



**ESTOQUE DE CARBONO NA BIOMASSA VEGETAL EM SISTEMAS  
AGROFLORESTAIS DE BASE AGROECOLÓGICA NA REGIÃO FRONTEIRIÇA  
DO BRASIL COM O PARAGUAI**

***CARBON STOCK IN VEGETABLE BIOMASS IN AGROFORESTRY SYSTEMS BASED  
ON AGROECOLOGY IN BRAZIL'S BORDER REGION WITH PARAGUAY***

**Milton Parron Padovan<sup>1</sup>  
Gisele de Brito Salomão<sup>2</sup>  
Zefa Valdivina Pereira<sup>3</sup>  
Leandro Flávio Carneiro<sup>4</sup>  
Shaline Sefara Lopes Fernandes<sup>5</sup>**

**Grupo de Trabalho: AGROECOLOGIA**

**Resumo**

Com esse estudo objetivou-se quantificar o estoque de carbono na parte aérea de arbustos e árvores em sistemas agroflorestais biodiversos (SAFs). A pesquisa foi realizada em Amambai, MS (23°006' S e 55°014' W), num ecótono de transição entre Cerrado e Mata Atlântica. Foram avaliados quatro SAFs, com diferentes desenhos, arranjos e idades de implantação, denominados: Bananal, Pomar, Erval, Macaubal e uma área de vegetação nativa. Para estimar o estoque de carbono, foi medida a circunferência de arbustos e árvores à altura do peito (1,30 m de altura), e estimada a sua altura total (Ht). Esses dados foram utilizados para os cálculos adotando-se equação alométrica. O estoque de carbono nos SAFs e na área de vegetação nativa adjacente são semelhantes. As espécies arbóreas com maior potencial de estocar carbono na biomassa aérea foram: *Enterolobium contortisiliquum*, *Ceiba speciosa*, *Cecropia pachystachya*, *Peltophorum dubium* e *Acrocomia aculeata*.

**Palavras-chave:** Recuperação de áreas degradadas, sistemas agroflorestais biodiversos, espécies arbóreas e arbustivas, sequestro de carbono.

**Abstract**

*The purpose of this study was to quantify the carbon stock in plant biomass in biodiverse agroforestry systems (SAFs). The research was carried out in Amambai, MS (23°006' S and 55°014' W), in a transition ecotone between Cerrado and Atlantic Forest. Four SAFs were evaluated, with different designs, arrangements and ages of implantation, being: Bananal,*

<sup>1</sup>Embrapa Agropecuária Oeste, Pós-Doutor em Agroecologia-Sistemas Agroflorestais, milton.padovan@embrapa.br.

<sup>2</sup>Universidade Federal da Grande Dourados, Mestre em Biologia Geral-Bioprospecção, giselebrito\_gbs@hotmail.com.

<sup>3</sup>Universidade Federal da Grande Dourados, Doutora em Botânica, zefapereira@ufgd.edu.br.

<sup>4</sup>Universidade Federal de Goiás, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, leoflacar@yahoo.com.br.

<sup>5</sup>Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Doutora em Recursos Naturais, saline\_sefara@hotmail.com.



*Pomar, Erval, Macaúbal and an area of native vegetation. To estimate the carbon stock, the circumference of shrubs and trees at chest height (1.30 m height) was measured, and its total height (Ht) was estimated. These data were used to calculate allometric equations. The carbon stock in the SAFs and adjacent native vegetation area are similar. The tree species with the greatest potential to store carbon in the aerial biomass were: Enterolobium contortisiliquum, Ceiba speciosa, Cecropia pachystachya, Peltophorum dubium and Acrocomia aculeata.*

**Keywords:** *Recovery of degraded areas, biodiversity agroforestry systems, tree and shrub species, carbon sequestration.*

## 1. INTRODUÇÃO

Com a utilização de áreas de formas errôneas e seus efeitos antrópicos, houve e há um aumento da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera que contribui para a elevação da temperatura média global, provocando o derretimento das calotas polares, aumento do nível médio dos oceanos, propagação de doenças tropicais, migração e até extinção de espécies, prejudicando a biodiversidade (NISHI et al., 2005). Percebe-se, portanto, a necessidade de se buscar medidas mitigadoras para a diminuição das emissões desses gases de efeito estufa, pois a maior preocupação reside na acumulação progressiva desses gases na atmosfera (YU, 2004).

