonte de energia no final século XVIII, a concentração de dióxido de carbono aumentou, assim comprometendo a capacidade da atmosfera reter o calor, assim alterando a temperatura do planeta, visto que as variáveis climáticas influenciam diretamente o fluxo de CO<sub>2</sub> para

a atmosfera. O CO<sub>2</sub> presente na atmosfera é transferido para dois reservatórios: oceano e biomassa, por meio do processo de absorção (PACHECO; HELENE, 1990).

Os principais estoques de carbono no Cerrado são: biomassa aérea, biomassa subterrânea, serapilheira, matéria orgânica do solo e biomassa microbiana. No Cerrado *sensu stricto*, 5,5% do carbono está acima do solo, que corresponde à madeira, folhas e serapilheira, e 94,5% de carbono abaixo do solo, sendo que 6% se encontram nas raízes vivas e mortas, e 88,5% na matéria orgânica do solo (ABDALA, *et al.* 1998).

Neste estudo o foco é o carbono na biomassa aérea, parte visível do ecossistema, sendo que as folhas são a principal via de entrada do carbono nos sistemas, através do processo fotossintético. Com a heterogeneidade fitofisionômica da vegetação do Cerrado os valores da biomassa aérea são diferentes para cada fitofisionomia: Campo Limpo (9,9 Mg C ha<sup>-1</sup>), Campo Sujo (10,8 Mg C ha<sup>-1</sup>), Cerrado Ralo (21,8 Mg C ha<sup>-1</sup>), Cerrado *sensu stricto* (40,0 Mg C ha<sup>-1</sup>) e Cerrado Denso (51,3 Mg C ha<sup>-1</sup>) (OTTMAR, *et al.* 2001).

### **3.2 Inventário de emissões de gases de efeito estufa**

Com as evidências de mudanças do clima decorrentes do aquecimento global, empresas começaram a estabelecer estratégias para reduzir as emissões de gases de efeito estufa. Essas estratégias incluem programas de comércio de emissões, iniciativas voluntárias, taxas sobre o carbono, legislações e padrões de eficiência energética.

O inventário de emissões de gases de efeito estufa de uma organização é um instrumento que permite sua auto avaliação e retrata a preocupação corporativa, a assunção de responsabilidade e o engajamento no enfrentamento das questões relativas às mudanças climáticas, transformando o discurso em atitude responsável. É, portanto, uma importante ferramenta para a formulação de políticas empresariais adequadas às novas tendências do mercado mundial (FGV; WORLD RESOURCES INSTITUTE).

A realização de inventário de emissão de dióxido de carbono tem como principais objetivos o de permitir o conhecimento do perfil de emissão, e a partir deste, realizar um planejamento para a sua redução, bem como a compensação da emissão levantada.

Além de reduzir as emissões na fonte, há também ações paliativas de compensação das emissões por meio de projetos que reduzem ou sequestram o carbono. É o caso do sequestro de carbono por biomassa aérea para compensar as emissões.

Dessa forma, o inventário de emissões de gases de efeito estufa permite conhecer as fontes de emissões da empresa, possibilitar programas ambientais, apoiar ações, bem como identificar oportunidades de projetos sustentáveis.

### 3.3 Compensação ambiental e recuperação de áreas degradadas

A compensação serve como atenuador temporal, enquanto os agentes emissores analisam e se preparam para reduzir as emissões nas fontes. Pode ser realizada de acordo com quatro categorias: sequestro biológico; energia renovável; eficiência energética e redução de emissões CO<sub>2</sub> (RAMSEUR, 2008). Neste estudo, a compensação de CO<sub>2</sub> já emitido será através do sequestro biológico que se dá por meio de plantio de árvores, e funcionam como sequestradores de CO<sub>2</sub> da atmosfera na superfície terrestre.

A compensação ambiental através do plantio de árvores não resolve o problema das emissões de demais gases de efeito estufa, mas representa uma contribuição voluntária para retirar o carbono da atmosfera, reincorporando-o à vegetação. Assim, sendo também uma forma de recuperar áreas degradadas com vegetação nativa.

A recuperação é a restituição de um ecossistema degradado a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original (KAGEYAMA, *et al.* 2008). A recuperação de uma dada área degradada deve recuperar sua integridade física, química e biológica, e, ao mesmo tempo, recuperar sua capacidade produtiva, seja na produção de alimentos e matérias-primas ou na prestação de serviços ambientais.

Dessa forma, alguns processos devem ser considerados quando há recuperação de área degradada, como: interações do ecossistema, estratégia reprodutiva, estrutura genética da população, sucessão e microrganismos no solo, ou seja, o processo de recuperação visa não apenas a vegetação original, mas também aspectos necessários para a sustentabilidade dessa recuperação (ANTEZANA, 2008).

Para recuperar uma vegetação podem-se utilizar sistemas de regeneração natural, artificial ou misto (FELFILI *et al.*, 2002, apud MOURA, 2008). O sistema de regeneração natural depende do banco de sementes e plântulas, dormência, reprodução vegetativa e fontes de propágulos em áreas vizinhas. Na regeneração artificial, o sistema necessita do plantio de mudas, sementes ou material vegetativo. No misto, os dois processos são empregados.

