



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS
CONTÁBEIS E ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS



ESTUDOS MULTIDISCIPLINARES EM ARRANJOS
AGROFLORESTAIS BIODIVERSOS NA REGIÃO SUDOESTE DE
MATO GROSSO DO SUL

JAQUELINE SILVA NASCIMENTO

DOURADOS – MS
2016

JAQUELINE SILVA NASCIMENTO

**ESTUDOS MULTIDISCIPLINARES EM ARRANJOS
AGROFLORESTAIS BIODIVERSOS NA REGIÃO SUDOESTE DE
MATO GROSSO DO SUL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados – Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia, para obtenção do título de Mestre em Agronegócios.

Orientador: Prof. Dr. Milton Parron Padovan
Coorientadoras: Prof^a Dr^a Zefa Valdivina Pereira e Prof^a Dr^a Luciana Ferereira da Silva

**DOURADOS – MS
2016**



ATA DA DEFESA DE **DISSERTAÇÃO DE MESTRADO** APRESENTADA PELA ALUNA **JAQUELINE SILVA NASCIMENTO**, DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM AGRONEGÓCIOS, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO "EM AGRONEGÓCIO E DESENVOLVIMENTO".

Aos vinte e nove dias do mês de março de dois mil e dezesseis, às 14h00min, em sessão pública, realizou-se, na sala 12 da FACE, da Universidade Federal da Grande Dourados, a Defesa de Dissertação de Mestrado intitulada "**Estudos multidisciplinares em arranjos agroflorestais biodiversos na Região Sudoeste de Mato Grosso do Sul**", apresentada pela mestrand **Jaqueline Silva Nascimento**, do Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, à Banca Examinadora constituída pelos professores, Dr. Milton Parron Padovan/UF GD (presidente/orientador), Dra. Luciana Ferreira da Silva (membro titular) e Dra. Zefa Valdivina Pereira (membro titular). Iniciados os trabalhos, a presidência deu a conhecer a candidata e aos integrantes da Banca as normas a serem observadas na apresentação da Dissertação. Após a candidata ter apresentado a sua Dissertação, os componentes da Banca Examinadora fizeram suas arguições, que foram intercaladas pela defesa da candidata. Terminadas as arguições, a Banca Examinadora, em sessão secreta, passou aos trabalhos de julgamento, tendo sido a candidata considerada APROVADA, fazendo *jus* ao título de **MESTRE EM AGRONEGÓCIOS**. Nada mais havendo a tratar, lavrou-se a presente ata, que vai assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Dourados, 21 de março de 2016.

Dr. Milton Parron Padovan _____

Dra. Luciana Ferreira da Silva _____

Dra. Zefa Valdivina Pereira _____

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

N244e Nascimento, Jaqueline Silva
Estudos multidisciplinares em arranjos agroflorestais biodiversos na região
Sudoeste de Mato Grosso do Sul / Jaqueline Silva Nascimento -- Dourados:
UFGD, 2016.
127f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Milton Parron Padovan
Co-orientadora: Zefa Valdivina Pereira

Dissertação (Mestrado em Agronegócios) - Faculdade de Administração,
Ciências Contábeis e Economia, Universidade Federal da Grande Dourados.
Inclui bibliografia

1. Diversidade florística. 2. Potencial de uso. 3. Estoque de carbono. 4.
Valoração econômica. 5. Serviços ambientais. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

Dedico este trabalho com infinito amor e gratidão:

**Aos meus pais: Adonias Barbosa do Nascimento e Girleide Oliveira Silva,
pela sabedoria, dedicação, motivação, forma digna de condução da vida e por me
ensinar a lutar pelos meus sonhos e ideais.**

**À minha querida irmã Andressa Silva Nascimento,
pela união e companheirismo.**

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por iluminar e direcionar meus caminhos;

Aos meus amados pais que sempre me apoiaram e incentivaram para realização deste sonho, com muito amor e carinho;

Ao Prof^o Dr. Milton Parron Padovan, meu orientador e amigo, por compartilhar seus conhecimentos e experiências, pelos ensinamentos e sugestões que contribuíram com o resultado alcançado;

À Universidade Federal da Grande Dourados, em específico ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, por ter me proporcionado a oportunidade de concluir essa etapa, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa;

À Embrapa Agropecuária Oeste, pela estrutura e apoio na realização da pesquisa;

Às professoras Zefa Valdivina Pereira e Luciana Ferreira da Silva, pelas palavras de motivação, disponibilidade e paciência na avaliação deste trabalho, e auxílio quando as procurei;

À Shaline Séfara Lopes Fernandes, Joaquim Castilho, Suellen Guevara e Jerusa Cariaga, pela amizade, convivência, companheirismo e pelas ajudas na coleta de dados no campo;

Aos agricultores Srs. Francisco, Geraldo, Nelson, Antônio e Sr^a Élide, que não mediram esforços e nos receberam com muito carinho e dedicação;

Aos colegas de turma do mestrado pela amizade e companheirismo;

À Gleicy, Denise, Ana Paula, Karina e Luciana, pelos trabalhos desenvolvidos em conjunto, momentos de discussão científica enriquecedores, de descontração; pelo companheirismo e a amizade construída;

À toda a minha família, que mesmo distante sempre me apoiou nos meus sonhos;

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram na realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADA!

Sumário

LISTA DE TABELAS	8
LISTA DE FIGURAS	10
1. Introdução geral	14
2. Referências bibliográficas	23
CAPÍTULO I: Composição florística de sistemas agroflorestais biodiversos como alternativa para recuperação de áreas degradadas na região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, Brasil.....	26
1. Introdução	27
2. Material e Métodos	29
3. Resultados e discussão	32
4. Conclusões	49
5. Referências bibliográficas	50
CAPÍTULO II: Potencial de uso múltiplo de espécies arbóreas e arbustivas em sistemas agroflorestais biodiversos e estimativa de estoque de carbono utilizando-se diferentes equações alométricas.....	57
1. Introdução	58
2. Material e Métodos	62
3. Resultados e discussão	67
4. Conclusões	87
5. Referências bibliográficas	87
CAPÍTULO III: Valoração econômica de serviços ambientais produzidos por sistemas agroflorestais biodiversos na região Sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul	95
1. Introdução	96
2. Material e Métodos	99
3. Resultados e discussão	109
4. Conclusões	118
5. Referências bibliográficas	119
ANEXOS	124

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

TABELA 1. Listagem das famílias e espécies com seus respectivos nomes populares, síndrome de dispersão, origem e classes sucessionais catalogadas. **SD** = síndrome de dispersão: **Zo** = zoocóricas, **Na** = anemocóricas, **Au** = autocóricas; **Org** = origem: **NA** = nativa e **EX** = exótica; **CS** = classes sucessionais: **PI** = primária, **SI** = secundária inicial e **ST** = secundária tardia e **SAF**=sistema agroflorestal.....31

CAPÍTULO II

TABELA 1. Equações alométricas utilizadas para cálculo do estoque de carbono na biomassa vegetal em sistemas agroflorestais biodiversos, no Município de Bonito, região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, 2015.....62

TABELA 2. Uso múltiplo de espécies arbóreas e arbustivas em sistemas agroflorestais biodiversos no Município de Bonito, na região Sudoeste de Mato Grosso do Sul e suas categorias de uso, em 2015: **AL** = Alimentar; **AP** = Apicultura; **AV** = Adubação verde; **MC** = Medicinal; **MR** = Madeira; **FT** = Frutífera; **SM** = Semente; **AF** = Atrativa à fauna; **OR** = Ornamental; **AR** = Artesanato.....67

TABELA 3. Quantidade de indivíduos, médias da circunferência, da altura e do diâmetro dos indivíduos arbóreos e arbustivos amostradas em sistemas agroflorestais biodiversos no Município de Bonito, região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, em 2015.....78

TABELA 4. Quantidade de carbono por indivíduos, acumulado na parte aérea de espécies arbustivas e arbóreas em sistemas agroflorestais biodiversos pertencentes ao município de Bonito, região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, em 2015.....79

TABELA 5. Quantidade de carbono em t C por 0,5 ha⁻¹ e t C ha⁻¹, acumulado na parte aérea de espécies arbustivas e arbóreas em sistemas agroflorestais biodiversos pertencentes ao município de Bonito, região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, em 2015.....80

CAPÍTULO III

TABELA 1. Variáveis intangíveis e quantificadores para a geração do Valor Estimado de Referência para o Benefício Ambiental (VERB) envolvendo sistemas agroflorestais biodiversos no Município de Bonito, na região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, em 2015.105

TABELA 2. Quantidade de indivíduos arbóreos e arbustivos, biomassa fresca e seca, estoques de carbono em quilogramas (kg) e toneladas (t), redução do dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq) e os valores de créditos gerados em sistemas agroflorestais biodiversos no Município de Bonito, região Sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul.....107

TABELA 3. Valores dos quantificadores atribuídos pelos entrevistados aos serviços ambientais prestados por sistemas agroflorestais biodiversos no Município de Bonito, na região Sudoeste de Mato Grosso do Sul e o grau de importância média dos serviços ambientais e seus respectivos indicadores utilizados na matriz de valoração, segundo resultados de consultas aos especialistas.....110

TABELA 4. Fatores de ponderação (fp) e somatório ponderado das variáveis intangíveis (*in*) utilizadas para valoração econômica dos serviços ambientais prestados em sistemas agroflorestais biodiversos no Município de Bonito, região Sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul, em 2015.....113

TABELA 5. Valores Estimados de Referência para os Benefícios Ambientais promovidos em sistemas agroflorestais biodiversos no Município de Bonito, região Sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul, em 2015.....113

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Vista parcial do sistema agroflorestal 1, no Sítio Rancho do Chuca, em Bonito, MS.....	18
FIGURA 2. Vista parcial do sistema agroflorestal 2, na Chácara Vitória, em Bonito, MS.....	19
FIGURA 3. Vista parcial do sistema agroflorestal 3, na Chácara Mongone, em Bonito, MS.....	20
FIGURA 4. Vista parcial do sistema agroflorestal 4, na Chácara Boa Vista, em Bonito, MS.....	21
FIGURA 5. Vista parcial da área antes e depois da implantação do sistema agroflorestal 5, na Chácara Boa Vida, em Bonito, MS.....	22

CAPÍTULO I

FIGURA 1. Localização do estado de Mato Grosso do Sul, município de Bonito e dos cinco sistemas agroflorestais biodiversos estudados.....	28
FIGURA 2. Quantidade de espécies arbóreas nativas ou exóticas registradas no levantamento florístico em sistemas agroflorestais no Município de Bonito, região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, em 2015. Nativa = NA; Exótica = EX.....	39
FIGURA 3. Espécies arbóreas classificadas por síndrome de dispersão em sistemas agroflorestais biodiversos no Município de Bonito, Sudoeste de Mato Grosso do Sul, em 2015. Anemocóricas = Ane; Zoocóricas = Zoo e Autocóricas = Au.....	40
FIGURA 4. Espécies arbóreas e as respectivas classes sucessionais em sistemas agroflorestais biodiversos no Município de Bonito, Sudoeste de Mato Grosso do Sul, em 2015. Pioneiras = PI; Secundária Inicial = SI e Secundária Tardia = ST.....	42
FIGURA 5. Dendrograma da análise florística (UPGMA) utilizando o Índice de Similaridade de Braycurtis para os levantamentos estruturais e florísticos em cinco sistemas agroflorestais biodiversos no Município de Bonito, e nas três áreas de mata nativa, na região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, em 2015. Área 1=Mata nativa 1; Área 2=Mata nativa 2; Área 3=Mata nativa 3.....	44

CAPÍTULO II

FIGURA 1. Localização do estado de Mato Grosso do Sul, Município de Bonito e dos cinco sistemas agroflorestais biodiversos envolvidos no estudo.....	60
FIGURA 2. Usos múltiplos de espécies arbóreas e arbustivas em sistemas agroflorestais biodiversos no Município de Bonito, na região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, em 2015. AL=Alimentação, AP=Apicultura, AV=Adubação verde, MC=Medicinal, MR=Madeira, FT=Frutífera, SM=Sementes, AF=Atrativa à fauna, OR=Ornamental, AR=Artesanato.....	77

FIGURA 3. Estoque de carbono em t C $0,5 \text{ ha}^{-1}$, acumulado na parte aérea de espécies arbustivas e arbóreas em sistemas agroflorestais biodiversos no Município de Bonito, região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, em 2015, utilizando-se diferentes equações alométricas. Equações: 1 e 2 (HIGUCHI et al., 1998); 3 (AMARO et al., 2013); 4 (REZENDE et al., 2006); 5 (TANIZAKI, 2000); 6 e 7 (BROWN et al., 1989).....82

FIGURA 4. Estoque de carbono (t C ha^{-1}) acumulado na parte aérea de espécies arbustivas e arbóreas em sistemas agroflorestais biodiversos no Município de Bonito, região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, em 2015, utilizando-se a equação alométrica proposta por Brown et al. (1989) para os cálculos.....83

CAPÍTULO III

FIGURA 1. Localização do Estado de Mato Grosso do Sul, Município de Bonito e dos sistemas agroflorestais biodiversos estudados.....98