Em diferentes fóruns mundiais, desde o início das discussões sobre as mudanças climáticas, devido ao efeito-estufa, as florestas e o uso adequado dos solos foram considerados mecanismos importantes para mitigar as mudanças climáticas. No entanto, esse assunto ainda gera muita polêmica quando se refere às emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) decorrentes de desmatamentos em todo o mundo (PAIXÃO et al., 2006).

Com a emergência dos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo no âmbito da Convenção sobre Mudanças Climáticas, o sequestro de carbono por meio de sistemas agroflorestais biodiversos (SAFs) poderá representar oportunidades reais de complemento de renda aos agricultores, além de produzirem outros serviços ambientais (KITAMURA, 2003). O autor salienta que os SAFs, especialmente aqueles que são concebidos em bases agroecológicas, são substitutos estratégicos para o sistema de derruba-e-queima, uma vez que imita os sistemas naturais e, portanto, contribuem diretamente para a conservação da biodiversidade.

O uso de SAFs biodiversos contribui para o sequestro de carbono, pois a adoção desses sistemas diminui a pressão sobre florestas naturais (NASCIMENTO, 2016), que são,



segundo Montagnini e Nair (2004), os ecossistemas terrestres mais eficientes na fixação de carbono. Sharma (2013), Moressi (2014) e Nascimento (2016) sustentam que sistemas agroflorestais bem manejados, podem contribuir, em curto prazo, para o armazenamento de grandes quantidades de carbono na biomassa dos arbustos e árvores.

May et al. (2005) enfatizam que os SAFs garantem um volume maior de carbono fixado em determinado período, quando comparados aos arranjos de produção com cultura anual ou de pastagens, pelo fato de estocarem carbono por prazo superior à maioria das práticas florestais comerciais conduzidas na forma de monocultivos, que visam corte após atingir o crescimento máximo de biomassa.

Além disso, há outros valores proporcionados pelos SAFs, destacando serviços ambientais como o aumento da biodiversidade, manutenção dos ciclos biogeoquímicos, manutenção do clima e a reciclagem de nutrientes, recuperando funções essenciais para a sustentabilidade, além de fornecer renda e produção de subsistência aos agricultores (ARATO; MARTINS; FERRARI, 2003; SHARMA, 2013; MORESSI, 2014; NASCIMENTO, 2016).

Nesse contexto, desenvolveu-se um estudo com os objetivos quantificar o estoque de carbono na biomassa vegetal em SAFs biodiversos e na vegetação nativa, e identificar as espécies arbóreas que sobressaem em estoque de carbono na parte aérea das plantas.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1. Área de estudo**

O estudo foi realizado no ano de 2014, no Município de Amambai, Estado de Mato Grosso do Sul, região fronteira com o Paraguai (coordenadas de 23°006' S e 55°014' W, com altitude média de 480 m). Originalmente, na vegetação nativa dessa microrregião predomina a transição entre Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual, de clima tropical; apresenta inverno seco e estação chuvosa no verão, devido à ação da massa tropical atlântica, segundo a classificação de koppen (GALVANI, 2008).

A coleta de dados foi realizada em uma propriedade rural denominada “Sítio da Mata”. Trata-se de uma propriedade agrícola com proposta de ocupação por diferentes arranjos de sistemas agroflorestais biodiversos, empreendida pela iniciativa privada,



especificamente pelo antropólogo e agricultor experimentador Paulo Pepe, *in memorian*, cujo método de implantação e manejo dos SAFs se baseia no processo de sucessão natural proposto por Götsch (1995).

Dentre os SAFs biodiversos existentes na propriedade, foram identificados quatro módulos (arranjos), cultivados concomitantemente com espécies vegetais de usos múltiplos, compostos por exóticas e nativas. Esses SAFs seguem princípios agroecológicos, e são formados por diferentes desenhos, arranjos e idade de implantação, os quais foram tratados conforme a predominância da espécie, sendo: SAF Bananal (B), implantado em 2008; SAF Pomar (P) e SAF Erval (E), implantados em 1996, e SAF Macaubal (M), (implantado em 1997), bem uma testemunha representada pela vegetação nativa (MT), adjacente aos SAFs.