Para recuperar uma área degradada através do plantio de mudas geralmente utiliza-se espécies nativas divididas em dois grupos funcionais: pioneiras, espécies de crescimento rápido e aquelas não-pioneiras (espécies secundárias), de crescimento mais lento (KAGEYAMA, *et al.* 2008). As pioneiras recobrem o solo em menor tempo e proporcionam condições necessárias para o estabelecimento das espécies de crescimento lento.

A recuperação também é favorável para o retorno da fauna o que contribui para os processos ecológicos por meio da polinização e da dispersão de sementes. Cerca de 50 a 90% das espécies de árvores nas florestas tropicais são dispersas por animais (KAGEYAMA, *et al.* 2008).



Os beneficiários diretos são os produtores rurais por meio dos serviços ambientais, processos naturais como a disponibilidade de água, a fertilidade do solo, a biodiversidade. Da mesma forma que são os principais responsáveis pela preservação, recuperação e manutenção da quantidade e qualidade desses recursos naturais.

#### **4. Material e Métodos**

##### **4.1 Áreas de estudo**

O estudo de caso foi desenvolvido no Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA) e no Assentamento Itaúna – GO.

O IICA, criado no ano de 1942 é um organismo internacional especializado em cooperação técnica para o desenvolvimento rural sustentável e vinculado à Organização dos Estados Americanos (OEA). Com sede em Costa Rica e presença institucional em 34 países, o IICA no Brasil se localiza no Distrito Federal, Brasília, Lago Sul, SHIS QI 03, Lote A, Bloco F - Centro Empresarial Terracotta. Este oferece a flexibilidade necessária para mobilizar recursos entre países e regiões, promovendo e adaptando iniciativas de cooperação, abordando as prioridades nacionais e regionais, facilitando o fluxo da informação e a difusão das práticas para a agricultura.

O Assentamento Itaúna é formado por 100 famílias, sendo que as primeiras chegaram em 1997, iniciando o acampamento. Oficialmente o assentamento foi criado em 2007 pelo Instituto Nacional de Colonização Agrícola (INCRA) pela portaria INCRA SR-28 n°. 35. Está localizado no Estado de Goiás, no município de Planaltina de Goiás, entre as coordenadas (Norte: 15°09'02''S, 47°39'56''W; Sul: 15°15'34''S, 47°38'34''W; Oeste: 15°11'44''S, 47°39'43''W; Leste: 15°11'18''S, 47°35'27''W), com sua área total de 4.126,8 hectares (INCRA, 2008, apud TUNHOLI, 2011).

Trata-se de uma região rica em água, com a presença de 18 nascentes, sendo 16 delas perenes. Porém, com o excesso de uso do solo por causa da monocultura e ao longo período de criação de gado, o solo na região encontra-se degradado e algumas nascentes se encontram em risco. A demanda de um reflorestamento na área é uma necessidade levantada pelos próprios moradores do assentamento.

A área de mata ciliar, que está sendo recuperada com o plantio de mudas nativas do Cerrado, que antes da interferência do homem era caracterizada como Cerrado *sensu stricto*, pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas (SANO, *et al.* 2008), se encontra como uma pastagem abandonada, com raros arbustos e ausência completa de árvores. A nascente da área está extremamente comprometida, como mostrado na Figura 1.



Figura 1. Nascente próxima à sede, Assentamento Itaúna, Goiás.

As matas ciliares são sistemas essenciais ao equilíbrio do meio ambiente e ao desenvolvimento rural sustentável. Essa vegetação cumpre importantes funções ambientais: protege o solo e a água, reduz o assoreamento dos rios, abriga e permite o deslocamento da fauna silvestre, propicia a dispersão de espécies da flora nativa (ATTANASIO, *et al.* 2006).

A região apresenta um clima tipo Cwa, de acordo com a classificação de Köppen. A precipitação anual média da região de Águas Emendadas, DF próxima ao assentamento, é de 1500 mm com período chuvoso de outubro a abril e o período seco de maio a setembro (INMET, apud TUNHOLI, 2011).

O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho (LV). Solo altamente intemperizado e parte dos minerais existentes é de secundários constituintes da fração argila. Os Latossolos representam aproximadamente 48,66% do bioma Cerrado, sendo que 22,1% é de Latossolo Vermelho (SANO, *et al.* 2008).

#### **4.2 Inventário de emissão de gases de efeito estufa**

O inventário de emissão de gases de efeito estufa é uma quantificação das emissões por uma empresa no desenvolvimento de suas atividades em um determinado período, neste caso, o IICA, de janeiro/2010 a junho/2011, segundo uma metodologia adequada e reconhecida, considerando quatro indicadores: efluente, energia, papel A4 e carta, e transporte aéreo e terrestre.

Os dados de energia e transporte aéreo do ano de 2011 foram baseados no ano de 2010, visto que o período vigente do inventário foi finalizado em junho/2011, assim não tendo disponibilidade para consulta os dados de 2011, pois a ferramenta GHG Protocol só os disponibilizam após o término do ano.