RESUMO GERAL

Os sistemas agroflorestais biodiversos (SAFs) possuem grande potencial para a produção de alimentos, geração de renda e restauração de áreas degradadas, dependendo dos tipos de arranjos e composição das espécies vegetais presentes nesses agroecossistemas. Nesse contexto, desenvolveu-se um estudo com o objetivo de gerar informações que sirvam de referenciais técnicos para orientar a implantação e condução de novos sistemas agroflorestais biodiversos na região Sudoeste de Mato Grosso do Sul. O estudo foi realizado durante o período de março a agosto de 2015, no Município de Bonito, envolvendo cinco SAFs biodiversos, com idades entre dez e quinze anos, formados por diferentes arranjos e densidades de espécies arbóreas e arbustivas. Os resultados obtidos deram origem a três capítulos dessa dissertação. No primeiro capítulo trata da “Composição florística de sistemas agroflorestais biodiversos como alternativa para a recuperação de áreas degradadas”. Para tal, foi avaliada a composição florística de cinco SAFs, e a similaridade florística desses sistemas foi comparada com três áreas de referência com vegetação nativa, localizadas na região do estudo, as quais foram estudadas por outros autores. Em cada sistema agroflorestal foram demarcadas 50 parcelas de 10 x 10 m, distribuídas ao acaso, sendo que em cada parcela todos os indivíduos de espécies florísticas com altura superior a 1,50 m foram amostrados. Constatou-se a presença de 1496 indivíduos que pertencem a 139 espécies e estas a 46 famílias botânicas, destacando-se nos SAFs 4 e 3 a composição florística com maior quantidade de indivíduos e famílias botânicas, além de maior abundância de espécies arbóreas nativas, destacando-se as zoocóricas quanto à síndrome de dispersão. Esses SAFs também apresentam maior quantidade de espécies dentre as classes sucessionais: primária, secundária inicial e secundária tardia. Esses sistemas demonstram alta similaridade entre si, quando comparados com as áreas de vegetações nativas 1 e 3, e dissimilaridade em relação às outras áreas. Assim, os SAFs 4 e 3 se destacam, pois possuem composição florística que contribuem para a restauração ambiental, destacando-se como importante alternativa para a recuperação de áreas degradadas. Já no segundo capítulo versa-se sobre o “Potencial de uso múltiplo de espécies arbóreas e arbustivas em sistemas agroflorestais biodiversos e estimativa de estoque de carbono na parte aérea das plantas utilizando-se diferentes equações alométricas nos cálculos”. Todos os indivíduos arbóreos e arbustivos com altura superior a 1,50 m foram aferidos a circunferência à altura do peito, bem como a altura das plantas, para estimar o estoque de carbono. Para calcular o estoque de carbono foram utilizadas diferentes equações alométricas. As espécies arbustivas e arbóreas presentes nos SAFs estudados foram classificadas e identificadas em dez potenciais formas de usos, utilizando-se de pesquisas bibliográficas para tal. Os SAFs 4 e 3 se destacaram quanto às formas de usos, tais como: medicinal, alimentação e madeira, atratividade à fauna, ornamental, apicultura e artesanatos. A partir da utilização das equações alométricas, constatou-se estocagem média de carbono de 58, 626 t C ha⁻¹ nos cinco SAFs biodiversos avaliados, sendo que os SAFs 4 e 3 apresentaram maior média de carbono acumulado na parte aérea das plantas. Com a utilização das equações alométricas 2, 5, 6 e 7, chegou-se a resultados semelhantes quanto ao estoque de carbono na parte aérea das plantas nos SAFs, apresentando níveis de adequabilidade semelhantes. No capítulo 3 aborda-se sobre a valorização econômica de alguns serviços ambientais prestados pelos SAFs, identificados de acordo com a percepção de agricultores. O estudo foi realizado a partir de entrevistas realizadas com os agricultores responsáveis pelos sistemas, utilizando-se um roteiro semiestruturado, com questões abertas e fechadas, cujos resultados foram avaliados e analisados conforme a escala de Likert de 0 a 10, com base na média. Outra avaliação realizada, foi o grau médio de importância, que inclui indicadores de sustentabilidade, atribuído a partir de consultas a nove especialistas de diferentes regiões do Brasil, obtendo as informações por meio do preenchimento de um questionário. O fator de ponderação das variáveis intangíveis foi calculado a média do grau de importância de cada serviço ambiental e dos indicadores elencados pelos especialistas, através de um roteiro. Utilizou-se uma adaptação do método de valoração de serviços ambientais como alternativa simplificada para quantificação econômica, através do Valor Estimado de Referência para Benefícios Ambientais (VERB), a partir de variáveis quantificadas, como o estoque de carbono na parte aérea de espécies arbustivas e arbóreas dos SAFs. Já para as variáveis intangíveis foram avaliados os serviços de provisão, serviços de regulação, serviços culturais e serviços de suporte e apoio. Os resultados mostram que os cinco SAFs estariam aptos a receber uma quantia total de R\$4.157,70 ano⁻¹ e, em média, R\$841,54 ano⁻¹ pelo serviço de fixação e estocagem de carbono, destacando-se o SAF 4, o qual estaria apto a receber R\$1.674,46 ano⁻¹

¹ pelo serviço de fixação e estocagem de carbono. O somatório das variáveis intangíveis pelas variáveis quantificáveis dos cinco SAFs gerou VERB médio igual há R\$280.298,37 ano⁻¹, que corresponde a R\$23.358,19 mês⁻¹. O maior valor de VERB foi atribuído ao SAF 4 com R\$669.784,00. Esses valores podem ser entendidos como quantias a serem pagas ao agricultor para incentivá-lo a manter SAFs biodiversos, que prestam serviços ambientais à sociedade. Os resultados de estudos da composição florística, do potencial de uso múltiplo das espécies arbustivas e arbóreas, da estimativa do estoque de carbono e da valoração econômica de serviços ambientais prestados pelos SAFs biodiversos, evidenciam que esses sistemas são alternativas estratégicas para recuperação de áreas degradadas.

Palavras-chave: Diversidade florística, potencial de uso, estoque de carbono, valoração econômica, serviços ambientais.

GENERAL ABSTRACT

The biodiverse agroforestry systems (AFSs) have great potential for food production, income generating and restoration of degraded areas, depending on the types of arrangements and composition of plant species present in these agroecosystems. In this context, It has been developed a study with the objective of generating information to serve as a technical reference to guide the implementation and conduct of new biodiverse agroforestry systems in the Southwest region of Mato Grosso do Sul. The study was conducted during the period from March to August 2015, in the municipality of Bonito, involving five biodiverse AFSs, aged between ten and fifteen years, formed by different arrangements and densities of arboreal and shrubby species. The results obtained led to three chapters of this dissertation. The first chapter deals with the "floristic composition of biodiverse agroforestry systems as an alternative for the recovery of degraded areas." To this end, it was evaluated the floristic composition of five AFSs, and the floristic similarity of these systems was compared with three reference areas with native vegetation, located in the study area, which were studied by other authors. In each agroforestry system there have been marked 50 plots of 10 x 10 m, distributed at random, and in each plot all individuals of floristic species taller than 1.50 m were sampled. It was found the presence of 1496 individuals belonging to 139 species and these to 46 botanical families, highlighting in AFSs 4 and 3 the floristic composition with greater number of individuals and botanical families, and besides a greater abundance of native arboreal species, highlighting the zoochorous as to the dispersion syndrome. These AFSs also have more species among the successional classes: primary, early secondary and late secondary. These systems show high similarity to each other when compared with the native vegetation areas 1 and 3, and the dissimilarity in relation to other areas. Thus, AFs S 4 and 3 stand out because they have floristic composition that contribute to environmental restoration, highlighting as an important alternative for the recovery of degraded areas. As to the second chapter it is about the "Potential for multiple use of arboreal and shrubby species in biodiverse agroforestry systems and carbon stock estimates in the aerial part of plants using different allometric equations in the calculations." All arboreal and shrubby individuals with over 1.50 m height were measured the circumference at breast height as well as plant height to estimate the carbon stock. To calculate the carbon stock different allometric equations were used. The shrubby and arboreal species present in AFSs studied were classified and identified in ten potential forms of uses, using literature searches for it. The AFSs 4 and 3 stood out as the forms of uses, such as medical, food and wood, attractiveness to fauna, ornamental, apiculture and handicrafts. From the use of allometric equations, it was found average carbon storage of 58, 626 t C ha⁻¹ in the five biodiverse AFSs evaluated, and the AFSs 4 and 3 showed higher average of accumulated carbon in the aerial part of plants. Using the allometric equations 2, 5, 6 and 7, it was reached similar results as to the stock of carbon in the aerial part of the plants in AFSs with similar levels of adequacy. In chapter 3 we discuss about the economic valuation of some environmental services provided by AFS, identified according to the perception of farmers. The study was conducted from interviews with farmers responsible for systems, using a semi-structured script with open and closed questions, the results were evaluated and analyzed according to the Likert scale of 0 to 10, based on the average. Another evaluation carried out, was the average level of importance, including sustainability indicators, assigned from consultations to nine experts from

different regions of Brazil, getting the information by completing a questionnaire. The weighting factor of intangible variables was calculated the average of the degree of importance of each environmental service and indicators listed by the experts through a script. It was used an adaptation of the environmental services valuation method as simplified alternative to economic quantification, by Reference Estimated Value for Environmental Benefits (REVB), from quantified variables, such as the stock of carbon in aerial part of shrubby and arboreal species of AFSs. As for the intangible variables it was evaluated the provision of services, regulating services, cultural services and support services and staff. The results show that the five AFSs would be able to receive a total amount of R \$ 4,157.70 year⁻¹ and on average R \$ 841.54 year⁻¹ by fixing service and carbon storage, highlighting the AFS 4, which would be able to receive R\$ 1674.46 year⁻¹ by fixing service and carbon storage. The sum of intangible variables by quantifiable variables of the five AFSs generated average REVB equal to R\$ 280,298.37 year⁻¹, which corresponds to R\$ 23,358.19 month⁻¹. The greatest value of REVB was assigned to AFS 4 with R\$ 669,784.00. These values can be understood as amounts to be paid to farmers to encourage them to keep biodiverse AFSs, providing environmental services to society. The results of studies of floristic composition, multiple use potential of the shrubby and arboreal species, the estimate of carbon stock and economic valuation of environmental services provided by biodiverse AFSs, show that these systems are strategic alternatives for recovery of degraded areas.

Keywords: floristic diversity, potential use, carbon stock, economic valuation, environmental services.

1. Introdução geral

A grande expansão das atividades agropecuárias na região Sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul e o uso de práticas inadequadas de manejo do solo podem contribuir para o surgimento cada vez maior de áreas degradadas, comprometendo a qualidade ambiental, acarretando a redução da fertilidade do solo e do autofuncionamento de agroecossistemas, tornando-os altamente dependentes de insumos externos (SILVA, 2011; NEITA, ESCOBAR 2012). Esse processo representa riscos à conservação do meio ambiente devido à redução drástica da biodiversidade, o aumento de áreas degradadas e contaminação de mananciais de água com sedimentos, princípios ativos que compõem agrotóxicos e até com elementos químicos que participam de formulações de fertilizantes sintéticos.

Em específico, a região onde o município de Bonito está inserido, no Estado de Mato Grosso do Sul, até o final da década de 1980 teve na agropecuária a principal atividade econômica, baseada na pecuária de corte, lavouras de soja e milho. A extração do calcário possuía relativa importância. Com o crescimento da agropecuária, principalmente por cultivos agrícolas, como soja e milho, tem-se aumentado o uso indiscriminado de agroquímicos, causando elevados níveis de poluição das águas, do solo, da atmosfera e dos sistemas biológicos nos agroecossistemas, potencializando o ciclo de crescente destruição dos ecossistemas, resultando em aumento expressivo da perda da biodiversidade e de áreas degradadas (SANDRI et al., 2013).

No entanto, a região de Bonito passou por transformações significativas ao longo do tempo, em função da preocupação ambiental, pois partiram de uma economia baseada na agropecuária extensiva para o cenário do turismo nacional e internacional. A pecuária é considerada a segunda atividade de maior importância econômica, com predominância do cultivo de soja (CERDOURA; GARDIN, 2008).

Diante disso, destaca a importância ecológica e das belezas cênicas da região de Bonito, MS, devido às características geográficas e paisagísticas, com rios, cachoeiras, grutas e paisagens naturais com amplo potencial turístico como fonte de renda (VIEIRA, 2003). Ressalta-se, também, que a manutenção e preservação da integridade dos ecossistemas locais representam a manutenção de importantes áreas de preservação de espécies animais e vegetais e conservação dos recursos naturais.

Cabe relatar que a região de Bonito, MS, possui uma flora arbórea diversificada, havendo a necessidade do aumento de pesquisas sob o ponto de vista florístico, pois a cobertura vegetal pode diferenciar de acordo com as características climáticas de cada microrregião e também depende das interações das espécies arbóreas nativas e exóticas (FOLTRAN et al., 2010).

É notório que há necessidade de reduzir os problemas ambientais provocados pelo modelo de agricultura predominante, através do desenvolvimento de sistemas de produção que visam à produção de alimentos, seguindo o escopo do desenvolvimento sustentável, com viabilização de ganhos econômicos por meio da agricultura integrada com o meio ambiente, de forma harmônica, primando pela adoção de tecnologias e práticas que resultem na melhoria da qualidade da vida (BRANDT et al., 2012; TEIXEIRA et al., 2014).

Nesta ótica, são difundidos os sistemas agroflorestais biodiversos (SAFs) que são concebidos e conduzidos sob bases agroecológicas, sendo definidos como uma modalidade de uso integrado da terra para fins de produção florestal, agrícola e pecuário, tendo como características a presença deliberada de componentes florestais para fins de produção de alimentos e prestação de serviços ambientais (NAIR, 1985; SINCLAIR, 1999; SANTOS; PAIVA, 2002; LOPES et al., 2013).