De maneira geral, os quatro SAFs estudados foram iniciados a partir de cultivos agrícolas, onde, gradualmente, foram inseridas mudas e sementes de espécies arbóreas e arbustivas, tentando-se ocupar os diversos extratos oferecidos pelo ambiente. Na concepção inicial dos sistemas, privilegiou-se a presença de espécies vegetais que fornecem rapidamente maiores quantidades de biomassa, através de podas para cobertura do solo. Com o avanço dos SAFs, o manejo consistiu em podas de abertura e de sincronia para auxiliar a manutenção de determinados consórcios existentes e manter a produção agrícola.

## 2.2. Métodos de amostragem

A identificação botânica foi realizada através de comparação com o acervo do herbário DDMS da Universidade Federal da Grande Dourados e com consulta à literatura especializada e especialistas. As espécies amostradas foram classificadas conforme *Angiosperm Phylogeny Group* (APG, 2009) e a atualização taxonômica foi realizada mediante consulta a banco de dados “Lista de Espécies da Flora do Brasil” (LEFB, 2012). O levantamento quantificou o número de plantas (indivíduos), famílias e espécies vegetais existentes nos SAFs e na área de vegetação nativa.

Para estimar o estoque de carbono na biomassa vegetal, utilizou-se delineamento experimental de blocos ao acaso, com seis parcelas de 10 m x 10 m (100 m<sup>2</sup>) em cada sistema (seis repetições): P, M, B, E e na MT. Em cada sistema, foram avaliados as árvores e arbustos que apresentaram a circunferência igual ou superior a 10 cm à altura do peito (1,30 m de



altura), e estimados a sua altura total (Ht), conforme descrito por Arévalo, Alegre e Vilcahuaman (2002).

### 2.3. Cálculos para quantificar o estoque de carbono

O cálculo da biomassa foi realizado para cada indivíduo, através da equação de Brown et al. (1989). Os valores das circunferências obtidas foram transformados em diâmetro, através da fórmula:

$$DAP = CAP/\pi$$

Onde:

DAP = diâmetro do caule da planta à altura do peito

CAP = circunferência do caule da planta à altura do peito

$\pi$  - 3,1414

Para obter os valores de carbono na biomassa, foram utilizados os valores da altura das plantas e o diâmetro do caule, onde os dados foram agrupados por espécie, aplicando-se a equação alométrica proposta por Higuchi et al. (1998), obtendo-se o valor do peso fresco em kg árvore<sup>-1</sup>:

$$PF = -2,694 + 2,038 \ln D + 0,902 \ln H$$

onde:

In = logaritmo natural;

D = Diâmetro a 1,30 m do solo, em centímetros;

H = Altura total da árvore ou arbusto, em metros.

Após a utilização dessa equação, adotou-se o fator de conversão para estimar o valor de carbono. Segundo a equação alométrica de Higuchi et al. (1998), do peso fresco obtido na amostra, 60% refere-se ao peso seco e 40% à água, obtendo-se o total do carbono fixado que corresponde a 48% do peso seco.

Para identificar as melhores espécies que sobressaem como estocadoras de carbono, foram utilizadas aquelas com 10 ou mais indivíduos, utilizando todos os indivíduos da



espécie, somando os valores do carbono através da equação alométrica, obtendo a média do carbono estocado por cada indivíduo em kg árvore<sup>-1</sup>. Para estimar o estoque de carbono em cada SAF e na MT, os valores de carbono fixado obtidos por cada indivíduo através da equação alométrica foram agrupados, resultando em valores totais fixado por todos os indivíduos de cada parcela, sendo apresentados em t 600 m<sup>2</sup> e, posteriormente, convertidos em t ha<sup>-1</sup>.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram inventariados 1.004 indivíduos pertencentes a 112 espécies em toda a área de estudo. No SAF Bananal foram encontrados 142 indivíduos pertencentes a 37 espécies, predominando a *Musa paradisiaca* L. Também foram identificados 277 indivíduos, os quais estão distribuídos em 57 espécies no SAF Erval, e as espécies *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil., *Musa paradisiaca* L., *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos, *Albizia niopoides* (Spruce ex Benth.) Burkart e *Guarea guidonia* (L.) Sleumer apresentaram os maiores números de indivíduos. No SAF Macaubal, 250 indivíduos foram inventariados e 52 espécies identificadas, sendo que *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart., *Coffea arabica* L., *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. estão presentes com maior frequência. Já no SAF Pomar, foram identificados 162 indivíduos distribuídos em 34 espécies, predominando *Coffea arabica* L., *Musa paradisiaca* L., *Albizia niopoides* (Spruce ex Benth.) Burkart e *Mangifera indica* L. Na área de vegetação nativa (MT), 162 indivíduos e 34 espécies foram identificados, com predominância de *Guarea guidonia* (L.) Sleumer, *Trichilia elegans* A. Juss. e *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. A síntese desses resultados é apresentada na Tabela 1.