Como base, no documento Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol Contabilização, Quantificação e Publicação de Inventários Corporativos de Emissões de Gases de Efeito Estufa (FGV; WORLD RESOURCES INSTITUTE), foram estabelecidos para o inventário passos:

#### 1° - Identificar fontes de emissão

Identificação das fontes de emissões diretas e indiretas. A direta é o consumo de combustíveis por fontes móveis, como o transporte aéreo e o terrestre (modelo aeronave e modelos BMW 335i e Zafira, respectivamente) e as indiretas através do consumo de energia elétrica e de papel A4 e papel carta, bem como geração de efluente.

#### 2° - Coletar dados e escolher os fatores de emissão

A etapa de coletar dados é fundamental para garantir qualidade dos resultados finais. Dessa forma, quando a empresa tem um sistema integrado de gestão de informação é importante para ganho de tempo e qualidade do inventário.

O fator de emissão é o valor utilizado para determinar a quantidade emitida por uma dada fonte em função de algum parâmetro da mesma. Os fatores de emissão se referem à quantidade de dióxido de carbono emitida por uma determinada unidade, ou seja, é uma medida da taxa de emissão (BRASIL, *et al.* 2008).

#### 3° - Identificações de escopos

As fontes de emissões foram divididas em escopos 1 e 2. O escopo 1 são as fontes diretas (consumo de combustíveis por fontes móveis: transporte aéreo e terrestre) e o escopo 2 são as fontes indiretas (consumo de energia elétrica, consumo de papel A4 e papel carta, e geração de efluente).

#### 4° - Aplicar ferramentas de cálculo

As ferramentas utilizadas para os cálculos foram escolhidas para cada fonte de emissão para garantir maior precisão. Sendo assim, são aplicadas a do Programa Brasileiro GHG Protocol e a do PROCONVE “Nota Verde”.

### **4.3 Quantificação de emissões de gases de efeito estufa**

Para a quantificação das emissões foram utilizadas as ferramentas de cálculo do Programa Brasileiro GHG Protocol e do PROCONVE “Nota Verde”, assim como, dois fatores de emissões.

#### 4.3.1 Programa Brasileiro GHG Protocol

O GHG Protocol foi utilizado para quantificar as emissões relacionadas ao consumo de combustível pela fonte móvel aéreo considerando o valor do fator de emissão de três tipos de voos: 105,6 g CO<sub>2</sub> pessoa.km<sup>1</sup> (longa distância), 130,4 g CO<sub>2</sub> pessoa.km<sup>1</sup> (curta distância) e 158,0 g CO<sub>2</sub> pessoa.km<sup>1</sup> (doméstico), e pelo consumo de energia elétrica 0,051275 kWh ano<sup>-1</sup>. Os valores encontram-se em: <http://archive.defra.gov.uk/environment/business/reporting/pdf/passenger-transport.pdf> e Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), respectivamente.

O GHG Protocol lançado em 1998 é uma ferramenta utilizada por empresas e governos para entender, quantificar e gerenciar suas emissões para contabilização e gestão das emissões de GEE. A metodologia foi desenvolvida pelo World Resources Institute – WRI em parceria com o World

Business Council for Sustainable Development – WBSCD e encontra-se em: <http://www.ghgprotocol.com.br>.

A metodologia do GHG Protocol é compatível com as normas ISO e as metodologias de quantificação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), e sua aplicação no Brasil acontece de modo adaptado ao contexto nacional.

O Programa Brasileiro GHG Protocol, surgiu em 2008 através da iniciativa do Centro de Estudos em Sustentabilidade, da Fundação Getulio Vargas (FGV), e do World Resources Institute (WRI), em parceria com o Ministério do Meio Ambiente (MMA), o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) e o World Business Council for Sustainable Development (WBCSD).

#### 4.3.2 PROCONVE “Nota Verde”

O PROCONVE “Nota Verde” usado para quantificar as emissões provocadas pelo consumo de combustível pelas fontes móveis terrestres, utilizando veículos automotores modelo BMW 335i ano 2010 e GM Zafira Elite ano 2010, considera o valor do fator de emissão  $143,2385 \text{ g CO}_2 \text{ Km}^{-1}$  para ambos carros.

O Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE, foi criado pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, através da Resolução nº 18, de 06 de maio de 1986.

O PROCONVE tem como objetivo principal a redução da poluição atmosférica causada pelas fontes móveis, por meio da fixação dos limites máximos de emissão dos veículos novos, leves e pesados da especificação da qualidade dos combustíveis.

De forma complementar ao PROCONVE surgiu “Nota Verde” que se encontra em: [http://servicos.ibama.gov.br/ctf/publico/sel\\_marca\\_modelo\\_rvep.php](http://servicos.ibama.gov.br/ctf/publico/sel_marca_modelo_rvep.php), possibilitando a classificação dos automóveis em relação aos seus níveis de emissão de poluentes, contribuindo para os parâmetros de escolha como marcas e modelos, potência, consumo e tipo de combustível.

#### 4.3.3 Fator de emissão para a geração de efluente

Considerou-se o valor do fator de emissão  $0,00283 \text{ Kg CO}_2 \text{ pessoa.dia}^{-1}$  (IPCC, 2007) referente à emissão pela fonte de efluente.

