

- 3º Seminário de Agroecologia da América do Sul
- 5º Seminário Estadual de Educação do Campo
- 7º Seminário de Agroecologia de Mato Grosso do Sul
- 6º Encontro de Produtores Agroecológicos de Mato Grosso do Sul
- 3º Seminário de Sistemas Agroflorestais em Bases Agroecológicas de Mato Grosso do Sul

Sistemas Agroflorestais Biodiversos: Potencial para Sequestro de Carbono

Biodiverse agroforestry systems: potential for carbon kidnapping

BRACHTVOGEL, Cleide¹; FERNANDES, Ana Caroliny de Queiroz¹; NIEDACK, Ludmila Osório Castilho¹; PEREIRA, Zefa Valdivina¹; PADOVAN, Milton Parron²

¹Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, cleide_brachtvogel@hotmail.com, anacarolinyfernandes123@gmail.com, ludmilacastilho@ufgd.edu.br, zefapereira@ufgd.edu.br. ²Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, milton.padovan@embrapa.br.

Resumo: O Brasil é um país de dimensões continentais, e o uso de Sistemas Agroflorestais Biodiversos (SAFs) contribui para o sequestro de carbono, pois diminui a pressão sobre florestas naturais. O objetivo desta pesquisa foi quantificar o estoque de carbono na biomassa vegetal em 4 arranjos de SAFs. Foram estabelecidas parcelas em cada arranjo, que correspondem às linhas das espécies arbóreas. Na avaliação obteve-se o diâmetro na altura do solo e a altura de todos os indivíduos. Para obter os valores de carbono na biomassa, aplicou-se a equação alométrica proposta por Higuchi 1998, obtendo-se o valor do peso fresco em kg árvore⁻¹. Após a utilização da equação, adotou-se o fator de conversão para estimar o valor de carbono. Segundo a equação, o total do carbono fixado corresponde a 48% do peso seco. Para estimar o estoque de carbono nos SAFs, os valores foram agrupados e, posteriormente, convertidos em t ha⁻¹. De acordo com o levantamento florístico foram inventariados 393 indivíduos, distribuídos em 16 famílias, pertencentes a 38 espécies. Os valores de C ind⁻¹ em cada arranjo foram agrupados, sendo que o carbono estocado nos arranjos 2 e 4 foram superiores aos demais. Esses valores mais representativos se devem pelas espécies de árvores presentes e pela densidade de cada uma. O SAF apresentou um estoque considerável de carbono total (2,11 toneladas). A adoção de arranjos de SAFs pelos agricultores contribuirá para a produção de serviços ambientais e, dentre eles, a estocagem de carbono na biomassa das plantas, reduzindo a emissão de CO₂ para a atmosfera.

Palavras Chave: biomassa vegetal, efeito estufa, gás carbônico, agrofloresta.

Abstract: Brazil is a country of continental dimensions, the use of Biodiverse Agroforestry Systems (SAFs) contributes to the carbon sequestration, since it reduces the pressure on natural forests. The objective of this research was to quantify the carbon stock in the vegetal biomass of a SAFs. Plots were established in each arrangement, corresponding to the tree species lines. In the evaluation the diameter at the height of the soil and the height of all individuals were obtained. To obtain the carbon values in the biomass, the allometric equation proposed by Higuchi

1998 was applied, obtaining the fresh weight value in kg tree^{-1} . After using the equation, the conversion factor was adopted to estimate the carbon value. According to the equation, the total of the set carbon corresponds to 48% of the dry weight. To estimate the carbon stock in the SAF, the values were grouped and later converted into t ha^{-1} . According to the floristic survey, 393 individuals were inventoried in 16 families belonging to 38 species. The values of C ind^{-1} in each arrangement were grouped, and the carbon stored in arrangement 2 and 4 were higher than the others. These most representative values are due to the tree species present and the density of each one. The SAFs presented a considerable total carbon stock (2.11 tons). The adoption of SAF arrangements by farmers will contribute to the production of environmental services and, among them, carbon storage in plant biomass, reducing the emission of CO_2 into the atmosphere.

Keywords: biomass, greenhouse effect, carbon dioxide, agroforestry.