Ressalta-se que os SAFs biodiversos implantados por agricultores familiares em diferentes regiões do Brasil contribuem para o avanço no conhecimento sobre o potencial desses sistemas para restauração ecológica, melhoria da qualidade e fertilidade do solo, desenvolvimento produtivo das espécies florestais, fixação biológica de nitrogênio, prestação de serviços ambientais e geração de renda, através de ações e estratégias participativas de observação, monitoramento e experimentação, assim revelando-se o potencial econômico,

social e ambiental desses sistemas (SOUZA; PIÑA-RODRIGUES, 2013; PADOVAN; CARDOSO, 2013).

Destaca-se a importância do conhecimento acerca do potencial dos arranjos de SAFs biodiversos proporcionarem a geração de renda, preservação e recuperação de áreas degradadas tais como: Áreas de Preservação Permanente (APP) e Áreas de Reserva Legal (ARLs) (PADOVAN; CARDOSO, 2013). Lunz e Franke (1998) consideram o desenho ideal de SAFs em que as plantas possam beneficiar-se de condições favoráveis fornecidas mutuamente e se complementem, explorando os perfis vertical e horizontal de forma diferenciada, de modo a otimizarem ao máximo os recursos naturais disponíveis, que se obtenha maior efeito benéfico dos arranjos e com menor competição.

De acordo com o arranjo do SAF estabelecido, pode contribuir no uso dos recursos naturais, devido às funções biológicas e socioeconômicas, pois a presença de árvores no sistema gera benefícios diretos e indiretos para o ser humano, como os serviços ambientais, destacando-se o controle da erosão, manutenção e melhoria da fertilidade do solo, o aumento da biodiversidade, produção de alimentos e a diversificação da produção, dentre outros (BAGGIO, 1992; SANTOS et al., 2000; RODRIGUES, 2013). Destaca-se, também, o potencial de serem convertidos em valoração ambiental, aumentando o valor agregado da propriedade agrícola, com objetivo de tornar visíveis e valorizar os benefícios concedidos pelos ecossistemas (RODRIGUES et al., 2013; SAMPAIO, 2013).

No município de Bonito registram-se iniciativas de agricultores apoiados por Organizações não Governamentais – ONGs e instituições públicas que implantaram SAFs biodiversos. Entretanto, pouco se conhece sobre a diversidade de arranjos desses sistemas com potencial para produção de alimentos, geração de renda e recuperação de áreas degradadas (COUTINHO et al., 2011).

Diante do potencial de diversificação em SAFs, ressalta-se o uso múltiplo das espécies arbóreas por meio da multifuncionalidade dos produtos florestais, tais como a madeira, frutos, sementes, óleos, fibras para artesanatos, entre outros, dependendo da região e dos objetivos dos agricultores. Essas múltiplas possibilidades tornam esses sistemas viáveis, pois contribuem para a segurança alimentar, o bem-estar social e econômico dos produtores rurais e à conservação dos recursos naturais (ALMEIDA et al., 2012; ARCO-VERDE et al., 2013).

Neste contexto, aumenta-se a importância do desenvolvimento de pesquisas para gerar informações e conhecimentos referentes a esses sistemas na região Sudoeste do MS, uma vez que possui condições edafoclimáticas favoráveis para ampla adoção dos SAFs, que tem sido

recomendado como alternativa econômica e também na recuperação de solos degradados, principalmente para a agricultura familiar (AGUIAR et al., 2008).

Evidencia-se a necessidade de ampliar os conhecimentos concernentes a esses agroecossistemas, uma vez que há grande carência de pesquisas e de referenciais técnicos na região para dar suporte à implantação e condução de SAFs biodiversos, que contemplem de forma adequada a produção de alimentos para subsistência das famílias envolvidas, a geração de renda e recuperação ambiental, justificando a realização desse estudo.

Assim, a partir dos referenciais acima discutidos, é notório a importância de gerar conhecimentos sobre os arranjos de espécies vegetais nas diferentes regiões. Nesse contexto desenvolveu-se um estudo envolvendo cinco sistemas agroflorestais biodiversos localizados no Município de Bonito, Sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul, com o objetivo geral de gerar informações que sirvam de referenciais técnicos para orientar a implantação e condução de novos sistemas agroflorestais biodiversos na região, contemplando a produção de alimentos, geração de renda e recuperação ambiental.

Os resultados obtidos foram apresentados e discutidos em três capítulos que compõem a dissertação, os quais são escritos sob a forma de artigos, sendo: 1º) Composição florística de sistemas agroflorestais biodiversos como alternativa para recuperação de áreas degradadas na região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, Brasil; 2º) Uso múltiplo e estoque de carbono da composição florística em sistemas agroflorestais biodiversos da região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, Brasil e 3º) Valoração econômica de serviços ambientais prestados por sistemas agroflorestais biodiversos na região Sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil.

1.1 Histórico das áreas dos sistemas agroflorestais biodiversos estudados

Os solos dos cinco SAFs estudados são aptos à prática agrícola desde que corrigida sua acidez. Além dos SAFs, a pecuária leiteira é bem desenvolvida, porém em menor escala. Os agricultores familiares da região também possuem a suinocultura e a criação de galinhas caipiras. As propriedades dispõem de APPs, com vegetação natural em estágio avançado de regeneração, sendo compreendida em região de várzeas nas nascentes do Rio da Prata, cujas águas drenam para o Rio Miranda, que por sua vez é afluente do Rio Paraguai (LACERDA et al., 2007).

As áreas dos cinco SAFs possuem histórico de utilização do solo por várias décadas com cultivos de *Glycine max* L. (soja) e *Zea mays* (milho), utilizando-se práticas de manejo

com intenso uso de agroquímicos para fertilização do solo e o controle de pragas e doenças nas culturas.

No ano de 2000, por intermédio Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), cada agricultor tomou posse de uma área de 16 hectares. Em 2005, os agricultores receberam incentivos de organizações não governamentais como a Fundação Neutrópica e o Instituto das Águas da Serra da Bodoquena–IASB, em parceria com instituições públicas como a Embrapa Solos – CNPS, Embrapa Agropecuária Oeste – CPAO, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural – AGRAER e o Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul – IMASUL, através do projeto GEF Rio Formoso, entre 2005 e 2010, com a finalidade de contribuir para a conservação e uso sustentável dos recursos naturais (solo, água e biodiversidade) e promover o controle da degradação na Bacia Hidrográfica do Rio Formoso, município de Bonito, em Mato Grosso do Sul. Para tanto, o projeto teve como estratégia o envolvimento das organizações locais para promover o uso multifuncional da terra e o manejo agroecológico, integrando a produção rural com a conservação dos recursos naturais (COUTINHO et al., 2011). A seguir será apresentado o histórico específico de cada área dos cinco SAFs.

SAF 1- O Sítio Rancho do Chuca localiza-se nas coordenadas geográficas entre latitude 21°21'29,2"S e longitude 56°35'11,9" W. A propriedade está sob a responsabilidade do Sr. Antônio Batista Morais.

Entre os anos de 2000 e 2005, o agricultor trabalhou com *Manihot esculenta* Crantz (mandioca) e pecuária leiteira na área total do sítio. Em 2005, iniciou a implantação do SAF biodiverso com tamanho de 0,65 hectares, ao redor da casa, com objetivo da produção de alimentos, geração de renda e recuperação da área degradada, inicialmente implantando manivas de mandioca. Em seguida realizou a implantação de mudas de várias espécies arbóreas nativas e exóticas, dispondo-as ao acaso.

Para a melhoria do solo, foram utilizados materiais orgânicos oriundos da propriedade, como o esterco bovino e composto orgânico preparado com restos culturais, também produzidos no local.

Para melhoria da qualidade do solo utilizou plantio adubos verdes como o *Cajanus cajan* (feijão-guandu) e *Mucuna pruriens* L. (mucuna-verde). Durante a condução do SAF foram realizados manejos de podas de galhos das árvores, e também foram plantadas mudas, conforme características sociais, culturais e econômicas do agricultor.

No início do sistema, houve a necessidade do controle de pragas como a vaquinha, fede-fede e formigas cortadeira, para as quais utilizaram-se caldas de fumo e de extrato de nim, bem como calda bordalesa, para controle de algumas doenças.



Figura 1. Vista parcial do sistema agroflorestal 1, no Sítio Rancho do Chuca, em Bonito, MS.

SAF 2 - Localiza-se na Chácara Vitória, que situa-se nas coordenadas geográficas entre a latitude de 21°21'40,7"S e longitude de 56°35'48,1"W, e está sob a responsabilidade do Sr. Geraldo Trelha. Do ano 2000 a 2003, o agricultor dedicou-se à pecuária leiteira, enfrentando dificuldades no manejo dos animais e da pastagem, devido à degradação do solo oriunda do manejo anterior do solo.

Além disso, os animais ficavam expostos diretamente ao sol por falta de árvores na pastagem. Assim, surgiu o interesse de melhorar o microclima ao redor da casa, aliado à produção de alimentos, geração de renda e recuperação ambiental.

Em 2003, iniciou-se a implantação do SAF biodiverso com tamanho de 0,5 hectare (Figura 2). Na ocasião, foi realizada análise de solo; em seguida, procedeu-se a calagem e aplicação de esterco bovino misturado com folhas em processo de decomposição, para melhoria da fertilidade do solo.

Após esses procedimentos, realizou-se o plantio de culturas como *Cucurbita moschata* Duch. (abóbora), *Ananas comosus* L. Merrill (abacaxi) e adubos verdes, com objetivo de manter a cobertura do solo.

Algumas mudas de espécies arbóreas nativas e exóticas foram plantadas em linhas. No início do SAF, houve a necessidade de controle de formigas cortadeiras, com formicidas.

Com intuito de auxiliar a manutenção da cobertura do solo, os galhos de podas das árvores e folhas sempre foram deixados na superfície do solo.



Figura 2. Vista parcial do sistema agroflorestal 2, na Chácara Vitória, em Bonito, MS.

SAF 3 - Localiza-se na Chácara Mongone e encontra-se nas coordenadas geográficas entre latitude 21°22'42,6"S e longitude 56°35'52,7"W; está sob a responsabilidade do Sr. Nelson Antônio Tomeleiro. A implantação do sistema foi iniciada no ano 2000, com objetivos de produção de alimentos, geração de renda, melhoria do clima, quebra-ventos e recuperação ambiental, e ocupa área de 01 ha.

No início do SAF, o agricultor implantou as espécies arbóreas intercaladas com *C. moschata* (abóbora), *Zea mays* L. (milho), *M. esculenta* (mandioca), *Saccharum officinarum* L. (cana-de-açúcar), *Musa paradisiaca* L. (banana), *Passiflora edulis* Sims (maracujá) e *A. comosus* (abacaxi).

Além disso, semeou adubos verdes como a *C. juncea*, *M. pruriens* e *Canavalia ensiformes* L. (feijão de porco), que foram roçados e mantidos sobre o solo como cobertura morta, com o objetivo de contribuir para a melhoria da fertilidade do solo.

Foi realizada análise de solo e correção com calcário, e também utilizados esterco bovino e cama de frango antes do plantio das mudas. No início do sistema, houve a necessidade do controle de insetos-praga, utilizando-se extrato de nim e calda de fumo com pimenta.

Para auxiliar na manutenção da cobertura do solo, os galhos e folhas das árvores são deixados sobre o solo. Nos três primeiros anos de implantação do SAF realizou-se rotação de culturas com *M. esculenta*, *Z. mays* e *S. officinarum*.

O SAF localiza-se próximo à mata ciliar, o que contribui para interações ecológicas entre a diversidade de espécies arbóreas nativas e os animais que percorrem essas áreas. Segundo o agricultor, “a propriedade está certificada como orgânica pelo Instituto Biodinâmico–IBD, desde 2010”.



Figura 3. Vista parcial do sistema agroflorestal 3, na Chácara Mongone, em Bonito, MS.

SAF 4- Esse SAF teve início em 2001 e possui área de 2,43 ha, sendo localizado ao redor da casa. Foi implantado com os objetivos de produção de alimentos, geração de renda, quebra-ventos, melhoria do clima e recuperação ambiental. Localiza-se nas coordenadas geográficas entre a latitude 21°20'23,7"S e longitude 56°35'05,3"W; situa-se na Chácara Boa Vista e está sob os cuidados do Sr. Francisco Marques Alves.

No início, o agricultor utilizou espécies arbóreas regenerantes e sementes da mata nativa situada próxima à propriedade para produzir mudas, das quais, parte foram plantadas em linhas e outras ao acaso. Antes do plantio das mudas, foi realizada análise de solo para correção com calcário e também foi utilizado esterco bovino, cama de frango, restos de palhada e cobertura com adubos verdes, tais como: *C. ensiformes*, *M. pruriens*, crotalária e *C. cajan* que contribuíram para a manutenção da cobertura do solo.

Também foi realizado o plantio de *S. officinarum* ao redor da área do SAF com o objetivo de utilizá-la como quebra-ventos e promover a proteção das mudas, bem como posterior uso pela família.

Nos primeiros anos do sistema, foram implantados o *Phaseolus vulgaris* L. (feijão-comum), *Z. mays*, *Oryza sativa* L. (arroz-sequeiro), *Citrullus vulgaris* Schrad. (melancia), *C. moschata* e *Abelmoschus esculentus* L. (quiabo) consorciados com as árvores.

As podas dos galhos das árvores são deixadas sobre o solo para a manutenção da umidade, aumento da matéria orgânica e melhoria da fertilidade do solo. No início do sistema, houve a necessidade de controle de pragas e doenças.