#### 4.3.4 Fator de emissão para o consumo de papel A4 e papel carta

Foi considerado o fator de emissão  $0,72 \text{ Kg CO}_2$  referente a 500 folhas de papel A4 e/ou para o papel carta (BATISTA *et al.*, 2010, apud CARVALHO; LIMA).

#### 4.3.5 Sistematização dos fatores de emissão

Os fatores de emissões foram sistematizados na Tabela 1, de acordo com as fontes de emissões consideradas no estudo.

Tabela 1. Fatores de emissões utilizados no inventário de emissões de GEE.

Fonte de emissão	Fator de emissão	Unidade
Escopo 1		
BMW 335i/Zafira	143,2385	g CO <sub>2</sub> Km <sup>-1</sup>
Vôo Longa distância	105,6	g CO <sub>2</sub> pessoa.km <sup>1</sup>
Vôo Curta distância	130,4	g CO <sub>2</sub> pessoa.km <sup>1</sup>
Vôo Doméstico	158,0	g CO <sub>2</sub> pessoa.km <sup>1</sup>
Escopo 2		
Efluente	0,00283	Kg CO <sub>2</sub> pessoa.dia <sup>-1</sup>
Energia elétrica	0,051275	kWh ano <sup>-1</sup>
Papel A4 e/ou Papel Carta	0,72	Kg CO <sub>2</sub> 500 folhas

#### 4.3.6 Somatório das emissões

O somatório das emissões foi realizado por meio do cálculo abaixo:

$$\text{Emissão total (t CO}_2\text{)} = \text{Escopo 1} + \text{Escopo 2}$$

Em que:

Escopo 1 = Fontes diretas

Escopo 2 = Fontes indiretas

#### 4.4 Cálculo do número de árvores para a compensação

A partir do resultado da emissão total de CO<sub>2</sub> foi possível calcular o número de espécies arbóreas para compensar as emissões, considerando que para sequestrar uma tonelada de CO<sub>2</sub> é necessário o plantio de seis árvores, em média (IBF, apud CARVALHO; LIMA).

#### 4.5 Plantio de mudas

O plantio de mudas ocorreu no dia 31 de novembro de 2011 com a participação do IICA, do Projeto “Educação Ambiental: Gestão Comunitária Participativa”, da Faculdade UnB Planaltina (FUP/UnB) e de assentados, que juntos trabalharam para iniciar a recuperação de uma nascente, que está localizada em uma área de pastagem abandonada e degradada, em uma Área de Preservação Permanente (APP), no Assentamento Itaúna – GO.

As plantas têm a função de proteger o solo e a água, assim evitando o assoreamento, bem como propiciando a dispersão de espécies da flora e permitindo o deslocamento da fauna. Elas também participam como fixadoras de carbono, processo de mitigação biológica das plantas que absorvem o CO<sub>2</sub> da atmosfera e o fixa em forma de biomassa, nesse estudo, é considerada a biomassa aérea (tronco e galho).

O plantio foi utilizado como base o método quincônio (MACEDO, 1993). Este método consiste no plantio de espécies pioneiras (têm crescimento rápido) e espécies secundárias (têm crescimento lento) alternadas na linha de plantio, sendo que na linha seguinte altera-se a ordem em relação à linha anterior. As pioneiras têm a função de fornecer sombra para as secundárias.

Porém, para o plantio realizado o método quincôncio foi adaptado. As mudas foram plantadas em grupos de cinco espécies que apresentam formato de losango não obedecendo a uma linha de plantio, sendo uma no centro (secundária) e quatro ao redor (pioneiras), com o distanciamento de um metro da muda central para as outras.

#### **4.6 Índice de Similaridade de Jaccard**

Antes de ajustar o cálculo utilizado foi necessário fazer o índice de similaridade entre duas áreas com o uso dos inventários destas.

Os dados do inventário florestal da vegetação arbórea do Cerrado *sensu stricto* das duas parcelas no Assentamento Itaúna – GO está a uma altitude de 1134 m e 1137 m, entre as coordenadas 15° 10' 49,2" S 47° e 37' 00,9" W, e 15° 10' 48,2" S 47° 37' 01,0" respectivamente, foram obtidos com o Projeto “Educação Ambiental: Gestão Comunitária Participativa”, da FUP, que demarcou duas parcelas de 20 x 50 m (1000 m<sup>2</sup>) remanescentes de cerrado *sensu stricto* que foram divididas em 10 transectos de 10 x 5 m onde foi feito o registro de todas as árvores com a circunferência  $\geq 5$  cm com casca tomado a 0,30 m do nível do solo com o auxílio de uma fita métrica. Dessa forma, posteriormente a circunferência foi transformada em diâmetro (mm).