De maneira geral, os quatro SAFs estudados foram iniciados a partir de cultivos agrícolas, onde, gradualmente, foram inseridas mudas e sementes de espécies arbóreas e arbustivas, com manejo inicial das espécies que fornecem maiores quantidades de biomassa rapidamente.

A partir da utilização da equação alométrica de Higuchi et al. (1998), pode-se identificar as espécies arbóreas que estocam maiores quantidades de carbono em sua biomassa aérea.



**Tabela 1.** Número total de indivíduos, número de famílias e de espécies em sistemas agroflorestais biodiversos e na vegetação nativa na região fronteira do Brasil com o Paraguai.

Sistemas	Nº de indivíduos	Nº de espécies	Nº de famílias
SAF Bananal	142	37	21
SAF Erval	277	57	24
SAF Macaubal	250	52	22
SAF Pomar	173	44	21
MATA	162	34	15

Os valores de carbono variam de acordo com as espécies, cabendo ressaltar que o número de indivíduos por espécie também variou (Tabela 1). Assim, utilizou-se a média de cada espécie para os cálculos de biomassa.

A espécie com maior acúmulo de carbono foi *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (tamboril), com 128,46 Kg C ind.<sup>-1</sup>. Trata-se de uma árvore decídua e frondosa, utilizada em reflorestamentos de áreas degradadas pela sua rusticidade, boa adaptabilidade e crescimento rápido (CARVALHO, 2008).

Apresentam, também, bom potencial para estocagem de carbono na sua biomassa as espécies: *Ceiba speciosa* (A.St.-Hil.) Ravenna (paineira), com 77,50 kg C ind.<sup>-1</sup>; a *Cecropia pachystachya* Trécul (embaúba), com 66,31 kg C ind.<sup>-1</sup>; a *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (canafístula), com 56,37 Kg C ind.<sup>-1</sup> e *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. (macaúba), com 53,52 Kg C ind.<sup>-1</sup> (Tabela 2). Essa diferença nos resultados está relacionada com a dinâmica de crescimento de cada espécie e com a quantidade de biomassa lenhosa presente em cada indivíduo avaliado.

A diferença no acúmulo de carbono é peculiar de cada espécie arbórea e arbustiva. Esse processo é evidenciado com maior precisão quando tal avaliação é realizada durante alguns anos. Renner (2004) constatou acúmulo de 4,6 Kg C ind.<sup>-1</sup> ano em *P. dubium*. No mesmo estudo, constatou-se que *Annona cacans* acumulou 26,9 Kg C ind.<sup>-1</sup> ano, *Mimosa scabrella* (24,9 Kg C ind.<sup>-1</sup> ano), *Bastardiopsis densiflora* (17,6 Kg C ind.<sup>-1</sup> ano), *Piptadenia gonoacantha* (17,4 Kg C ind.<sup>-1</sup> ano) e *Mimosa scabrella var. aspericarpa* (15,6 Kg C ind.<sup>-1</sup> ano), destacando-se como as que mais acumularam carbono na parte aérea das plantas.

Em um estudo realizado em Goiânia-GO, Sousa et al. (2011) constataram acúmulo de 63,03 kg ind.<sup>-1</sup> por *C. speciosa*, destacando-se das demais, enquanto a espécie com menor potencial foi a *G. americana*, com 4,97 kg ind.<sup>-1</sup>.

A identificação de espécies arbóreas com elevado potencial de estocagem de carbono na biomassa aérea contribuirá para a implementação de projetos de restauração ambiental,



principalmente aos produtores que visa retorno financeiro através de projetos de PSAs e o controle de emissões de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) na atmosfera.

Nesse estudo realizado em Mato Grosso do Sul, também foram identificadas as espécies com menor estocagem de carbono na sua biomassa aérea. Constatou-se que *Trichilia elegans* A. Juss. (pau-de-ervilha) teve o menor desempenho, com 0,34 kg C ind.<sup>-1</sup>; *Coffea arabica* L. (café), com 0,83 kg C ind.<sup>-1</sup> e *Eugenia florida* DC. (guamirim) que acumulou 1,0 kg C ind.<sup>-1</sup> (Tabela 2).