Devido o SAF estar próximo à mata ciliar contribuiu para o desenvolvimento do sistema, favorecendo a multiplicação de espécies arbóreas por animais dispersores, tais como: *Myrmecophaga tridactyla* (tamanduá), *Tayassu tajacu* (cateto), *Tayassu pecari* (queixada), *Leopardus pardalis* (jaguaritica), *Tapirus terrestris* (anta), *Dasypus novemcinctus* (tatu),

Chiroptera (morcego) e *Ramphastos toco* (tucano), que percorrem as áreas, contribuindo para as interações ecológicas entre as espécies nativas da região.



Figura 4. Vista parcial do sistema agroflorestral 4, na Chácara Boa Vista, em Bonito, MS.

SAF 5 - Esse SAF situa-se na Chácara Boa Vida, nas coordenadas geográficas entre latitude 21°21'40,3"S e longitude 56°35'49,8"W, o qual foi implantado pela Sr^a Élide Martins Aivi.

Quando adquiriu a propriedade, a agricultora iniciou atividade de pecuária leiteira e começou a produzir hortaliças e frutas próximo à casa. Em 2005, iniciou-se a implantação do SAF com área total de 0,5 ha, com interesse de melhorar o microclima ao redor da casa com espécies arbóreas nativas e exóticas, aliado à produção de alimentos. Não realizou a análise de solo antes da plantação das mudas, mas adicionou-se calcário e cinza nas covas para as arbóreas.

Nos primeiros anos após a implantação das arbóreas, incorporou-se no sistema algumas espécies de adubos verdes como a *M. pruriens*, *C. ensiformis*, *Ricinus communis* L. (mamona), para o controle de plantas espontâneas e melhoria do solo. No início do sistema, houve a necessidade de controle de pragas como o *Coptotermes gestroi* (cupim) e *Atta cephalotes* (formigas cortadeiras), com formicidas, mas após o equilíbrio ambiental essa prática foi abolida.

O SAF é constituído por árvores de diferentes idades, plantadas em linhas, pois a agricultora vem implantando novas mudas a cada ano. Na sequência, uma vista parcial da área antes e após a implantação do SAF (Figura 5). Segundo a agricultora, “a pulverização de venenos pelos vizinhos prejudica a produção, pois sente cheiro de veneno no ar”.



Figura 5. Vista parcial da área antes e depois da implantação do sistema agroflorestal 5, na Chácara Boa Vida, em Bonito, MS.

2. Referências bibliográficas

AGUIAR, M. I.; MAIA, S. M. F.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S.; FILHO, J. A. A. Perdas de solo, água e nutrientes em sistemas agroflorestais no município de Sobral, CE. **Revista Ciência Agronômica**, Sobral, CE, v. 37, n. 3, p. 270-278, 2008.

ALMEIDA, L. S.; GAMA, J. R. V.; OLIVEIRA, F. A.; CARVALHO, J. R. P.; GONÇALVES, D. C. M.; ARAÚJO, G. C. Phytosociology and multiple use of forest species in a logged forest in Santo Antonio community, municipality of Santarém, Pará state. **Acta Amazonica**, Manaus, AM, v. 42, n. 2, p. 185-194, 2012.

ARCO VERDE, M. F.; AMARO, G. C.; SILVA, I. C. Sistemas agroflorestais: conciliando a conservação do ambiente e a geração de renda nas propriedades rurais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS. 2013. Ilhéus, BA. **Anais...** Ilhéus, BA: 2013.

BAGGIO, A. J. Alternativas agroflorestais para recuperação de solos degradados na região Sul do País. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS. EMBRAPA, 1992. Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba, PR: v.1. p. 126-131. 1992.

BRANDT, R.; ZIMMERMANN, H.; HENSEN, I.; MARISCAL, J. C.; RIST, S. Agroforestry species of the Bolivian Andes: an integrated assessment of ecological, economic and socio-cultural plant values. **Agroforestry systems**, v. 86, n. 1, p. 1-16, 2012.

CERDOURA, K. B.; GARDIN, C. Conhecendo o Município de Bonito, MS através do Olhar de seus Habitantes: Paisagens, Lugares e a Valorização da Experiência. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, 4, 2008, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF, p. 1-195, 2008.

COUTINHO, H. L. da C.; GARCEZ, A. J. S.; GIMENES, P. S.; INÁCIO, C. de T.; SEIDEL, E. R.; COSTA JR, E. D.; CARDOSO, S.; HERNANI, L. C.; MAURO, R. de A.; SILVA, M. P. **Promoção da Transição Agroecológica em Bonito, MS (Projeto GEF Rio Formoso)**. Embrapa solos, 2011, 21 p. (Embrapa Solos. Documentos, 138).

FOLTRAN, R.; CASTRO, G. S. A.; CUSCIOL, C. A. C; PERIM, L.; NEGRISOLI, E.; VELINI, E. D. Levantamento fitossociológico das comunidades de plantas infestantes em diferentes sistemas de rotação de culturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27. 2010. Ribeirão Preto, SP. **Anais...**, Ribeirão Preto, SP: v. 22, n. 2, p. 195-201. Centro de Convenções, 2010.

- LACERDA, L.; L.; ALBUQUERQUE, L. B.; MILANO, S. M. Z.; BRAMBILLA, M. Agroindustrialização de alimentos nos assentamentos rurais do entorno do Parque Nacional da Serra da Bodoquena e sua inserção no mercado turístico, Bonito/MS. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, Campo Grande, MS, v. 8, n. 1, p. 55-64, 2007.
- LOPES, R. de M. F.; FREITAS, V. L. de O.; BARBOSA, P. M. M. Structure of the tree component in areas of cerrado in São Tomé das Letras, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 37, n. 5, p. 801-813, 2013.
- LUNZ, A. M. P.; FRANKE, I. L. **Recomendações técnicas para desenho de sistemas agroflorestais multiestratos no Estado do Acre**. Embrapa Acre. 1998. 5 p. (Embrapa Acre. Comunicado Técnico, 87).
- MARTINS, J. C. R.; MENZES R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SANTOS, A. F.; NAGAI, M. Biomass productivity in agroforestry and traditional systems in the 'Cariri Paraibano'. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 17, n. 6, p. 581-587, 2013.
- MAIA, M. R.; OLIVEIRA, E.; LIMA, E. M. O uso do solo e a questão ambiental na região Sudoeste da Bahia-Brasil. **Revista Geográfica de América Central**, Costa Rica, SJ, v. 2, n. 47 p 1-15, 2011.
- NAIR, P. K.; R. Classification of agroforestry systems. **Agroforestry systems**, v. 3, n. 2, p. 97-128, 1985.
- NEITA, J. C.; ESCOBAR, F. The potential value of agroforestry to dung beetle diversity in the wet tropical forests of the Pacific lowlands of Colombia. **Agroforestry Systems**, v. 85, n. 1, p. 121-131, 2012.
- PADOVAN, M. P.; CARDOSO, I. M. Panorama da situação dos Sistemas Agroflorestais no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 9. Ilhéus, BA, 2013. **Anais/Palestra...** Ilhéus, BA: Instituto Cabruca, 2013. CD-ROM.
- PICHARILLO, P. T; OGASHAWARA, L. S.; CARDOSO-LEITE, E.; CASTELLO, A. C. D.; COELHO, S.; KORTZ, A. R.; VILLELA, F. N. J.; KOCH, I. Structure, floristic composition and successional characterization of fragments of Semideciduous Seasonal Forest in Southeast Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 38, n. 5, p. 799-809, 2014.
- RODRIGUES, D. M.; SILVA, M. M.; ALMEIDA, L. S.; SOUZA, T. R.; YARED, J. A. G.; SANTANA, A. C. Agrobiodiversidade e os Serviços Ambientais: Perspectivas para o Manejo Ecológico dos Agroecossistemas no Estado do Pará. **Revista Agroecossistemas**, Belém, PA, v. 4, n. 1, p. 12-32, 2013.
- SAMPAIO, J. A. G. **Disponibilidade de serviços ecossistêmicos de um sistema agroflorestal na região de Cerrado no Brasil Central**, 2013. 73 p. Monografia (Graduação em Gestão Ambiental). Universidade de Brasília, Planaltina, DF, 2013.
- SANDRI, E. A.; SILVEIRA, D.; MELLO, M. H. de; SIMEONI, L. A. A pesquisa-ação como ferramenta para informação sobre agrotóxicos: o caso de trabalhadores rurais da Zona da Mata, Rondônia, Brasil. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, Rondônia, AM, v. 5, n. 2, p. 51-61, 2013.
- SANTOS, A. J.; LEAL, A. C.; GRAÇA, L. R.; CARMO, A. P. C. Viabilidade econômica do sistema agroflorestal grevilea x café na região norte do Paraná. **Cerne**, Lavras, MG v. 6, n. 1, p. 089-100, 2000.

SANTOS, M. J. C.; PAIVA, S. N. Os sistemas agroflorestais como alternativa econômica em pequenas propriedades rurais: estudo de caso. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 12, n. 1, p. 135-141, 2002.

SILVA, Á. R. da. **Sistema agroflorestal sobre cultivo de leguminosas: fertilidade do solo, resistência a penetração e produtividade de milho e feijão-caupi**. 2011. 96 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal do Tocantins- UFT, Gurupi, TO, 2011.

SINCLAIR, F. L. A general classification of agroforestry practice. **Agroforestry Systems**, Kluwer Academic Publishers, v. 46, n. 2, p. 161-180, 1999.

SOUZA, P. B.; MEIRA NETO, J. A. A.; SOUZA, A. L. Diversity and phytosociological structure of a topographic gradient in Seasonal Semideciduous Forest of Mata Mumbaça, MG. **Cerne**, Lavras, MG, v. 19, n. 3, p. 489-499, 2013.

SOUZA, M. C. S.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Evaluation of forest species in agroforestry systems applied to restoration of degraded areas at ombrophylous forest, Paraty, Brazil-RJ. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 37, n. 1, p. 89-98, 2013.

TEIXEIRA, V. M.; PEREIRA, E. S.; FARIA, G. da S.; BRITO, J. P.; ROCHA, M. S.; SILVA, H. F. Agroecologia: uma estratégia sustentável para a conservação dos recursos hídricos na agricultura familiar em Rondônia. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, Rondônia, AM, v. 2, n. 1, p. 100-111, 2014.

VIEIRA, J. F. L. **Voucher**: único modelo de gestão da atividade turística em Bonito-MS. 2003. 138 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Local). Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, MS, 2003.

CAPÍTULO I

Composição florística de sistemas agroflorestais biodiversos como alternativa para recuperação de áreas degradadas na região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, Brasil

Floristic composition of biodiverse agroforestry systems as an alternative for the recovery of degraded areas in the Southwest region of Mato Grosso do Sul, Brazil

Resumo

Estudos florísticos em sistemas agroflorestais biodiversos (SAFs) auxiliam para compreender as potencialidades de seus arranjos em processos de restauração ambiental. Nesse contexto, desenvolveu-se um estudo com o objetivo de conhecer a composição florística de SAFs com potencial de recuperação de áreas degradadas, implantados no Município de Bonito, Sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul. Foi avaliada a composição florística de cinco SAFs biodiversos, e a similaridade florística dos SAFs comparada com três áreas de referência com vegetação nativa, localizadas na região do estudo. Em cada sistema agroflorestal foram demarcadas 50 parcelas de 10 x 10 m, distribuídas ao acaso, sendo que em cada parcela todos os indivíduos de espécies arbóreas e arbustivas com altura superior a 1,50 m foram amostrados. Nos cinco SAFs foram identificados 1496 indivíduos que pertencem a 139 espécies e estas a 46 famílias botânicas, destacando-se para os SAFs 4 e 3 com maior quantidade de indivíduos e famílias botânicas, bem como maior abundância de nativas, e também se destacaram quanto às espécies zoocóricas em relação à síndrome de dispersão. Esses SAFs também apresentaram maior quantidade de espécies arbustivas e arbóreas dentre as classes sucessionais: primária, secundária inicial e secundária tardia. Os SAFs 4 e 3 demonstram alta similaridade entre si quando comparados com as áreas de vegetações nativas 1 e 3, e dissimilaridade em relação às outras áreas. Assim, os SAFs 4 e 3 se destacam, pois possuem composição florística que promovem grandes contribuições à restauração ambiental.

Palavras-chaves: fitossociologia, produção de alimentos, restauração ambiental, vegetação ciliar.

Abstract

Floristic studies in biodiverse agroforestry systems (AFSs) help to understand the capabilities of its arrangements in environmental restoration processes. In this context, It was developed a study in order to know the floristic composition of AFSs with potential for recovery of degraded areas, implemented in the municipality of Bonito, Southwest State of Mato Grosso do Sul. It was evaluated the floristic composition of five biodiverse AFSs and the floristic similarity of AFSs compared with three reference areas with native vegetation, located in the study area. In each agroforestry system 50 plots of 10 x 10 m were demarcated, distributed at random, and in each plot all individuals of arboreal and shrubby species taller than 1.50 m were sampled. In the five AFSs 1496 individuals were identified belonging to 139 species and these to 46 botanical families, especially for AFS 4 and 3 with the highest number of individuals and botanical families as well as greater abundance of natives and also stood out as the zoochoric species relative to the dispersion syndrome. These AFSs also exhibited a higher amount of shrubby and arboreal species among the successional classes: primary, early secondary and late secondary. The AFSs 4 and 3 show high similarity to each other when compared with the areas of native vegetation 1 and 3, and dissimilarity in relation to other areas. Thus, AFSs 4 and 3 stand out because they have floristic composition that promote great contributions to environmental restoration.

Keywords: phytosociology, food production, environmental restoration, riparian vegetation.