Introdução

O Brasil é um país de dimensões continentais, com diferentes ecossistemas, o que pode torná-lo mais suscetível a alterações climáticas. 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 recursos naturais importantes para mitigar as mudanças climáticas (PAIXÃO et al., 2006). Diante desse cenário é necessário que o país busque maneiras de diminuir a emissão de gases do efeito estufa (GEE), priorizando sempre o desenvolvimento sustentável (ROVERE, 2016).

Foi na Conferência de Kyoto (Japão) em 1997, que se consagrou o termo “sequestro de carbono”, que tem a finalidade conter e reverter o acúmulo de gás carbônico (CO_2) na Atmosfera, com o propósito de reduzir o efeito estufa. É frequentemente relacionado à ideia de conservação de carbono nos solos, nas florestas e em outros tipos de vegetações; ao fortalecimento de “sumidouros” de carbono, preservando áreas florestais, estabelecendo novas plantações florestais, sistemas agroflorestais e recuperação de áreas degradadas (REZENDE; MERLIN; SANTOS, 2001).

De acordo com o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), proposto no Protocolo de Kyoto, os projetos que visam fortalecer o sequestro de carbono, por meio do reflorestamento, são um mecanismo que países em desenvolvimento podem utilizar para compensar suas emissões de GEE (COTTA, 2008).

É por meio da dinâmica florestal de crescimento, especialmente, que se dá esta remoção de CO_2 da atmosfera e fixação do carbono na biomassa das plantas. Segundo Watzlawick et al. (2002), o sequestro de carbono ocorre enquanto as



árvores estão crescendo, ou seja, ocorre um aumento consideravelmente da biomassa e, conseqüentemente, do estoque de carbono fixado.

O CO₂ é um gás de suma importância para os vegetais, pois eles retiram-no da atmosfera através do processo de fotossíntese, convertendo-o em compostos orgânicos que serão usados no metabolismo e no processo de crescimento do vegetal. Esse carbono retirado da atmosfera é armazenado nos tecidos das plantas, onde permanecerão até seu falecimento (RAVEN, 2001).

Acredita-se que os sistemas agroflorestais biodiversos (SAFs) se apresentam como protótipos alternativos de sustentabilidade, pois estão alicerçados em princípios econômicos, utilizando de forma racional os recursos naturais renováveis, sob exploração ecologicamente sustentável, sendo capazes de gerar benefícios sociais, porém, sem comprometer o potencial produtivo dos ecossistemas (VALE, 2004).

O uso de SAFs contribui para o sequestro de carbono, e 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) e Nascimento (2016) sustentam que sistemas agroflorestais biodiversos bem manejados, podem contribuir, em curto prazo, para o armazenamento de grandes quantidades de carbono na biomassa dos arbustos e árvores.

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; NASCIMENTO, 2016).

Nesse contexto, desenvolveu-se um trabalho de pesquisa com o objetivo de quantificar o estoque de carbono na biomassa aérea de árvores e arbustos em sistemas agroflorestais biodiversos implantados no Município de Ivinhema, no Estado de Mato Grosso do Sul.

Metodologia

O trabalho foi desenvolvido no campo experimental da Escola Municipal Rural Benedita Figueiró de Oliveira, localizado no Município de Ivinhema – MS, entre as coordenadas 22° 18' 50" S e 53° 49' 3" W, envolvendo quatro arranjos agroflorestais biodiversos, aos 2 anos após sua implantação.

A temperatura média anual da microrregião varia de 20 a 22°C. Encontra-se a 420 metros de altitude e as condições de relevo variam de plano a ondulado, com predominância, no entanto, de relevos mais suaves (OLIVEIRA et al., 2000).

A vegetação nativa é classificada como Floresta Estacional Semidecidual (IBGE 2012), e o clima da região é tropical com estação seca (Classificação climática de Köppen-Geiger: Aw) (KÖPPEN; GEIGER, 1928).

Os meses mais chuvosos são dezembro, janeiro e fevereiro e, de acordo com Souza (2010), a pluviosidade anual oscila entre 1500 mm e 1700 mm. A área encontra-se em Latossolo Vermelho Distrófico (LVAd), com 70% de areia e 18% de argila (MOTTA et al., 2011).

Conforme Paulus et al. (2016, os SAFs em estudo são dispostos em faixas ("aleias"), totalizando 1,02 hectare. O espaçamento entre linhas de arbóreas varia de 2,5 a 10 metros, enquanto que a distância entre indivíduos arbóreos é de três metros.