A base de dados do inventário da área de Cerrado *sensu stricto* localizada na Reserva Ecológica e Experimental da Universidade de Brasília, Fazenda Água Limpa (FAL), situada a uma altitude de 1.100 m, entre as coordenadas 15°56' e 15°59' S e 47°55' e 47°58' W, no Distrito Federal. A área de 63,54 ha foi dividida em parcelas iguais, de 20x50 m, e em seguida foram selecionadas casualmente 10 parcelas. Todos os indivíduos lenhosos vivos com diâmetro com casca tomado a 0,30 metros do nível do solo igual ou superior a 5 cm foram identificados (REZENDE, 2002).

Para saber se as duas áreas apresentam semelhança foi realizado o teste de similaridade através do índice de similaridade de Jaccard que permite quantificar a semelhança florística entre diversas áreas amostrais. É um índice qualitativo e sugere que quanto maior forem seus valores, mais similares serão as composições florísticas (VIEIRA, 2003).

Em que foi calculado de acordo com a fórmula:

$$SJ = \frac{c}{(a+b) - c}$$

SJ: é o índice de similaridade;

a: é o número de espécies encontradas no local a;

b: é o número de espécies encontradas no local b;

c: é o número de espécies encontradas em ambos os locais (a e b).

#### **4.7 Quantificação do sequestro de carbono pela biomassa aérea**

A partir do resultado do índice de similaridade, foi possível ajustar o cálculo utilizado no item 4.4 por meio dos quatro passos definidos abaixo, utilizando dados de Rezende (2002):

1° - Média da altura e da circunferência das mudas plantadas

Para calcular a média da altura e do diâmetro das mudas plantadas, foram medidas a altura total (cm) e a circunferência da base (cm) de cinco mudas aleatórias de cada espécie com uso da fita métrica. Posteriormente, multiplicou-se o valor médio da altura e o valor médio da circunferência pela quantidade correspondente a cada espécie plantada.

#### 2° - Cálculo do estoque de carbono por espécie adulta

Para calcular o estoque de carbono na biomassa aérea das mudas plantadas considerando-as adultas, os dados do estoque de carbono do componente lenhoso (troncos e galhos) de Rezende (2002), tiveram que passar por duas etapas para serem utilizados:

Etapa 1 – Cálculo do estoque médio por família

Etapa 2 – Cálculo do estoque médio por espécie quando este dado estava disponível em Rezende (2002).

Após passar pela Etapa 1 e Etapa 2, o estoque de carbono ( $\text{g C m}^{-2}$ ) de cada espécie adulta foi multiplicado por sua quantidade plantada, resultando no estoque de carbono na biomassa aérea das mudas plantadas considerando-as adultas.

#### 3° - Cálculo do estoque de carbono por espécie plantada

O valor do estoque de carbono por espécie plantada foi estimado com base na equação alométrica desenvolvida para o mesmo cerrado *sensu stricto* estudado por Paiva *et al.* (2011):

$$EC = -0,24564 + 0,01456 \cdot Db^2 \cdot H \quad (R^2 = 98,29\% \text{ e } Syx = 25,79\%)$$

EC = estoque de carbono em kg por árvore;

Db = diâmetro da base (cm);

H = altura total da árvore (m);

$R^2$  = coeficiente de determinação;

Syx = erro-padrão da estimativa.

#### 4° - Cálculo da taxa média anual de sequestro de carbono por espécie

A taxa média anual de sequestro de carbono da vegetação foi calculada a partir da equação:

$$TA = (\ln W_2 - \ln W_1) / A t$$

Em que:

TA = taxa média anual de sequestro de carbono da vegetação;

$\ln W_1$  e  $\ln W_2$  = logaritmo neperiano do valor obtido para estoque de carbono nos indivíduos plantados e nos indivíduos adultos estudados por Rezende (2002), respectivamente;

At = intervalo de tempo.

### 4.8 Taxa de incremento

A taxa de incremento do diâmetro de cada muda plantada foi considerada a partir do cálculo do incremento médio de cada família ou média total das famílias, baseado nos dados de Rezende (2002), que analisou o incremento anual em diâmetro (tomado a 0,30 m do nível do solo) e área

seccional (secções de comprimentos variáveis ao longo do tronco) de todas as espécies e de todos os indivíduos com Db igual ou superior a 5 cm, durante o período de 1995-2000, para seis tratamentos, que são os tipos de atividades de corte aplicados.

## 5. Resultados e Discussão

### 5.1 Inventário de emissões de GEE

As emissões são oriundas das principais fontes de emissão de GEE do IICA, que foram divididas em Escopo 1 e Escopo 2 correspondentes as fontes diretas e as fontes indiretas, respectivamente.

#### 5.1.1 Escopo 1

Os resultados das emissões de GEE devido ao consumo de combustíveis por fontes móveis foram 11,81 t CO<sub>2</sub> pelo transporte aéreo e 8,19 t CO<sub>2</sub> pelo transporte terrestre.

#### 5.1.2 Escopo 2

O resultado da emissão de GEE por causa do consumo de energia elétrica foi de 7,40 t CO<sub>2</sub> de 1,26 t CO<sub>2</sub> devido o consumo de papel A4 e papel carta e de 0,01 t CO<sub>2</sub> pela geração de efluente.