1. Introdução

O desmatamento, a perda da biodiversidade e a exploração desordenada da utilização de terras, contribuem para a degradação dos ecossistemas e de recursos naturais. Esses problemas ambientais decorrem da remoção da cobertura vegetal nativa, simplificação dos agroecossistemas, manejo inadequado do solo, implantação de monoculturas e o uso intensivo de agroquímicos, podendo influenciar e comprometer os aspectos econômicos, sociais e ambientais (SILVA, 2011; REZENDE et al., 2013).

Diante desse contexto, evidencia-se a necessidade da valorização e a conservação da qualidade dos agroecossistemas diversificados, os quais contribuem para a manutenção da biodiversidade, de forma a favorecer o equilíbrio ecológico e a sustentabilidade da produção agrícola. Nos agroecossistemas diversificados preconiza-se a utilização de técnicas que potencializem os processos naturais, como a conservação do solo, a interação entre as plantas, a ciclagem e disponibilidade de nutrientes e o aumento da diversidade de espécies, que resultem na diminuição e até a eliminação de agroquímicos (RODRIGUES et al., 2013; TEIXEIRA et al., 2014).

Ressalta-se que um dos maiores desafios enfrentados pela humanidade é promover o desenvolvimento econômico e social, sem agredir o meio ambiente, uma estratégia é promover a interrelação entre inovações de práticas e processos com conhecimentos científicos e empíricos, visando criar alternativas que contribuam para reduzir danos ambientais nos agroecossistemas (SANTOS et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2013).

Nesse contexto, destacam-se como alternativa os sistemas agroflorestais (SAFs) biodiversos para harmonizar processos produtivos à manutenção e melhoria ambiental, na perspectiva da sustentabilidade. Nesses sistemas, associam-se plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas, culturas agrícolas, forrageiras e até animais, em uma mesma unidade de manejo, em arranjos espaciais compatíveis com as espécies vegetais existentes no sistema, com alta diversidade de espécies e interações entre estes componentes (NAIR, 1985; SOMARRIBA, 1992; LEITE, 2014).

Os SAFs biodiversos constituem-se em alternativas de produção agropecuária que minimizam efeitos negativos da intervenção humana, imitando ambientes naturais pela consorciação de várias espécies, elevando-se a diversidade dos agroecossistemas, favorecendo as interações benéficas entre as plantas de diferentes ciclos, portes e funções (YOUNG, 1997; FROUFE; SEOANE, 2011).

De acordo com Tabarelli et al. (1994) e Moretti et al. (2013), os estudos florísticos possibilitam a identificação de parâmetros quantitativos e qualitativos de uma comunidade vegetal, definindo a abundância e a diversidade das espécies. Estudos florísticos sobre os diferentes arranjos de SAFs mostram possibilidades de associações intraespecíficas, visando subsidiar ações voltadas ao manejo de preservação e manutenção da biodiversidade, aliada à geração de renda.

Santos (2009) realizou um estudo em Curitiba-PR, envolvendo a avaliação florística comparativa entre um SAF e um fragmento florestal. Constatou-se que as composições florísticas dos sistemas apresentaram similaridade média no padrão estrutural e o SAF representa uma alternativa de diversificação econômica na unidade produtiva familiar, conservando características estruturais similares à vegetação nativa. Esses estudos buscam compreender as interrelações de espécies da comunidade vegetal no mesmo espaço e tempo, referindo-se ao estudo quantitativo da composição, estrutura, funcionamento, dinâmica, história, distribuição e relações ambientais (MARTINS, 1989; RIBEIRO et al., 2013a).

Estudos realizados no Sudoeste do Estado do Mato Grosso do Sul identificaram composições florísticas bastante diversificadas, que além do Cerrado, possuem relações fitogeográficas com a Amazônia, floresta atlântica e floresta meridional, bem como características sociais, culturais, econômicas e fatores climáticos de cada região e propriedades, contribuindo com diferentes classificações de tipos ecológicos (PEREIRA et al., 2009; PADOVAN et al., 2011).

Na região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, destaca-se o município de Bonito, que é considerado um polo de grande destaque do ecoturismo em nível mundial, devido às características geográficas e paisagísticas, com rios de águas transparentes, cachoeiras, grutas, aliado a paisagens naturais com amplo potencial turístico, como fonte de renda e prosperidade para o município (VIEIRA, 2003).

Esse município passou por transformações significativas ao longo do tempo, partindo de uma economia baseada na agropecuária para o cenário do ecoturismo nacional e internacional. Porém, a agropecuária é considerada a segunda atividade de maior importância econômica, com predominância de soja e milho-safrinha, porém há extensas áreas com pecuária de corte e de menores áreas com cultivos de milho, feijão, mandioca e arroz (CERDOURA; GARDIN, 2008).

Ressalta-se que na região de Bonito possui grande diversidade de espécies arbóreas nativas aliadas às exóticas em SAFs, pois cada agricultor que adota esses sistemas, incorpora seu conhecimento sobre as múltiplas formas de aproveitamento dessas espécies. Assim, os

estudos florístico destacam ainda mais como ferramentas para o aumento do conhecimento a respeito das potencialidades dos desenhos de sistemas agroflorestais biodiversos quando comparados com áreas de vegetações nativas, pois os SAFs desempenham as funções de produção de alimentos, geração de renda e recuperação de áreas degradadas (PADOVAN et al., 2011; SILVA, 2012).

Tendo em vista a importância dos SAFs biodiversos para a região de Bonito, MS, a realização de estudos sobre diferentes arranjos de espécies vegetais, incluindo-se a classificação florística com base em suas características funcionais, e também quanto às classes sucessionais, a similaridade florística e à síndrome de dispersão, revestem-se de grande importância. Essas informações representam um caminho promissor para resolver importantes questões ecológicas em agroecossistemas e em áreas de mata nativa (PRADO JUNIOR et al., 2012; BUDKE et al., 2014).

Ressalta-se há poucos estudos florísticos desenvolvidos em SAFs biodiversos com diferentes arranjos arbóreos e arbustivos na região Sudoeste de Mato Grosso do Sul. Nesse contexto, desenvolveu-se um estudo com os objetivos de conhecer a composição florística de sistemas agroflorestais biodiversos com potencial de recuperação de áreas degradadas, implantados no Município de Bonito, na região Sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul.

2. Material e Métodos

O estudo foi realizado durante o período de março a agosto de 2015, no Município de Bonito, região Sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul (Figura 1), cujas coordenadas geográficas dos cinco SAFs estudados, estão entre 21°21'29,2"S e 56°35'11,9"W; 21°21'40,7"S e 56°35'48,1"W; 21°22'42,6"S e 56°35'52,7"W; 21°20'23,7"S e 56°35'05,3"W; 21°21'40,3"S e 56°35'49,8" W, respectivamente. A região possui predominância de cerrado arbóreo denso, florestas estacionais semidecíduais e matas estacionais semidecíduais aluviais (BUENO et al., 2007).

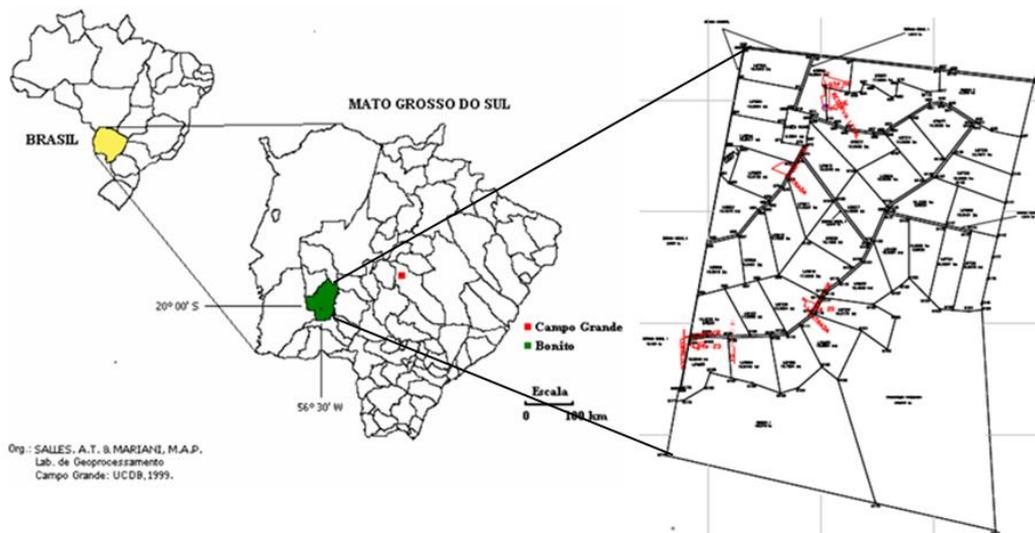


Figura 1. Localização do estado de Mato Grosso do Sul, município de Bonito e dos cinco sistemas agroflorestais biodiversos estudados.

Fonte: Cerdoura e Gardin (2008).

Para a realização do estudo foi realizado um levantamento para identificação dos SAFs existentes nos Municípios de Nioaque, Jardim, Guia Lopes da Laguna, Caracol, Bonito, Bodoquena e Bela Vista, pertencentes à região Sudoeste de Mato Grosso do Sul. Foram realizadas visitas aos representantes da Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural – AGRAER que oferecem Assistência Técnica e Extensão Rural aos agricultores familiares e também às Organizações não governamentais, tais como: a Fundação Neotrópica do Brasil e o Instituto das Águas da Serra da Bodoquena – IASB. Utilizou-se a metodologia “Bola de Neve”, proposta por Bailey (1994), na qual os representantes das instituições e agricultores indicam o próximo informante que trabalha com SAFs biodiversos.

Em seguida, todos os 15 (quinze) SAFs biodiversos encontrados na região foram visitados para conhecer a composição florística, porém selecionou-se 05 (cinco) para o estudo, os quais possuem maior riqueza de espécies, com idades entre dez e quinze anos, com diferentes composições de arranjos e densidades de espécies.

Foi realizada a comparação da similaridade florística dos cinco SAFs com três áreas de vegetação nativa localizadas na região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, que já haviam sido estudadas anteriormente, sendo: Mata Nativa 1 (ZAVALA, 2014), que compreende vegetação arbustivo-arbórea em gradiente topográfico, em Bonito, MS; Mata Nativa 2 (BATTILANI et al., 2005), corresponde a um trecho da mata ciliar do rio da Prata, em Jardim, MS, e a Mata Nativa 3 (BAPTISTA-MARIA et al., 2009) envolvendo florestas estacionais ribeirinhas.

Justifica-se a escolha desses trabalhos realizados em áreas de Matas Nativas, devido estarem geograficamente próximos e possuírem as mesmas características da diversidade arbórea dos SAFs avaliados, o que contribui para maior conhecimento da flora da região Sudoeste de Mato Grosso do Sul e o fornecimento de subsídios para restauração de áreas degradadas.

Cada sistema agroflorestal foi padronizado em 0,5 hectare (5000 m²), que foi dividido em 50 parcelas de 10 m x 10 m (100 m²), distribuídas ao acaso. Em seguida todos os indivíduos de espécies arbóreas com altura superior a 1,50 m foram aferidas as medidas de circunferência por meio de fita métrica, bem como a altura das plantas com o auxílio de hastes do podão. As espécies que possuem ramificações além do tronco principal, também tiveram suas circunferências medidas.

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 da Flora do Brasil (LEFB, 2012).

Após a coleta dos dados foi realizado um estudo dos descritores florísticos e estruturais, sendo determinado o número de indivíduos de cada espécie nos diferentes sistemas agroflorestais avaliados e também foram identificadas as espécies nativas do Brasil e as exóticas, através do cálculo das proporções para as espécies em cada SAF amostrado (MORO; MARTINS, 2011).

Para a caracterização da síndrome de dispersão das espécies, foram seguidos os critérios propostos por Van der Pijl (1982), em que os diásporos são classificados como Anemocóricos (Ane), pois dispersa suas sementes pelo vento; Zoocóricos (Zoo), cujas sementes são dispersas por animais, e Autocóricos (Auto), com dispersão explosiva e/ou por gravidade, com base nos trabalhos realizados por Gandolfi et al. (1995), Baptista-Maria et al. (2009), Bolfe e Batistella (2011), Froufe e Seoane (2011); Almeida et al. (2012), Abreu (2013), Budke et al. (2014) e Picharillo et al. (2014), os quais foram gerados através do cálculo das proporções da estratégia de dispersão para espécies em cada SAF estudado.

Para a classificação sucessional das espécies arbóreas presentes nos sistemas agroflorestais seguiu-se a classificação de Gandolfi et al. (1995), Lima et al. (2011), Oliveira et al. (2011) e Rocha et al. (2014), os quais indicam que para florestas semidecíduas brasileiras consideram-se espécies pioneiras aquelas que são dependentes de condições de maior luminosidade; as secundárias iniciais necessitam de condições intermediárias de sombreamento, e as secundárias tardias desenvolvem-se em ambientes permanentemente sombreados e crescem até alcançar o dossel. Existem espécies sem caracterização, ou seja,

aquelas que devido a carência de informações não puderam ser incluídas em nenhuma das categorias anteriores.

A composição florística dos cinco SAFs avaliados e das três áreas de mata nativas foram comparadas a partir da similaridade florística de agrupamento proposta pelo Índice de Bray-curtis (BRAY; CURTIS, 1957), que considera o número de espécies comuns entre as cinco áreas e o número de espécies exclusivas de cada área. Este índice tem como base a média de grupo, no qual o agrupamento é feito a partir da média aritmética dos elementos, em que os valores das ordenadas expressam as relações de similaridade entre os objetos indicados nas abscissas. Com os valores obtidos, foi gerado um dendrograma de similaridade usando-se o método de UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean). Foram utilizados os trabalhos realizados por Bolfe e Batistela (2011), Venzke et al. (2012), Pereira et al. (2013), Franco et al. (2014) e Kunz et al. (2014), para fins de comparação dos resultados.