**Tabela 2.** Nome de espécies arbustivas e arbóreas, número de indivíduos, carbono total acumulado por espécie e média por indivíduo em sistemas agroflorestais biodiversos e em uma área de vegetação nativa na região fronteira do Brasil com o Paraguai, em 2014.

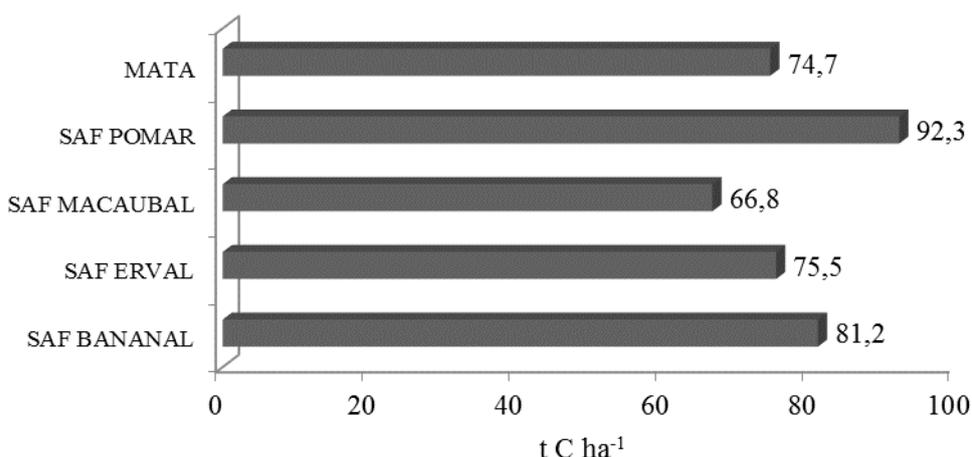
Nome comum	Espécies	Nº de Ind.	Carbono total (kg)	Média de C por indivíduo (kg)
Manga	<i>Mangifera indica</i> L.	13	358,34	27,56
Café	<i>Coffea arabica</i> L.	74	61,67	0,83
Banana	<i>Musa paradisiaca</i> L.	91	3110,63	34,18
Pau-de-ervilha	<i>Trichilia elegans</i> A.Juss.	41	14,32	0,34
Cedro	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	23	222,31	9,66
Carrapeta	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	67	130,58	1,94
Pariparoba	<i>Piper amalago</i> L.	10	23,01	2,30
Farinha-seca	<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	52	2347,37	45,14
Goiaba	<i>Psidium guajava</i> L.	10	73,97	7,39
Tamboril	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	35	4496,42	128,46
Embaúba	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	10	663,19	66,31
Amora-brava	<i>Rubus brasiliensis</i> Mart.	11	355,31	32,30
Ipê-amarelo	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	28	129,06	4,60
Ipê-roxo	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	10	261,69	26,16
Peroba-rosa	<i>Aspidosperma polyneurum</i> Müll.Arg.	13	24,17	1,85
Mamona	<i>Ricinus communis</i> L.	10	18,49	1,84
Canafístula	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	24	1353,062	56,37
Guamirin	<i>Eugenia florida</i> DC.	20	20,01	1,00
Limão-rosa	<i>Citrus bigaradia</i> Loisel	13	18,76	1,44
Erva-mate	<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.	54	158,18	2,92
Angico-da-mata	<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	56	1600,36	28,57
Pausangue	<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	10	233,71	23,37
Canela- preta	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	11	182,10	16,55
Paineira	<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	12	930,05	77,50
Macaúba	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	22	1177,65	53,52



As espécies *Euphorbia cotinifolia* (saboneteira) e *Tabebuia pentaphylla* (ipê-rosado) foram estudados por Reigado e Santos (2014), em Belo Horizonte-MG, apresentando valores de carbono estocado na biomassa aérea de 0,61 kg C ind<sup>-1</sup> e 0,55 Kg C ind<sup>-1</sup>, respectivamente.

Pesquisas no bioma Mata Atlântica, apresentam em média, que a cada 5 árvores plantadas, é possível neutralizar a emissão de 1 ton de carbono. Cada hectare comporta, em média, até 2.000 árvores, ou seja, pode neutralizar até 400 ton de carbono. A relação árvores/tCO<sub>2</sub> varia em função das características de cada bioma – Cerrado, Floresta Tropical e Semiárido, por exemplo. Há projetos que assumem que apenas 1 árvore absorve de 400 a 1.000 Kg de carbono ao ano, já que durante a fotossíntese no seu crescimento ocorre muita absorção de CO<sub>2</sub> na biomassa da planta acima e abaixo do solo (INICIATIVA VERDE, 2010).