O primeiro arranjo (Sistema Café + banana) possui três linhas de arbóreas com distanciamento de 10 metros entre linhas, tendo, neste espaço, duas linhas de café (*Coffea arabica* IAPAR 49) com uma linha de bananeira (*Musa paradisiaca* L.) no centro. O segundo arranjo (Sistema Café com floresta) é composto por três linhas de café intercaladas com linhas de arbóreas, sendo que as bananeiras são cultivadas entre espécies arbóreas. O terceiro arranjo (Sistema Abacaxi) é composto por mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) entre espécies arbóreas, e abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill), pimenta-cumari (*Capsicum baccatum* L.) e mamão (*Carica papaya* L.) nas entrelinhas. No quarto arranjo (Sistema cumari), a banana é cultivada entre arbóreas e, nos espaços entre linhas de 2,5 metros, foram implantadas linhas de pimenta-cumari, mandioca e mamão (PAULUS et al., 2016).

Para o estudo foram estabelecidas três parcelas de 2 m x 122,5 m em cada arranjo, que correspondem às linhas das espécies arbóreas. Na avaliação obteve-se o diâmetro na altura do peito (DAP) e a altura de todos os indivíduos de espécies arbóreas.

As espécies amostradas foram classificadas conforme *Angiosperm Phylogeny Group* (APG 2009). A atualização taxonômica foi realizada mediante consulta ao banco de dados na Lista de Espécies Flora do Brasil (LEFB, 2016).

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

π - 3,1414

Para obter os valores de carbono na biomassa, foram utilizados os valores da altura das plantas e o diâmetro do caule, sendo 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⁻¹:

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

Onde:

ln = 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 estimar o estoque de carbono nos SAFs, os valores de carbono fixado obtidos por cada indivíduo através a aplicação da equação alométrica foram agrupados, resultando em valores totais fixado por todos os indivíduos de cada linha e, posteriormente, convertidos em t ha⁻¹.

As estimativas de biomassa são obtidas a partir de metodologias que utilizam como base dados de inventário florestal (procedimento para obter informações sobre as características quantitativas e qualitativas da floresta), no qual são aplicados fatores de conversão (valor atribuído como conversor das unidades de medida e de amostra, quando divergentes) e modelos alométricos (equações de regressão) que utilizam dados de diâmetro, altura e volume das árvores e arbustos (SOMOGYI et al., 2006).

A biomassa florestal acima do solo, determinada a partir de cálculos confiáveis, é importante e útil para a implementação de projetos para Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD) (CORTE et al., 2012), contemplados no Protocolo de Quioto, uma vez que as estimativas da biomassa auxiliam na avaliação da produtividade da floresta e do sequestro e estoque de carbono.

Resultados e discussões

Foram inventariados 393 indivíduos, distribuídos em 16 famílias, pertencentes a 38 espécies (Tabela 1).

- 3º Seminário de Agroecologia da América do Sul
- 5º Seminário Estadual de Educação do Campo
- 7º Seminário de Agroecologia de Mato Grosso do Sul
- 6º Encontro de Produtores Agroecológicos de Mato Grosso do Sul
- 3º Seminário de Sistemas Agroflorestais em Bases Agroecológicas de Mato Grosso do Sul

Tabela 1. Famílias e espécies inventariadas em quatro arranjos agroflorestais biodiversos em Ivinhema, MS.

Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i> L.
Anacardiaceae	<i>Tapirira Guianensis</i> Aubl.
Annonaceae	<i>Annona muricata</i> L.
Asteraceae	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera
Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos
Bignoniaceae	<i>Jacaranda</i> sp
Bignoniaceae	<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith
Caricaceae	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A.DC.
Fabaceae	<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart
Fabaceae	<i>Amburana cearenses</i> (Allemão) A.C.Sm.
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan
Fabaceae	<i>Ateleia glazioveana</i> Baill.
Fabaceae	<i>Clitoria ternatea</i> L.
Fabaceae	<i>Cratylia bahiensis</i> L. P. Queiroz
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i> L.
Fabaceae	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.
Fabaceae	<i>Inga vera</i> Willd.
Fabaceae	<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms
Fabaceae	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.
Lecythidaceae	<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze
Leguminosae	<i>Bauhinia forficata</i> Link
Malvaceae	<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.
Malvaceae	<i>Luehea grandiflora</i> Mart. & Zucc.
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.
Moraceae	<i>Ficus adhatodifolia</i> Schott in Spreng.
Polygonaceae	<i>Triplaris Americana</i> L.
Primulaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.
Rubiaceae	<i>Genipa Americana</i> L.
Sapindacea	<i>Litchi chinensis</i> Sonn
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.
Sapindaceae	<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.