As análises da composição florística e o cálculo do índice de diversidade de Shannon (H') (BROWER; ZAR 1984), foram realizadas com o auxílio do *software* FITOPAC (SHEPHERD, 1996).

3. Resultados e discussão

Os cinco sistemas agroflorestais biodiversos avaliados possuem uma riqueza de 139 espécies e 46 famílias botânicas, num total de 1496 indivíduos, sendo que as famílias mais expressivas em número de espécies, em ordem decrescente, foram: a Fabaceae (20), Anacardiaceae (10), Rutaceae (9), Myrtaceae (8), Sapindaceae (7), Moraceae, Arecaceae Bignoniaceae com (6) e a Meliaceae (5) (Tabela 1). Essas nove famílias representam 55,39% de todas as espécies presentes nos sistemas estudados e as demais famílias correspondem a 44,61%.

Tabela 1. Listagem das famílias e espécies com seus respectivos nomes populares, síndrome de dispersão, origem e classes sucessionais catalogadas: **SD** = síndrome de dispersão: **Zo** = zoocóricas, **Na** = anemocóricas, **Au** = autocóricas; **Org** = Origem: **NA** = nativa e **EX** = exótica; **CS** = classes sucessionais: **PI** = primária, **SI** = secundária inicial e **ST** = secundária tardia e **SAF** = sistema agroflorestral.

Família	Nome científico	Nome Popular	SD	Org	CS	Saf 1	Saf 2	Saf 3	Saf 4	Saf 5
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Caju	Zo	NA	SI	0	3	6	9	6
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Guaritá	An	NA	ST	0	0	0	5	0
Anacardiaceae	<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	Aroeira-brava	Zo	NA	PI	1	0	0	0	0
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Manga	Zo	EX		6	19	11	7	6
Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Aroeira-verdadeira	An	NA	ST	3	0	6	1	0
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Aroeira-pimenteira	Zo	NA	PI	1	0	0	1	0
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> L.	Cajá-mirim	Zo	NA	SI	4	3	2	1	6
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i> L.	Seriguela	Zo	EX		0	3	1	0	0
Anacardiaceae	<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	Umbú	Zo	NA	PI	0	0	0	4	0
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Peito-de-pomba	Zo	NA	SI	0	1	1	0	0
Annonaceae	<i>Annona cacans</i> Warm.	Araticum-cagão	Zo	NA	PI	0	0	2	1	2
Annonaceae	<i>Annona muricata</i> L.	Graviola	Zo	EX		0	0	0	0	1
Annonaceae	<i>Annona squamosa</i> L.	Fruta-do-conde	Zo	EX		0	2	1	0	0
Annonaceae	<i>Annona sylvatica</i> A.St.-Hil.	Biribá	Zo	NA	SI	0	0	0	6	0
Apocynaceae	<i>Aspidosperma cuspa</i> (Kunth) S.F. Blake ex Pittier	Peroba	An	NA	ST	0	1	6	4	35
Apocynaceae	<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K.Schum.	Chapéu-de-napoleão	Zo	EX		0	8	0	0	0
Aquifoliaceae	<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	Erva-mate	Zo	NA		19	0	0	0	0
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire et al.	Mandiocão	Zo	NA	PI	0	0	1	3	0
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Pinhão	Zo	NA	SI	0	2	0	0	0
Arecaceae	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	Macaúba	Zo	NA	SI	1	0	11	2	1
Arecaceae	<i>Attalea phalerata</i> Mart. ex Spreng.	Bacuri	Zo	NA	SI	0	0	3	1	0
Arecaceae	<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng	Babaçu	Zo	NA	ST	0	1	0	0	0
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco-gigante	Zo	NA	ST	0	3	28	0	0
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> var. <i>nana</i> Griff.	Coco-anão	Zo	NA	ST	0	0	0	1	0
Arecaceae	<i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc.	Guariroba	Zo	NA	ST	0	1	10	0	0
Asteraceae	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Alecrim-do-campo	An	NA	PI	13	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Gymnanthemum amygdalinum</i> (Delile) Sch.Bip. ex Walp.	Caferana	An	EX		0	1	0	0	1
Asteraceae	<i>Lessingianthus glabratus</i> (Less.) H.Rob.	Assa-peixe	An	NA	P	1	0	0	0	0

Família	Nome científico	Nome Popular	SD	Org	CS	Saf 1	Saf 2	Saf 3	Saf 4	Saf 5
Asteraceae	<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A.Gray	Flor-da-amazônia	An	EX		3	9	0	1	0
Asteraceae	<i>Vernonanthura ferruginea</i> (Less.) H.Rob.	Assa-peixe	An	NA	SI	0	0	0	1	0
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i> L.	Coité	Au	EX		0	2	0	0	0
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex A. DC.) Mattos	Ipê-amarelo	An	NA	ST	33	0	1	2	0
Bignoniaceae	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Ipê-roxo	An	NA	ST	21	1	1	0	0
Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-rosa	An	NA	ST	0	0	3	4	13
Bignoniaceae	<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.	Caroba	An	NA	ST	0	0	0	1	0
Bignoniaceae	<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	Ipê-branco	An	NA	PI	0	0	1	2	0
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i> L.	Colorau	Zo	NA	PI	0	12	0	1	25
Boraginaceae	<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	Capitão-do-campo	Zo	NA	SI	0	0	0	11	0
Boraginaceae	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Louro-pardo	Zo	NA	PI	0	0	0	1	0
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Breu	Zo	NA	ST	0	0	0	1	
Cactaceae	<i>Cereus hildmannianus</i> K.Schum.	Mandacará	Zo	NA	PI	0	0	0	1	0
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	Palma	Zo	NA	PI	0	0	0	1	0
Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Joá-mirim	Zo	NA	PI	0	0	2	0	0
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Candiúva	Zo	NA	PI	2	0	0	1	1
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	Mamão	Zo	EX		0	9	5	2	0
Caricaceae	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC.	Jaracatiá	Zo	NA	PI	0	4	0	7	1
Celastraceae	<i>Salacia elliptica</i> (Mart. ex Schult.) G.Don	Siputá/saputá	Zo	NA	SI	0	2	3	0	0
Chrysobalanaceae	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	Oiti	Zo	NA	SI	1	23	0	1	0
Combretaceae	<i>Terminalia argentea</i> Mart.	Capitão-do-campo	An	NA	PI	0	0	0	7	0
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	Sete-copas	Zo	EX		0	1	0	0	0
Ebenaceae	<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	Marmelinhodo-mato	Zo	NA	ST	0	0	2	0	1
Ebenaceae	<i>Diospyros kaki</i> Thunb.	Caqui	Zo	EX		0	0	0	0	1
Euphorbiaceae	<i>Jatropha curcas</i> L.	Pinhão-manso	Au	EX		0	0	0	2	0
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	Mamona	Au	EX		3	0	0	3	0
Fabaceae	<i>Acacia mangium</i> Willd.	Acácia-negra	Au	EX		0	1	0	0	0
Fabaceae	<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C. Sm.	Amburana	Au	NA	PI	1	2	2	1	2
Fabaceae	<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.	Angico-do-cerrado	Au	NA	PI	0	0	0	2	0
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Angico-branco	Au	NA	SI	0	1	0	12	13
Fabaceae	<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	Pata-de-vaca	Au	NA	PI	0	0	1	0	3

Família	Nome científico	Nome Popular	SD	Org	CS	Saf 1	Saf 2	Saf 3	Saf 4	Saf 5
Fabaceae	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Huth	Feijão-guandu	Zo	EX		0	0	1	2	2
Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Pau-d'óleo	Zo	NA	ST	0	0	0	8	0
Fabaceae	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	Flamboyan	Au	EX		0	1	0	0	0
Fabaceae	<i>Dipteryx alata</i> Vogel	Baru	Zo	NA	SI	1	2	2	0	4
Fabaceae	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Tamboril	Au	NA	PI	0	1	1	0	0
Fabaceae	<i>Erythrina variegata</i> L.	Brasileirinho	Au	EX		2	0	0	1	0
Fabaceae	<i>Guibourtia hymenaeifolia</i> (Moric.) J.Léonard	Falso-jatobá	Zo	NA	ST	0	0	0	5	0
Fabaceae	<i>Inga cylindrica</i> (Vell.) Mart.	Ingá-feijão	Zo	NA	PI	0	0	0	1	0
Fabaceae	<i>Inga uruguensis</i> Hook. & Arn.	Ingá-do-brejo	Zo	NA	SI	1	0	8	1	0
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Leucena	Au	EX		0	0	1	0	3
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Angico-da-mata	Au	NA	ST	0	0	1	1	0
Fabaceae	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Canafístula	Au	NA	PI	1	0	4	39	1
Fabaceae	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Amendoim-bravo	An	NA	SI	0	0	7	0	0
Fabaceae	<i>Samanea tubulosa</i>	Sete-cascas	Zo	NA	ST	0	0	0	3	0
Fabaceae	<i>Tamarindus indica</i> L.	Tamarindo	Zo	EX		0	5	1	1	2
Lamiaceae	<i>Vitex cymosa</i> Bertero ex Spreng.	Tarumã	Zo	NA	SI	1	0	0	1	0
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	Abacate	Zo	EX		1	18	3	3	2
Lythraceae	<i>Punica granatum</i> L.	Romã	Zo	EX		0	1	2	0	0
Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i> DC.	Acerola	Zo	EX		4	24	3	1	0
Malvaceae	<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	Paineira-rosa	An	NA	SI	0	1	0	0	0
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Mutambo	Zo	NA	PI	3	0	4	10	0
Malvaceae	<i>Sterculia striata</i> A.St.-Hil. & Naudin	Chichá	Zo	NA	SI	0	0	3	2	0
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	Nim	Zo	EX		0	1	1	5	0
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	An	NA	SI	0	2	3	3	1
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Marinheiro	Zo	NA	SI	1	1	1	0	0
Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i> Sw	Baga-de-morcego	Zo	NA	ST	0	0	0	1	0
Meliaceae	<i>Trichilia silvatica</i> C.DC.	Catiguá-branco	Zo	NA	PI	0	0	1	1	0
Moraceae	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Jaca	Zo	EX		0	9	1	2	0
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i> L.	Figueira-benjamina	Zo	EX		0	0	0	0	1
Moraceae	<i>Ficus carica</i> L.	Figo	Zo	EX		0	0	1	0	0
Moraceae	<i>Ficus guaranitica</i> Chodat	Figueira-branca	Zo	NA	SI	0	1	0	1	0

Família	Nome científico	Nome Popular	SD	Org	CS	Saf 1	Saf 2	Saf 3	Saf 4	Saf 5
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	Amora-brava	Zo	NA	PI	0	1	0	1	0
Moraceae	<i>Morus nigra</i> L.	Amora	Zo	EX		10	16	9	7	0
Moringaceae	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Moringa	An	EX		0	3	0	0	0
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Banana	Zo	EX		0	37	8	10	84
Myrtaceae	<i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O. Berg	Guavira	Zo	NA	PI	0	1	0	0	0
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Eucalypto	An	EX		0	4	6	9	0
Myrtaceae	<i>Eugenia dysenterica</i> (Mart.) DC.	Cagaita	Zo	NA	ST	18	0	1	4	0
Myrtaceae	<i>Eugenia florida</i> L.	Jamelão-do-campo	Zo	NA	PI	0	2	0	2	5
Myrtaceae	<i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel	Jabuticaba	Zo	NA	ST	0	2	3	5	1
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Goiaba	Zo	NA	PI	19	36	26	8	9
Myrtaceae	<i>Psidium guineense</i> Sw.	Araçá	Zo	NA	PI	1	0	0	0	0
Myrtaceae	<i>Syzygium jambolanum</i> (Lam.) DC.	Jamelão	Zo	EX		0	9	3	1	0
Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i> L.	Carambola	Zo	EX		0	0	2	1	0
Pinaceae	<i>Pinus tecunumanii</i> F. Schwerdtf. ex Eguiluz & J.P.Perry	Pinus	Au	EX		0	1	0	0	0
Poaceae	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad. ex J.C.Wendl	Bambu-brasileirinho	An	EX		0	1	0	0	0
Poaceae	<i>Phyllostachys aurea</i> Rivièrè & C. Rivièrè	Bambu-mirim	An	EX		1	0	0	0	0
Primulaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Capororoca	Zo	NA	PI	0	5	4	3	17
Proteaceae	<i>Macadamia integrifolia</i> Maiden & Betche	Macadâmia	Au	EX		0	1	0	0	0
Rhamnaceae	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	Uva-japonesa	Zo	EX		0	0	0	0	1
Rhamnaceae	<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	Cabriteiro	Zo	NA	PI	0	1	2	6	0
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Nêspera	Zo	EX		1	1	0	0	0
Rosaceae	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Pêssego	Zo	EX		0	1	5	2	2
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i> L.	Café	Zo	EX		1	6	2	1	4
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo	Zo	NA	ST	0	20	10	12	0
Rutaceae	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	Mamica-de-Cadela	Au	NA	SI	0	0	2	5	1
Rutaceae	<i>Citrus × latifolia</i> Tanaka ex Q. Jiménez	Limão-taiti	Zo	EX		3	1	1	5	0
Rutaceae	<i>Citrus × limonia</i> (L.) Osbeck	Limão-rosa	Zo	EX		3	3	2	0	1
Rutaceae	<i>Citrus aurantium</i> L.	Laranja-azedada	Zo	EX		0	15	0	6	0
Rutaceae	<i>Citrus deliciosa</i> Ten.	Mexirica	Zo	EX		0	0	2	0	0
Rutaceae	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Pokã	Zo	EX		3	9	7	4	6
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Laranja-pera	Zo	EX		4	11	6	7	7
Rutaceae	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	Murta	Zo	NA	ST	0	0	0	2	0