Os valores de C ind<sup>-1</sup> em cada SAF e na MT foram agrupados, sendo que o carbono estocado no SAF Pomar foi superior aos demais, com 92,3 t C ha<sup>-1</sup> (Figura 1). Esse valor mais representativo de EC se deve possivelmente pelo início da implantação do SAF Pomar e suas respectivas espécies presentes, que ocorreu em 1997, em um antigo pomar de *citrus* sp.



**Figura 1.** Carbono estocado na parte aérea de espécies arbóreas e arbustivas em sistemas agroflorestais biodiversos e em uma área de vegetação nativa na região fronteira do Brasil com o Paraguai, em 2014.

Sabe-se que florestas plantadas, sejam com espécies nativas e/ou exóticas, apresentam taxas de crescimento mais aceleradas em relação às florestas naturais e, conseqüentemente, maiores incrementos de biomassa e carbono, segundo Brianézi (2012). Esse conhecimento facilita a compreensão de que alguns SAFs se destacam em relação a áreas de vegetação



nativa concernente ao acúmulo de carbono na biomassa das plantas, pois são manejados por meio de podas e até com desbaste de árvores que se encontram em densidade excessiva. Assim, favorecem-se processos sucessionais, com o surgimento de novas espécies nos sistemas. Arbustos e árvores já estabelecidas se encontram em pleno desenvolvimento vegetativo e, conseqüentemente, acumulando boas quantidades de carbono.

No SAF Bananal, foi estimado acúmulo de  $81,2 \text{ t C ha}^{-1}$  na biomassa dos arbustos e árvores, destacando-se em relação à área de vegetação nativa. Já no SAF Erval, estimou-se o estoque de carbono em  $75,5 \text{ t C ha}^{-1}$ , semelhante ao SAF Macaúba ( $66,8 \text{ t C ha}^{-1}$ ), os quais não diferiram da área com vegetação nativa, que acumulou  $74,7 \text{ t C ha}^{-1}$  (Figura 1).

O carbono estocado na biomassa da parte aérea das plantas constatado neste estudo (Figura 1) foi muito superior às quantidades estimadas por Nascimento (2016), utilizando a mesma equação alométrica, em cinco SAFs biodiversos na região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, ou seja, de  $4,1$  a  $28,01 \text{ t C ha}^{-1}$ . Entretanto, a autora também observou significativa diferença de acúmulo de carbono entre os SAFs

Ribeiro et al. (2009) encontraram valor médio de  $84 \text{ t C ha}^{-1}$  estocado em um Floresta Madura da Mata Atlântica, no município de Viçosa-MG. Porém, deve-se ressaltar a diferença de vegetação em relação às áreas utilizadas nesse estudo. Entretanto, os resultados obtidos (Tabela 2) indicam a eficiência de SAFs biodiversos como importantes prestadores desse serviço ambiental, como sistemas com bom potencial de estocagem de carbono na biomassa vegetal.

Essas diferenças de acúmulo de carbono na parte aérea de arbustos e árvores nos SAFs (Figura 1) se devem às suas composições florísticas; o número de indivíduos de cada espécie vegetal, a densidade em que as espécies estão presentes (Tabela 1), bem como a idade de cada sistema, conforme enfatizam Delitti, Megura e Pausas (2006) e Carvalho et al. (2014). Outro aspecto que pode ter influenciado nesse resultado é a forma de ocupação e manejo de cada área antes da implantação dos SAFs. Delitti, Megura e Pausas (2006) salientam que os diferentes valores de biomassa entre ecossistemas distintos são atribuídos à variação da própria estrutura, pois são fisionomias distintas com porte e densidade de árvores diferentes. Quanto às diferenças de biomassa e estoque de carbono dentro de uma mesma fisionomia, deve-se às variações edafoclimáticas e às características inerentes à flora local e aos arranjos de plantas estabelecidos.