#### 5.1.3 Emissão total

Na Tabela 2, abaixo, se observa que após o somatório do valor de emissão t CO<sub>2</sub> de cada fator resultou no total de 28,67 t CO<sub>2</sub> emitidos no período de Janeiro/2010 a Junho/2011 pelo IICA.

Tabela 2. Emissão total de CO<sub>2</sub> (t CO<sub>2</sub>) por cada fator de emissão

Fator de emissão	Emissão (t CO <sub>2</sub> )
Efluente	0,01
Energia elétrica	7,40
Papel A4 e papel carta	1,30
Transporte aéreo e terrestre	20,00
<b>TOTAL</b>	<b>28,70</b>

O fator de transporte foi o que mais contribuiu para as emissões de GEE, com emissão de 20,0 t CO<sub>2</sub>, o que corresponde a 69,5% das emissões totais. O segundo maior emissor foi o consumo de energia elétrica com 7,4 t CO<sub>2</sub> (25,7%), seguido pelo consumo de papel A4 e papel carta com 1,3 t CO<sub>2</sub> (4,5%). A geração de efluente foi o fator que menos atribuiu para as emissões, com o valor de 0,0108 t CO<sub>2</sub> (0,28%). Na Figura 2 observa-se melhor essa relação.



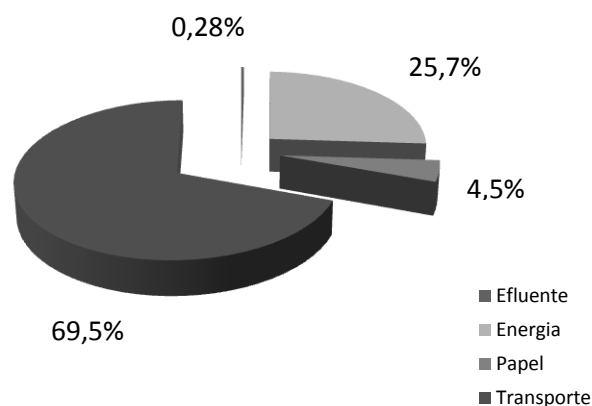


Figura 2. Gráfico de porcentagem de emissão de CO<sub>2</sub> por cada fator de emissão.

### 5.2 Plantio de mudas

De acordo com o cálculo do item 4.4 o resultado foi de 250 árvores, porém foram plantadas 500 mudas nativas do Cerrado no Assentamento Itaúna – GO. As espécies foram escolhidas de acordo com a disponibilidade no viveiro. Foram plantadas 26 espécies arbóreas nativas de Cerrado.

### 5.3 Índice de similaridade e plantio de mudas

O índice de similaridade florística calculado entre as áreas inventariadas do Assentamento Itaúna – GO e a Fazenda Água Limpa, é de 0,5, sendo assim representativo. Valores maiores ou iguais a 0,5 indicam alta similaridade (KENT; COKER, 1992), tornando possível a comparação entre essas duas áreas e o que permitindo o plantio de mudas típicas de um cerrado *sensu stricto* no Assentamento Itaúna - GO, visto que as espécies adultas estudadas por Rezende (2002) são característica de cerrado *sensu stricto*.

### 5.4 Comparação entre as espécies plantadas e as espécies de Cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água Limpa

Com índice de similaridade representativo, o plantio de mudas nativas do Cerrado e solo característico de um cerrado *sensu stricto*, foi possível ajustar o cálculo da quantificação de sequestro de carbono via biomassa aérea com base nos dados de estoque de carbono, de incremento e equações de Rezende (2002) para encontrar com maior precisão o número de árvores para compensar as emissões de GEE.

Os resultados dos quatro passos metodológicos utilizados seguem abaixo:

1º - Altura média total e diâmetro médio total das mudas plantadas

Os resultados da altura média total e diâmetro médio total das mudas plantadas se encontram na Tabela 3.

Tabela 3. Altura média total (m) e diâmetro médio total da base (mm) por espécie

Espécie	Altura média total (m)	Diâmetro médio total da base (mm)
<i>Alibertia edulis</i>	0,42	121,03
<i>Annona crassiflora</i>	0,18	22,28
<i>Astronium fraxinifolium</i>	0,31	9,4
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	0,53	69,31
<i>Calophyllum brasiliense</i>	0,75	11,56
<i>Cardiopetalum calophyllum</i>	0,48	15,39
<i>Copaifera langsdorffii</i>	0,33	10,05
<i>Croton urucurana</i>	0,69	54,43
<i>Cybistax antisyphilitica</i>	0,15	21,8
<i>Dipteryx alata</i>	0,22	21,86
<i>Eriotheca pubescens</i>	0,13	7,62
<i>Eugenia dysenterica</i>	0,16	0,75
<i>Hancornia speciosa</i>	0,28	14,68
<i>Inga laurina</i>	0,51	13,56
<i>Luehea divaricata</i>	0,21	4,55
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	0,36	17,88
<i>Qualea dichotoma</i>	0,48	4,55
<i>Qualea grandiflora</i>	0,07	0,15
<i>Salacia crassifolia</i>	0,09	6,82
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	0,69	29,86
<i>Tabebuia aurea</i>	0,22	6,44
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	0,25	4,49
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	0,29	6,12
<i>Talisia esculenta</i>	0,15	1,5
<i>Terminalia phaeocarpa</i>	0,57	10,49
<i>Tocoyena formosa</i>	0,23	8,4

2° - Estoque de carbono por espécie adulta

O resultado do estoque de carbono considerando as espécies em estágio maduro – adultas - segue na Tabela 4. O valor total (final) foi de 2.747,89 g C m<sup>2</sup>.