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

Tabela 2. Número total de indivíduos, peso fresco/ seco e carbono em quatro arranjos agroflorestais biodiversos em Ivinhema, MS.

Sistemas	Nº de indivíduos	Peso Fresco/ Seco	Carbono
Arranjo 1	137	0,00645/ 0,0038	0,00186
Arranjo 2	110	0,01208/ 0,0072	0,00348
Arranjo 3	90	0,00984/ 0,0059	0,00283
Arranjo 4	56	0,01182/ 0,0070	0,00340
Total SAF	393	7,33724/ 4,40234	2,11312

Os valores de C ind⁻¹ em cada arranjo foram agrupados, sendo que o carbono estocado nos arranjos 2 e 4 foram superiores aos demais (Figura 1). A maior EC em alguns arranjos agroflorestais se deve às espécies peculiares que compõem, bem como às respectivas densidades de cada espécie arbórea e arbustiva.

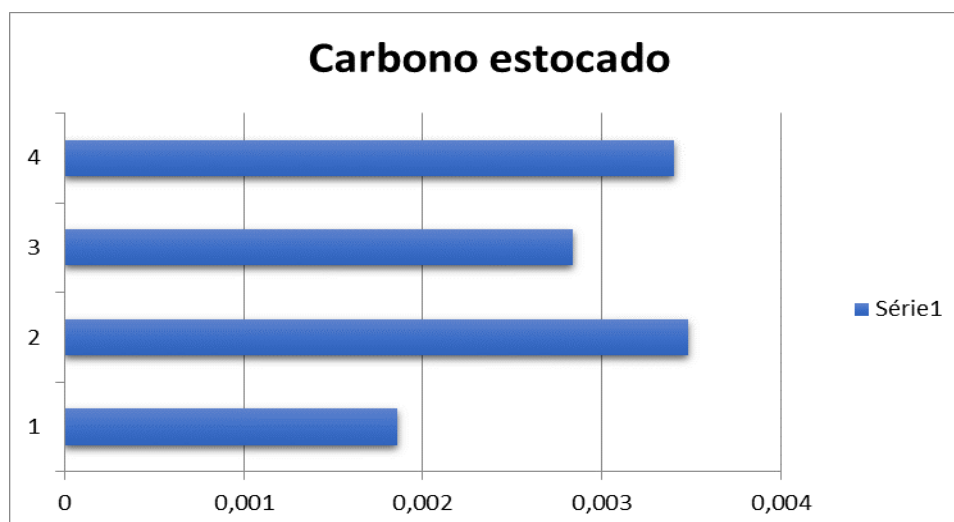


Figura 1. Carbono estocado na parte aérea de espécies arbóreas e arbustivas em quatro arranjos agroflorestais biodiversos em Ivinhema, MS.

Diferenças de estocagem de carbono nos arranjos do 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, conforme também enfatizam Carvalho et al. (2014). Ratuchne (2015) explica que as proporções variam de espécie para espécie, devido a características específicas de cada uma delas, pois cada espécie apresenta um regime de crescimento.

Conforme Larcher (2000), as plantas apresentam mecanismos de assimilação de CO₂ bastante flexíveis para o suprimento das diferentes necessidades dos órgãos das plantas. Assim, a demanda para a manutenção, crescimento e estoque pela planta são controlados nos sítios de produção (tecidos fotossinteticamente ativos “fonte”, como as folhas e galhos vivos), que posteriormente são transportados para outros locais, onde serão consumidos ou estocados (zonas de crescimento, sementes, frutos e tecidos de deposição).

Ao longo do processo de desenvolvimento da vegetação, boa parte do carbono absorvido é empregado na constituição da biomassa, seja, biomassa de tronco, dos galhos, raízes ou foliar. Segundo Larcher (2000), parte dessa biomassa será perdida na forma de serapilheira, uma vez que uma grande porção é perdida na abscisão das folhas, flores, frutos e ramos, levando a serapilheira a ser considerada uma importante perda de carbono no balanço anual de perdas da vegetação. Assim, uma pequena parcela deste carbono retorna para a atmosfera e parte do restante é incorporado ao solo.