Em um estudo realizado no Cerrado, no município de Grão Mogol, em Minas Gerais, por Rocha et al. (2014), também foram constatados diferentes acúmulos de carbono em SAFs. No estudo foram envolvidos três SAFs implantados em 2003, e duas áreas com vegetação nativa. Constatou-se os seguintes acúmulos de carbono pelas espécies arbustivas e arbóreas: SAF1 (9,98 t C ha<sup>-1</sup>), SAF 2 (7,87 t C ha<sup>-1</sup>), SAF 3 (1,67 t C ha<sup>-1</sup>) e na vegetação nativa 1 (1,94 t C ha<sup>-1</sup>) e na vegetação nativa 2 (10,54 t C ha<sup>-1</sup>). Os estoques de carbono verificados pelos autores, foram muito inferiores aos constatados neste estudo (Figura 1).

Ao comparar o sequestro de carbono em quatro SAFs em Pium, TO, Kurzatkowski (2007) estimou valores entre 9,66 e 3,18 t C ha<sup>-1</sup>, com espécies de grande porte, como: *Cedrela fissilis* Vell. (cedro-rosa), *Diptery xalata* (baru), *Syzygium* sp. (jambo) e *Tamarindus indica* (tamarindo), valores muito inferiores aos constatados neste estudo, os quais variaram de 92,3 a 66,8 t C ha<sup>-1</sup> (Figura 1).

Nair, Kumar e Nair (2004 e 2009) ressaltam que o potencial de estoque de carbono em sistemas agroflorestais advém da combinação de informações sobre o carbono da parte aérea e do solo. O autor chama a atenção sobre as dificuldades metodológicas para estimar a biomassa e o carbono e que, sob condições variáveis, essas dificuldades se agravam pela ausência de estimativas confiáveis obtidas em áreas de sistemas agroflorestais, nos impulsionando para novos estudos.

#### 4. CONCLUSÕES

O estoque de carbono em sistemas agroflorestais biodiversos pode ser maior que em áreas de vegetação nativa antropizadas, dependendo dos arranjos de SAFs estabelecidos. Neste estudo desenvolvido na região fronteira do Brasil com o Paraguai, dois SAFs acumularam mais carbono que na área de vegetação nativa adjacente.

Sistemas agroflorestais biodiversos constituem-se em importante alternativa para a redução do dióxido de carbono da atmosfera, somando-se às áreas de vegetação nativa.

As espécies com maior potencial para sequestrar e estocar carbono na biomassa aérea no estudo realizado na região fronteira do Brasil com o Paraguai foram: *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (tamboril), *Ceiba speciosa* (A.St.-Hil.) Ravenna sp.



(paineira), *Cecropia pachystachya* Trécul (embaúba), *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub (canafístula) e *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart (macaúba), podendo ser recomendadas para a composição de SAFs biodiversos visando a redução de emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APG III. An update of Angiosperm Phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnaean Society**, v. 161, n. 2, p. 105-121, 2009.

ARATO, H. D.; MARTINS, S. V.; FERRARI, S. H. S. Produção e decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 27, n. 5, p. 715-721, 2003.

ARÉVALO, L. A.; ALEGRE, J. C.; VILCAHUAMAN, L. J. M. **Metodologia para estimar o estoque de carbono em diferentes sistemas de uso da terra**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 41 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 73).

BRIANÉZI, D. **Estocagem e compensação de carbono pelas árvores do campus – Sede da Universidade Federal de Viçosa**. 144 p. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CARVALHO, L. dos S.; CERQUEIRA, R. M.; SILVA, G. V. Estoque de carbono em um fragmento de floresta estacional semidecídua no município de Ribeirão Grande, São Paulo. **Bioikos**, Campinas, SP, v. 28, n. 2, p. 73-85, 2014.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v. 3, 2008. 593 p.

DELITTI, W. B. C.; MEGURA, M.; PAUSAS, J. G. Biomass and mineralomass estimates in a “cerrado” ecosystem. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, p. 531-540, 2006.

GALVANI, E. **Unidades Climáticas Brasileiras**. Departamento de Geografia – USP, 2008.

GÖTSCH, E. **O Renascer da agricultura**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1995. 22 p.



HIGUCHI, N.; SANTOS, J. DOS; RIBEIRO, R. J.; MINETTE, L.; BIOT, Y. Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia brasileira. **Acta Amazônica**, v. 28, n. 2, p. 153-166, 1998.

INICIATIVA VERDE. **Programa Carbon Free**. 2010. Disponível em: <http://www.iniciativaverde.org.br/programas-e-projetos-carbon-free.php>. Acesso em: 10 fev 2016.