Tabela 4. Estoque de carbono (g C m<sup>2</sup>) por espécie adulta

Espécie	Estoque médio de carbono (g C m <sup>2</sup> )
<i>Alibertia edulis</i>	130,97
<i>Annona crassiflora</i>	8,35
<i>Astronium fraxinifolium</i>	8,35
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	70,96
<i>Calophyllum brasiliense</i>	27,30
<i>Cardiopetalum calophyllum</i>	54,59
<i>Copaifera langsdorffii</i>	137,94

<i>Croton urucurana</i>	229,19
<i>Cybistax antisyphilitica</i>	65,48
<i>Dipteryx alata</i>	344,85
<i>Eriotheca pubescens</i>	65,21
<i>Eugenia dysenterica</i>	65,48
<i>Hancornia speciosa</i>	196,45
<i>Inga laurina</i>	65,48
<i>Luehea divaricata</i>	130,97
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	327,42
<i>Qualea dichotoma</i>	193,45
<i>Qualea grandiflora</i>	193,45
<i>Salacia crassifolia</i>	4,18
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	275,88
<i>Tabebuia aurea</i>	7,77
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	7,77
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	5,18
<i>Talisia esculenta</i>	65,48
<i>Terminalia phaeocarpa</i>	65,48
<i>Tocoyena formosa</i>	0,23
<b>TOTAL</b>	<b>2747,89</b>

### 3° - Estoque de carbono plantado

O resultado do estoque de carbono na biomassa aérea das mudas plantadas se encontra na Tabela 5, abaixo. O valor total do estoque plantado (inicial) foi de 80,67 quilos de carbono.

Tabela 5. Estoque de carbono (kg) por espécie plantada

Espécie	Estoque de carbono (kg)
<i>Alibertia edulis</i>	14,41
<i>Annona crassiflora</i>	1,55
<i>Astronium fraxinifolium</i>	1,01
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	26,68
<i>Calophyllum brasiliense</i>	1,02
<i>Cardiopetalum calophyllum</i>	1,90
<i>Copaifera langsdorffii</i>	0,24
<i>Croton urucurana</i>	18,80
<i>Cybistax antisyphilitica</i>	0,24
<i>Dipteryx alata</i>	1,48
<i>Eriotheca pubescens</i>	0
<i>Eugenia dysenterica</i>	0
<i>Hancornia speciosa</i>	1,56
<i>Inga laurina</i>	0,76
<i>Luehea divaricata</i>	0,03
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	4,44

<i>Qualea dichotoma</i>	0,07
<i>Qualea grandiflora</i>	0
<i>Salacia crassifolia</i>	0
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	5,71
<i>Tabebuia aurea</i>	0,06
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	0
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	0,02
<i>Talisia esculenta</i>	0
<i>Terminalia phaeocarpa</i>	0,62
<i>Tocoyena formosa</i>	0,03
<b>TOTAL</b>	<b>80,67</b>

#### 4° - Taxa média anual de sequestro de carbono por espécie

Para a comunidade vegetal plantada, considerando que a taxa de mortalidade dos indivíduos é equivalente à taxa de recrutamento, ou seja, estimando que para cada indivíduo morto o mesmo seja repostado ao longo do tempo, demoraria cerca de 78 anos para esta comunidade estocar a mesma quantidade de carbono de um cerrado *sensu stricto* nativo de referência (PAIVA *et al.*, 2011), localizado na Fazenda Água Limpa, DF. Dessa forma, o resultado encontrado da taxa média anual de sequestro de carbono da vegetação foi de 34,20 kg C ano<sup>-1</sup>.

As 500 mudas apresentam o valor de estoque de carbono na biomassa aérea inicial de 80,7 kg C e que precisam compensar 28,7 t CO<sub>2</sub>. Dessa forma, para que a compensação das emissões seja realizada em um ano faz-se necessário o plantio de 177.700 mudas, considerando a mesma proporção da quantidade de cada espécie nativa de Cerrado plantada.

## 6. Conclusão

A partir dos resultados do presente estudo foi possível concluir que:

- Com o inventário de emissões de gases de efeito estudados foi possível identificar a principal fonte de emissão sendo a de transporte.
- Com o índice de similaridade representativo, conclui-se que as espécies que constam no inventário do assentamento e no da área de estudo de Rezende (2002) apresentam similaridade no acúmulo de carbono na biomassa aérea.
- As 500 mudas plantadas no Assentamento Itaúna – GO levarão 78 anos para sequestrar as 28,7 t CO<sub>2</sub> emitidas pelo IICA em um ano e meio.
- Com o ajuste do cálculo foi possível perceber a importância de coletar os dados necessários para se estimar com maior precisão o estoque de carbono na biomassa aérea plantada e realizar a projeção.