Família	Nome científico	Nome Popular	SD	Org	CS	Saf 1	Saf 2	Saf 3	Saf 4	Saf 5
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Mamica-de-Porca	Zo	NA	PI	1	1	2	7	0
Salicaceae	<i>Casearia rupestris</i> Eichler	Guaçatunga-grande	Zo	NA	PI	0	0	10	9	0
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Guaçatunga	Zo	NA	SI	0	0	0	17	0
Sapindaceae	<i>Averrhoidium paraguayense</i> Radlk.	Maria-preta	Zo	NA	SI	0	0	0	0	1
Sapindaceae	<i>Dilodendron bipinnatum</i> Radlk.	Maria-mole	Zo	NA	PI	0	0	0	1	0
Sapindaceae	<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	Timbó	An	NA	PI	0	0	0	1	0
Sapindaceae	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Camboatá-branco	Zo	NA	SI	0	0	0	2	0
Sapindaceae	<i>Melicoccus lepidopetalus</i> Radlk.	Água-pomba	Zo	NA	PI	4	1	0	1	0
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i> L.	Saboneteira	Zo	NA	ST	0	0	1	0	0
Sapindaceae	<i>Talisia esculenta</i> (A. St.-Hil.) Radlk.	Pitomba	Zo	NA	SI	0	0	4	3	2
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	Aguai/Leiteiro	Zo	NA	PI	0	1	0	0	0
Solanaceae	<i>Capsicum baccatum</i> L.	Pimenta-vermelha	Zo	NA	PI	0	3	0	3	0
Solanaceae	<i>Cestrum strigilatum</i> Ruiz & Pav.	Anilão	Zo	NA	PI	0	0	1	0	0
Solanaceae	<i>Solanum paniculatum</i> L.	Jurubeba	Zo	NA	PI	0	0	1	0	0
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Embaúba	Zo	NA	PI	2	1	3	9	2
Verbenaceae	<i>Cytharexylum myrianthum</i> Cham.	Pau-viola	Zo	NA	PI	0	0	0	1	0
Verbenaceae	<i>Duranta repens</i> L.	Pingo-de-ouro	Zo	EX		0	4	0	0	0

Essa variedade de famílias e espécies em SAFs biodiversos quando comparada com áreas de mata nativa, demonstra a importância da riqueza e abundância como bom indicador da manutenção da diversidade, potencializando várias interações ecológicas, principalmente as que envolvem espécies atrativas de vertebrados dispersores que exercem papel fundamental para a continuidade do processo sucessional (SOUZA et al., 2013; TEIXEIRA et al., 2014).

Vale destacar que a família Fabaceae, que representa maior quantidade de espécies nos SAFs, possui grande importância na recuperação de áreas degradadas, em função da fixação biológica de nitrogênio, e contribui para ativação e regulação dos recursos naturais disponíveis, favorecendo o surgimento de espécies mais exigentes em termos de fertilidade de solos (LOPES et al., 2013; SOUZA et al., 2013).

Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Lau e Jardim (2013) e Souza et al. (2013), os quais constataram que as famílias Fabaceae, Rutaceae, Myrtaceae e Arecaceae obtiveram resultados superiores na quantidade de espécies em Floresta de Várzea na área de proteção ambiental. Isto mostra que as riquezas das espécies nos SAFs estudados são semelhantes quando comparadas com áreas de floresta, demonstrando os SAFs biodiversos possuem potencial para recuperação de áreas degradadas.

A família Fabaceae possui maiores números de espécies em diferentes áreas estudadas, em função da importância estrutural de seus representantes para os sistemas (SANTOS et al., 2004; BATTILANI et al., 2005; SOUZA et al., 2013).

As famílias que se destacaram com maior número de indivíduos amostrados dentre os cinco SAFs estudados foram: Myrtaceae (175), Fabaceae (155), Rutaceae (127), Anacardiaceae (117) e Bignoniaceae (85), correspondendo a 44,05% dos indivíduos presentes nesses sistemas. Já a família botânica Bignoniaceae se destacou com maior quantidade de indivíduos (54) no SAF 1; a Myrtaceae com 52 no SAF 2; a Arecaceae obteve maior representatividade (52) no SAF 3 e a família Fabaceae destacou-se em quantidade de indivíduos (77) e (30), nos SAFs 4 e 5, respectivamente.

Destaca-se a família Myrtaceae com maior representatividade neste estudo em termos da quantidade de indivíduos, devido à sua grande capacidade de frutificação nos períodos mais secos do ano e o fornecimento de frutos com grande visibilidade que influenciam a preferência das aves, o que contribuem para a sua dispersão (RIBEIRO et al., 2013b; SARTORI et al., 2015). Os resultados mostram que todas as espécies nativas da família Myrtaceae amostradas, são zoocóricas, o que se reveste de grande importância, pois são fontes de alimento para a fauna silvestre, aumentando o potencial de recuperação de áreas degradadas.

Comparando as espécies com maior número de indivíduos nos SAFs biodiversos avaliados, observa-se a *Musa paradisiaca* L. (139), *Psidium guajava* L. (98), *Mangifera indica* L. (49); *Aspidosperma cuspa* (46); *Peltophorum dubium* (45), *Genipa americana* L. e *Morus nigra* L. (42); *Bixa orellana* L. (38); *Handroanthus chrysotrichus* (36); *Cocos nucifera* L. (31) *Myrsine umbellata* Mart. (29) e *Anadenanthera colubrina* (26), que correspondem a 41,51% do total dos indivíduos amostrados. Esses resultados evidenciam o potencial de SAFs biodiversos para preservação e manutenção das espécies nativas.

Analisando a quantidade de indivíduos de todas as espécies nos diferentes SAFs estudados, destacam-se o *Handroanthus chrysotrichus* (33), com maior representatividade no SAF 1; a *Musa paradisiaca* L. (37) se sobressai no SAF 2; *Cocos nucifera* L. (28) destaca-se no SAF 3; a *Peltophorum dubium* (39), no SAF 4, e a *Musa paradisiaca* L. (84) e a *Aspidosperma cuspa* (37) com maior quantidade de indivíduos no SAF 5.

Esses resultados mostram a diversidade de famílias e espécies nos SAFs biodiversos, pois esses sistemas são desenhados de acordo com as particularidades e características sociais, culturais e ambientais de cada agricultor, ou seja, cada propriedade pode apresentar vários tipos de classificações e de organização espacial e temporal das espécies arbóreas e arbustivas, devido à dinâmica da sucessão vegetal e o objetivo que busca atingir com a implantação do sistema (CHAVES et al., 2013; DONATO et al., 2014).

O maior número de espécies arbóreas foi constatado no SAF 4 (89); em seguida o SAF 3 (70), o SAF 2 (68), o SAF 5 (40) e por último o SAF 1 com 39 espécies, sendo que 57 (41%) espécies foram exclusivas de um SAF; e 27 (19,42%) espécies ocorreram em 3 SAFs; apenas 16 (11,51%) espécies foram comuns em 4 SAFs e por último 8 (5,75%) espécies foram comuns a todos os SAFs (100% de frequência), tais como *C. reticulata*, *C. sinensis*, *C. arabica*, *E. uniflora*, *M. indica*, *P. americana*, *P. guajava* e *T. indica*. Essas espécies são destinadas principalmente para a alimentação das famílias e também auxiliam na geração de renda.

Os gêneros que apresentaram maior riqueza de espécies nos cinco SAFs estudados foram: *Citrus* (6); *Annona* (4); *Ficus*, *Handroanthus* e *Spondias* (3); *Anadenanthera*, *Attalea*, *Casearia*, *Cocos*, *Cordia*, *Diospyros*, *Eugenia*, *Inga*, *Psidium*, *Terminalia*, *Trichilia* e *Zanthoxylum* (2), que representam 30,93% de todas as espécies amostradas. Os demais (96 gêneros) que somam 69,06%, apresentam apenas uma única espécie. Os gêneros com maior riqueza das espécies vegetais foram: *Citrus*, que são espécies introduzidas no sistema através da implantação de mudas pelos agricultores ou por meio de dispersão da avifauna. Já o *Annona* indica o caráter inicial do processo de restauração, pois estes compreendem espécies

que predominam em florestas alteradas, corroborando com resultados constatados por Rech et al. (2015), ao avaliarem a restauração florestal em áreas degradadas.

As espécies *C. sylvestris*, *D. alatae*, *M. urundeuva* foram amostradas nos cinco SAFs avaliados, principalmente nos SAFs 4 e 3. Segundo Bueno et al. (2007), essas espécies ocorrem em áreas de preservação ambiental, sendo de Reserva Particular do Patrimônio Natural-RPPN no município de Bonito, MS. Isto mostra a importância da implantação de espécies nativas em SAFs biodiversos, para manutenção do material genético das espécies florestais da região.

O estudo realizado por Almeida e Gama (2014), em Quintais Agroflorestais na região Norte do País, constatou que a alta densidade de espécies frutíferas, como *M. indica*, *C. sinensis*, *P. guajava*, *M. emarginata* e *A. occidentale* está relacionado à preferência pelo sabor e a facilidade de implantação, visto que não há necessidade de tratamentos culturais específicos e apresentam maior rusticidade, aliado ao alto valor nutricional.

Então, devido a essas características, é comum observar a presença de espécies nativas em SAFs biodiversos em regiões com clima tropical, porém na maioria das áreas possui o cultivo de plantas exóticas associadas às nativas, tornando estas áreas afins a sistemas naturais, contribuindo para um ambiente equilibrado ecologicamente, aliado à geração de renda (FLORENTINO et al., 2007; LOPES et al., 2013; MORESSI et al., 2014).

Nos cinco sistemas avaliados foram constatadas 92 espécies nativas do Brasil, sendo estas com domínio de Floresta Estacional Semidecidual (BAPTISTA-MARIA et al., 2009; PICHARILLO; OGASHAWARA, 2013). De acordo com os agricultores responsáveis pelos SAFs, algumas mudas dessas espécies foram doadas com intuito de incentivar a restauração ecológica; já em relação às demais espécies vegetais, as mudas foram coletadas diretamente dos fragmentos de matas próximas aos locais de implantação dos SAFs. Também foram constatadas nos cinco sistemas, 47 espécies exóticas inseridas por meio de parentes, amigos e vizinhos que as doaram aos agricultores. No entanto, a maioria foi comprada para alguma finalidade dentro dos sistemas.

Os resultados mostram que os SAFs 4 e 3 apresentaram maior quantidade de espécies nativas, quando comparados com as demais áreas, e os SAFs 1 e 5 apresentaram menor quantidade de espécies nativas. Já o SAF 2 apresentou maior quantidade de espécies exóticas dentre os sistemas (Figura 2). Isto mostra que os SAFs biodiversos possuem maior diversidade de espécies nativas da região e com características florísticas que contribuem para interações ecológicas entre os componentes que proporcionam a recuperação de áreas degradadas.

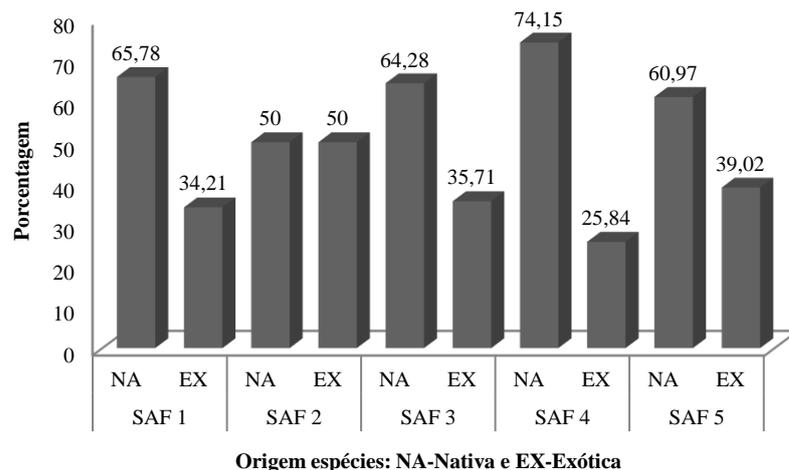


Figura 2. Quantidade de espécies arbóreas nativas ou exóticas registradas no levantamento florístico em sistemas agroflorestais no Município de Bonito, região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, em 2015. Nativa = NA; Exótica = EX.

Esses resultados evidenciam a importância dos agricultores que estão contribuindo para implantação e manutenção de boa diversidade de espécies nativas, colaborando estrategicamente para a manutenção e recuperação da flora nativa da região Sudoeste do MS.

Dentre as espécies nativas de diferentes biomas brasileiros constatados neste estudo, destaca-se a *M. urundeuva* (Aroeira-do-sertão ou Aroeira-verdadeira), oriunda do Cerrado e Caatinga, e também a *A. angustifolia* (Pinheiro-brasileiro), originária da Mata Atlântica, que estão classificadas como vulneráveis na Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (FERNANDES et al., 2002; MMA, 2008a; MACHADO et al., 2008a).

Nesse contexto, a adoção de sistemas agroflorestais biodiversos com a finalidade de geração de renda e restauração ecológica representa uma alternativa relevante para o resgate e manutenção de espécies ameaçadas de extinção, pois possibilita a reintrodução de suas populações na paisagem regional e contribui para a conservação de agroecossistemas (BRANCALION et al., 2010).