KITAMURA, P. C. **Valoração de serviços ambientais em sistemas agroflorestais: métodos, problemas e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003.

KURZATKOWSKI, D. Potencial do sequestro de carbono nos Sistemas Agroflorestais: análise dos quatro sistemas implantados no município de Pium, TO. **Revista Carbono Social**, v. 1, p 75-80, 2007.

LEFB. **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, RJ, 2012. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012>>. Acesso em: 26 jun. 2016.

LEWIS, G., SCHRIRE, B., MACKINDER, B. & LOCK, M. **Legumes of the world**. Kew, **Royal Botanic Gardens**. 2005.

MAY, P. H.; BOHRER, C. B.; TANIZAKI, K.; DUBOIS, J. C. L.; LANDI, M. P. M.; CAMPAGNANI, S.; OLOVEIRA NETO, S. N.; VINHA, V. G. **Sistemas Agroflorestais e Reflorestamento para Captura de Carbono e Geração de Renda**. ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ECOLÓGICA-ECOECO, 6, 2005.

MONTAGNINI, F.; NAIR, P. K. R. Carbon Sequestration: An underexploited environmental benefit of agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, New York, p.281-295. 2004.

MORESSI, M. **Estrutura e dinâmica de espécies vegetais e banco de sementes no solo em sistemas agroflorestais sob bases agroecológicas para fins de restauração ambiental**. 2014. Dissertação (Mestrado em Biologia Geral). Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS.



NAIR, P. K. R.; KUMAR, B. M.; NAIR, V. D. Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v.172, p. 10-23, 2009.

NAIR, P. K. R.; KUMAR, B. M.; NAIR, V. D. Carbon sequestration: an underexploited environmental benefit of agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, v. 61, p. 281-295, 2004.

NASCIMENTO, J. S. **Estudos multidisciplinares em arranjos agroflorestais biodiversos na região Sudoeste de Mato Grosso do Sul**. 2016. 127 p. Dissertação (Mestrado em Agronegócios). Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS.

NISHI, M. H.; JACOVINE, L. A. G.; SILVA, M. L.; VALVERDE, S. R.; NOGUEIRA, H. P.; ALVARENGA, A. P. Influência dos créditos de carbono na viabilidade financeira de três projetos florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 263-270, 2005.

PAIXÃO, F. A.; SOARES, C. P. B.; JACOVINE, L. A. G.; SILVA, M. L.; LEITE, H. G.; SILVA, G. F. Quantificação do estoque de carbono e avaliação econômica de diferentes alternativas de manejo em um plantio de Eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p.411-420, 2006.

REIGADO, F. R.; SANTOS, J. **Absorção de carbono pelos plantios do Programa Premiar em Belo Horizonte – Minas Gerais**. 2014. Disponível em: [http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe\\_artigo/1321](http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1321). Acesso em: 01 mar. 2017.

RENNER, R. M. **Sequestro de Carbono e viabilização de novos reflorestamentos no Brasil**. 132 p. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

RIBEIRO, S. C.; JACOVINE, L. A. G.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V.; SOUZA, A. L.; NARDELLI, A. M. B. Quantificação de biomassa e estimativa de estoque de carbono em uma floresta madura no município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 5, p. 917-926, 2009.



ROCHA, G. P.; FERNANDES, L. A.; CABACINHA, C. D.; LOPES, I. D. P.; RIBEIRO, J. M.; FRAZÃO, L. A.; SAMPAIO, R. A. Estoque de carbono em Sistemas Agroflorestais no Norte de Minas Gerais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 7, p.1 197-1203, jul. 2014.

SHARMA, A. B. An introduction to Agroforestry System. **Journal of Natural Sciences**, New York- NY, v. 1, n. 1, p. 35-41, 2013.

SOUSA, E. P.; SOUSA, L. F. B.; CABRAL, E. G.; VIEIRA, D. A.; FARIA, M. C. G.; SOUZA, K. R.; VASCONCELLOS, A. C. M.; BORGES, J. D.; CALIL, F. N.; VENTUROLI, F. Estimativa de carbono em espécies de cerrado numa área restaurada, em Goiânia, GO. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 10, São Lourenço – MG, 2011.

YU, C. M. **Sequestro florestal de carbono no Brasil – Dimensões políticas, socioeconômicas e ecológicas**. 2004. 293 p. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.