## 7. Referências Bibliográficas

- ABDALA, G. C.; CALDAS, L. S.; HARIDASANI, M.; EITEN, G. **Above and belowground organic matter and root: shoot ratio in a Cerrado in central Brazil**. Disponível em: <<http://www.seb-ecologia.org.br/revista2/art2.html>.1998>. Acesso em: 08/06/2012.
- ADUAN, R. E.; VILELA, M. F.; KLINK, C. A. **Ciclagem de carbono em ecossistemas terrestres – o caso do cerrado brasileiro**. Planaltina – DF: Embrapa Cerrados, 2003. 10p.
- ANDRADE R. T. G.; MATTOS K. M. C. **A pegada de carbono da unidade sede da Petrobras em Natal – RN, 2011**. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/512/421>>. Acesso em: 09/06/2011.
- ANTEZANA, F. L. **Crescimento inicial de 15 espécies nativas do bioma cerrado sob diferentes condições de adubação e roçagem, em Planaltina-DF**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2008. p.20. 22 p.
- ATTANASIO, C. M.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Manual de recuperação de matas ciliares para produtores rurais**. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, 2006.
- BRASIL, G. H.; JUNIOR, P. A. S.; JUNIOR, J. A. C. **Inventários corporativos de gases de efeito estufa: métodos e usos**. Revista Eletrônica Sistemas & Gestão 3 (1), p. 15-26. 2008.
- CARVALHO, E. C.; LIMA, M. A. **Emissões de CO<sub>2</sub> equivalente provenientes de atividades ligadas a estágio de iniciação científica**.
- CARVALHO, J. L. N. *et al.* **Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil**. Rev. Bras. Ciênc. Solo v. 34, n 2. Viçosa mac./abr. 2010.
- FGV; WORLD RESOURCES INSTITUTE. **Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol. Contabilização, Quantificação e Publicação de Inventários Corporativos de Emissões de Gases de Efeito Estufa**. 2. ed.
- GHG Protocol. Disponível em: <<http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/index.php?r=site/ContaSecao&id=1>>. Acesso em: 21/11/2011.
- IBAMA. PROCONVE “Nota Verde”. Disponível em: <[http://servicos.ibama.gov.br/ctf/publico/sel\\_marca\\_modelo\\_rvep.php](http://servicos.ibama.gov.br/ctf/publico/sel_marca_modelo_rvep.php)>. Acesso em: 22/11/2011.
- IPCC. **Conferência Latino-Americana sobre Meio Ambiente e Responsabilidade Social. Relatório do IPCC/ONU – Novos Cenários Climáticos**. Versão em português, 2007.
- KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. 1. ed. Botucatu: FEPAF, 2008. 91 p.
- Kent, M.; Coker, P. **Vegetation description analyses**. London: Behaven Press, 1992. p. 363.
- KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. **A conservação do Cerrado brasileiro**. Ver Megadiversidade, v. 1, n. 1, jun. 2005. 148 p.

MACEDO, A. C.. **Revegetação de matas ciliares e de proteção ambiental**. São Paulo: São Paulo, 1993. 30 p.

MOURA, A. C. C. **Recuperação de áreas degradadas no Ribeirão do Gama e o envolvimento da comunidade do Núcleo Hortícola de Vargem Bonita, DF**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF. 3 p.

OTTMAR, *et al.* **Séries de Estereo-Fotografias para quantificar a biomassa da vegetação do Cerrado do Brasil central**. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 2001. p.14-87.

PACHECO, M. R. P. S.; HELENE, M. E. M. **Atmosfera, fluxos de carbono e fertilização por CO<sub>2</sub>**. Estud. av. vol.4 no.9 São Paulo May/Aug. 1990.

PAIVA, A. O.; REZENDE, A. R.; PEREIRA, R. S. **Estoque de carbono em Cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal**. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.35, n.3, p.527-538. 2011.

RAMSEUR, J.L. **The Role of Offsets in a Greenhouse Gas Emissions Cap-and-Trade Program: Potential Benefits and Concerns**. CRS Report for Congress, 2008. p. 5-8.

RENNER, R. M. **Seqüestro de carbono e a viabilização de novos reflorestamentos no Brasil**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2004. 9 p.

REZENDE, A. V. **Diversidade, estrutura, dinâmica e prognose do crescimento de um cerrado *sensu stricto* submetido a diferentes distúrbios por desmatamento**. Dissertação (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal - Área de Manejo Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2002.

SANO, S. M; ALMEIDA, S. P; RIBEIRO, J.F. **Cerrado: ecologia e flora. Brasília: Embrapa Cerrados**, 2008. 117 p. 174 p. 394 p.

TUNHOLI, V. P. **Etnobotânica e fitossociologia da comunidade arborea e efeito do fogo em *Eugenia dysenterica* DC na reserva legal de um assentamento de reforma agrária no Cerrado**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2011.

VIEIRA, S. A. **Mudanças globais e taxa de crescimento arbóreo na Amazônia**. Dissertação (Doutorado em Ciências) – Área de Concentração: Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, SP, 2003. 28 p.