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, acumulam boas quantidades de carbono.

Conclusões

Considerando a idade (2 anos de implantação) e a área total dos arranjos de SAFs em estudo (1,02 ha), o estoque total de carbono sequestrado na parte aérea dos arbustos e árvores é expressivo (2,11 toneladas).

Os arranjos 2 e 4 apresentam maior estocagem de carbono que os demais, o que se deve, provavelmente, às espécies peculiares que compõem, bem como às respectivas densidades de cada espécie arbórea e arbustiva.

A adoção de arranjos de SAFs pelos agricultores contribuirá para a produção de serviços ambientais e, dentre eles, a estocagem de carbono na biomassa das plantas, reduzindo a emissão de CO₂ para a atmosfera.

- 3º Seminário de Agroecologia da América do Sul
- 5º Seminário Estadual de Educação do Campo
- 7º Seminário de Agroecologia de Mato Grosso do Sul
- 6º Encontro de Produtores Agroecológicos de Mato Grosso do Sul
- 3º Seminário de Sistemas Agroflorestais em Bases Agroecológicas de Mato Grosso do Sul

Referências bibliográficas

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP (APG). An upgrade to the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Bot. J. Linn. Soc.**, v. 161, p. 105-121, 2009.

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.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H. **Field & laboratory methods for general ecology**. 2 ed. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, Iowa, 1984. 226 p.

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.

CORTE, A. P. D. et al. Os projetos de redução de emissões do desmatamento e da degradação florestal (REDD). **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 1, p. 177-188, 2012.

COTTA, M. K. et al. Quantificação de biomassa e geração de certificados de emissões reduzidas no consórcio seringueira e cacau. **Revista Árvore**, v. 32, n. 6, p. 969-978, 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Manuais Técnicos em Geociências** - número 1. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_tecnico_vegetacao_brasileira.pdf> Acessado em: 31 de Julho de 2018.

KÖPPEN, W. & GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531p

LEFB. **Lista de espécies Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 31 Jul. 2018.

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

MOTTA, I. S., SILVA, F. M.; PADOVAN, M. P.; CARNEIRO, L. F.; SALOMÃO, G. B. Produtividade de bananeiras consorciadas com cafeeiros em sistema de produção agroecológico. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, p. 1-5, 2011.

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.

OLIVEIRA, H. DE; URCHEI, M. A.; FIETZ, C. R. **Aspectos físicos e socioeconômicos da bacia hidrográfica do Rio Ivinhema**. Documentos, 25. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2000.

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.

PAULUS, L. A. R. et al. Estrutura da vegetação arbustivo-arbórea em diferentes sistemas agroflorestais biodiversos no Território do Vale do Ivinhema, no Estado de Mato Grosso do Sul. **Cadernos de Agroecologia**, v. 11, n. 2, 2016.

RATUCHNE, L. C. **Biomassa e carbono**: equações e dinâmica em fragmentos de floresta ombrófila mista no Paraná. 2015. 102 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. p.125-126.

REZENDE, D.; MERLIN, S.; SANTOS, M. **Sequestro de carbono florestal**: uma experiência concreta. 2.ed. Palmas: Instituto Ecologia, 2001. 178 p.

ROVERE, E. L.; WILLS, W.; PEREIRA, A.; C. B. DUBEUX, S. H. F. CUNHA, et al. **Implicações Econômicas e Sociais de Cenários de Mitigação de Gases de Efeito Estufa no Brasil Até 2030 Sumário Técnico**. [Technical Report] Forum Brasileiro de Mudanças Climáticas – FBMC. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro. 2016.

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

SOMOGYI, Z. et al. Indirect methods of large forest biomass estimation. **Europe Journal Forest Research**, [S.l.], Feb., 2006.

VALE, R. S. **Agrossilvicultura com eucalipto como alternativa para o desenvolvimento sustentável da Zona da Mata de Minas Gerais**. 2004. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

WATZLAWICK, L.F.; KIRCHNER, F.F.; SANQUETTA, C.R.; SCHUMACHER, M.V. **Fixação de carbono em Floresta Ombrófila Mista em diferentes estágios de regeneração**. In: AS FLORESTAS E O CARBONO (Sanquetta et al. Editores). Curitiba: p.153-173, 2002.