Para Corrêa et al. (2014), a sustentabilidade e o sucesso de um SAF biodiverso está relacionada à aproximação ao ecossistema natural. Assim, os plantios de espécies arbóreas nativas realizadas nesses sistemas estudados contribuem para a recuperação de áreas degradadas nas propriedades rurais, pois desenvolvem papéis ecológicos semelhantes àqueles que ocorrem em sistemas naturais.

Em relação à síndrome de dispersão da composição florística identificada nos SAFs estudados, predominam a Zoocoria. Destacam-se os SAFs 4, 3 e 5 que possuem maior

quantidade de espécies zoocóricas, e os SAFs 1 e 4 com maior quantidade de espécies anemocóricas; já as autocóricas se destacam nos SAFs 2 e 5 (Figura 3). Estes resultados são característicos de áreas de florestas tropicais, onde possuem várias espécies arbóreas frutíferas atrativas a pássaros e mamíferos, sendo muito importante a oferta de recursos alimentícios para a fauna local e, conseqüentemente, contribuindo para o dinamismo de processos ecológicos e sucessionais das espécies vegetais nos sistemas agroflorestais (PRADO JUNIOR et al., 2012).

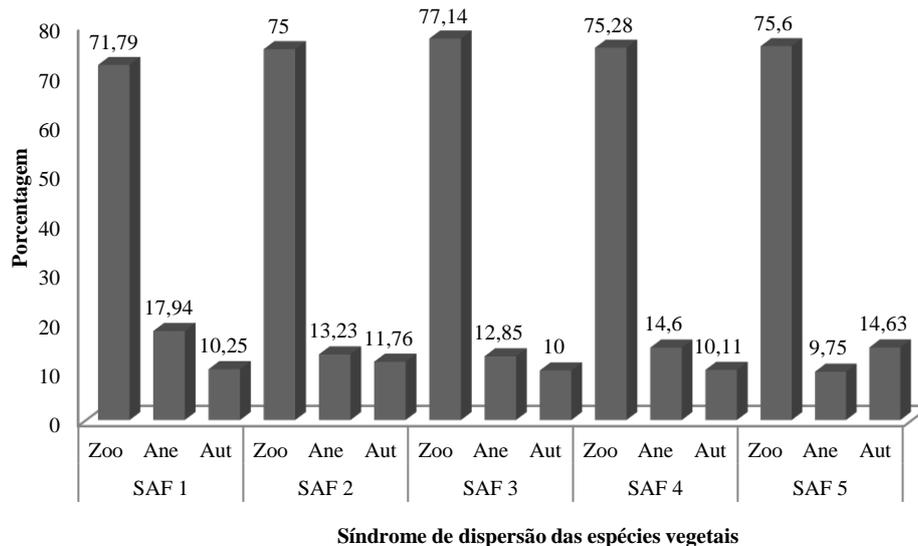


Figura 3. Espécies arbóreas e arbustivas classificadas por síndrome de dispersão em sistemas agroflorestais biodiversos no Município de Bonito, Sudoeste de Mato Grosso do Sul, em 2015. Anemocóricas = Ane; Zoocóricas = Zoo e Autocóricas = Au.

Esses resultados mostram que os SAFs biodiversos estão em processos ecológicos avançados de restauração da área, devido à quantidade de espécies zoocóricas presentes nos sistemas, que contribuem para as interações ecológicas entre as espécies vegetais e os animais que frequentam as áreas. Vale ressaltar que essas características de síndrome de dispersão nos SAFs 4 e 3 estão relacionados com a proximidade das áreas de preservação permanente, que favorecem as interações entre as plantas e os dispersores.

Segundo relatos dos agricultores responsáveis pelos SAFs estudados, é possível observar a presença de vários animais de médio a grande porte nos sistemas, que contribuem para o processo de manutenção e desenvolvimento ecológico, tais como: *Tapirus terrestris* (anta), *Cervus elaphus* (veado), *Dasyprocta aguti* (cotia), *Cerdocyon thous* (lobinho), *Cebus apella* (macaco), *Tayassu pecari* (queixada), *Crax fasciolata* (mutum), *Anodorhynchus hyacinthinus* (araras), *Cariama cristata* (seriema), *Bombus hypnorum* (abelha mamangava), *Apis mellifera* (abelhas africanizadas), *Chiroderma doriae* (morcegos), *Amazona aestiva*

(papagaio), *Brotogetis tirica* (periquitos), *Ramphastos toco* (tucanos). Além destes, registram-se a presença do *Myrmecophaga tridactyla* (tamanduá-bandeira) e o *Tolypentis tricinctus* (tatu), que estão na Lista Oficial das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (MACHADO et al., 2008b; MMA, 2008b).

Esses animais se beneficiam das espécies zoocóricas, que possuem frutificação sequencial, ou seja, produzem frutos durante todo o ano, contribuindo para a viabilização de sua alimentação. Já a menor ocorrência de espécies anemocóricas justifica-se por apresentarem maior eficiência de propagação em áreas mais abertas e também por frutificarem no período seco do ano (PRADO JUNIOR et al., 2012; ABREU, 2013).

Estudos realizados por Oliveira et al. (2011), Zama et al. (2012) e Abreu (2013), constataram a predominância das espécies de árvores que produzem frutos adaptados à dispersão zoocórica. Os autores ressaltam a importância da conservação dos animais, pois a ausência desses agentes de dispersão pode provocar alteração na estrutura das comunidades e populações florestais, causando modificações na ocupação espacial.

A maior presença de arbóreas zoocóricas em SAFs biodiversos indica o potencial para desenvolvimento de estágios mais avançados de sucessão, pois essas espécies em menor diversidade são características de sistemas perturbados e em estágios iniciais de sucessão (BROWN; LUGO, 1990; BUDKE et al., 2014; KUNZ et al., 2014).

As espécies Zoocóricas são de fundamental importância para a recuperação de áreas degradadas, pois atraem animais para essas áreas, contribuindo com o aumento da velocidade da sucessão vegetal (SARTORI et al., 2015). Estes resultados são evidenciados nas áreas de mata nativa utilizadas neste estudo como referência de comparação com os SAFs, comprovando o potencial desses agroecossistemas para a recuperação ambiental (BATTILANI et al., 2005; BAPTISTA-MARIA et al., 2009; ZAVALA, 2014).

Os resultados desse estudo mostram maior quantidade de espécies Anemocóricas nos SAFs 4, 3 e 2, os quais possuem predominância das famílias Asteraceae e Bignoniaceae (Figura 3). De modo geral, essas espécies ocorrem em ambientes secos e são menos frequentes que as Zoocóricas em áreas com características de florestas tropicais, e possui predominância em sistemas mais abertos ou menos densos, o que facilita a disseminação de sementes pela maior quantidade de ventos circulando dentro das áreas (BUDKE et al., 2014).

Outra estratégia dessas espécies para diminuir as dificuldades de dispersão pelo vento é a perda das folhas durante o período de reprodução e atingem alturas mais elevadas que favorece a propagação mais eficiente. São características de algumas espécies identificadas

neste estudo, como: *M. urundeuva*, *H. chrysotrichus*, *H. heptaphyllus*, *H. impetiginosus*, *T. roseoalbae* e *C. fissilis*.

Já as espécies autocóricas *A. falcata*, *B. rufa*, *A. cearensis*, *Z. riedelianum* e o *D. regia* destacaram nos SAFs 4, 3 e 2, e a maioria pertence à família Fabaceae. Esses resultados confirmam a tendência à autocoria da família, padrão observado em outros estudos, como de Córdula et al. (2014), Linê et al. (2015) e Souza e Funch (2015). Os autores consideram ainda que a caracterização da síndrome de dispersão possa subsidiar futuras decisões sobre as estratégias de conservação, recuperação e manejo dos SAFs biodiversos, devido às diferentes formas de dispersão das espécies, aliada a cada categoria sucessional, uma vez que exigem diferentes condições ambientais para crescerem, desenvolverem e reproduzirem, aspectos que devem ser considerados para plantio dessas espécies no campo.

Quanto às classes sucessionais identificadas nos cinco SAFs biodiversos estudados, verificou-se maior quantidade de espécies pioneiras, destacando-se nos SAFs 1 e 5; em seguida as secundárias tardias nos SAF 4 e 2 e as secundárias iniciais nos SAFs 3 e 5. O SAF 4 se sobressaiu em quantidade de espécies secundárias tardias, principalmente das famílias Fabaceae, Annonaceae, Myrtaceae e Solanaceae. Em seguida, as secundárias iniciais e secundárias tardias apresentaram-se em maior quantidade nos SAFs 4 e 3, representados pelas famílias botânicas Areaceae, Anacardiaceae, Fabaceae, Moraceae, Myrtaceae, Rubiaceae e Rutaceae (Figura 4).

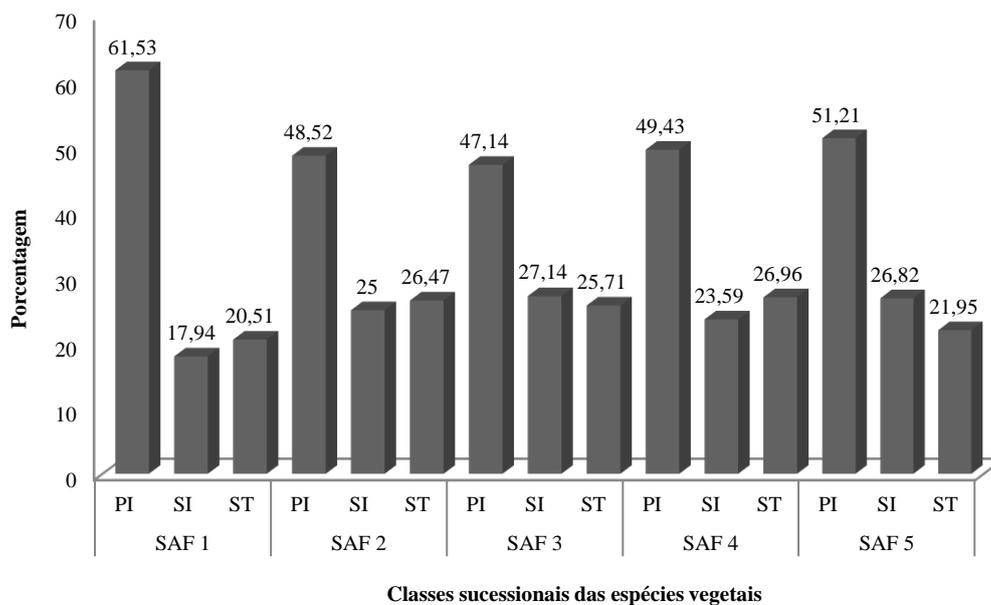


Figura 4. Espécies arbóreas e as respectivas classes sucessionais em sistemas agroflorestais biodiversos no Município de Bonito, Sudoeste de Mato Grosso do Sul, em 2015. Pioneiras = PI; Secundária Inicial = SI e Secundária Tardia = ST.

Esses resultados mostram a predominância de espécies pioneiras e secundárias iniciais nos SAFs amostrados, o que indica uma condição jovem, sendo possível afirmar que se encontram em estágio inicial de sucessão (Figura 4). Esses resultados corroboram com Lima et al. (2011), Oliveira et al. (2011) e Rocha et al. (2014), os quais consideram que as características estruturais de SAFs são estabelecidos de acordo com os critérios de implantação de cada agricultor. Nota-se que, independente da região, os objetivos dos agricultores são semelhantes ao optarem pela implantação de SAFs biodiversos, o que tende a tomarem conformações afins, principalmente quando se referem a alguns aspectos ambientais.

Quando os SAFs são comparados com as áreas de matas nativas, observa-se que os sistemas 4, 3 e 2 possuem semelhanças com essas áreas de vegetação nativa, exercendo o mesmo potencial de recuperação das áreas degradadas, porém agregando grande vantagem, pois aumentam as possibilidades de produção de alimentos e geração de renda.

A classificação sucessional pode apresentar variações, devido aos diferentes critérios de avaliação dentre os autores e também a mesma espécie, conforme suas características genéticas, podendo apresentar forma diferente diante das condições edafoclimáticas, variando sua classe. Mas, esta separação em grupos ecológicos contribui em estudos de autoecologia e para nortear ações de restauração florestal (OLIVEIRA et al., 2011; PICHARILLO et al., 2014).

Segundo Garcia e Romagnolo (2015), em um trecho de mata ciliar no município de Astorga, PR, constatou-se maior quantidade de espécies pioneiras, secundárias iniciais e tardias, respectivamente, indicando que está ocorrendo o processo de aumento da diversidade de espécies, confirmando que existe uma substituição gradual das categorias sucessionais.

No dendrograma de similaridade florística (Figura 5) visualiza-se a formação de grupos cuja composição de espécies são similares, sendo que, quanto mais próximo de 0, mais similares são as áreas. Nota-se alta similaridade entre as áreas de Mata Nativa 1 e 3 com o SAF 4, indicando que essas áreas são semelhantes devido à composição florística. Dentre as espécies estão a *A. cearensis*, *A. colubrina*, *A. cacans*, *A. cuspa*, *A. phalerata*, *A. paraguayense*, *C. rupestris*, *C. pachystachya*, *C. fissilis*, *C. marginatum*, *D. bipinnatum* e *G. americana*. Esses resultados mostram que o SAF 4 possui um arranjo florístico semelhante à Mata Nativa, evidenciando o potencial para recuperação de áreas degradadas.

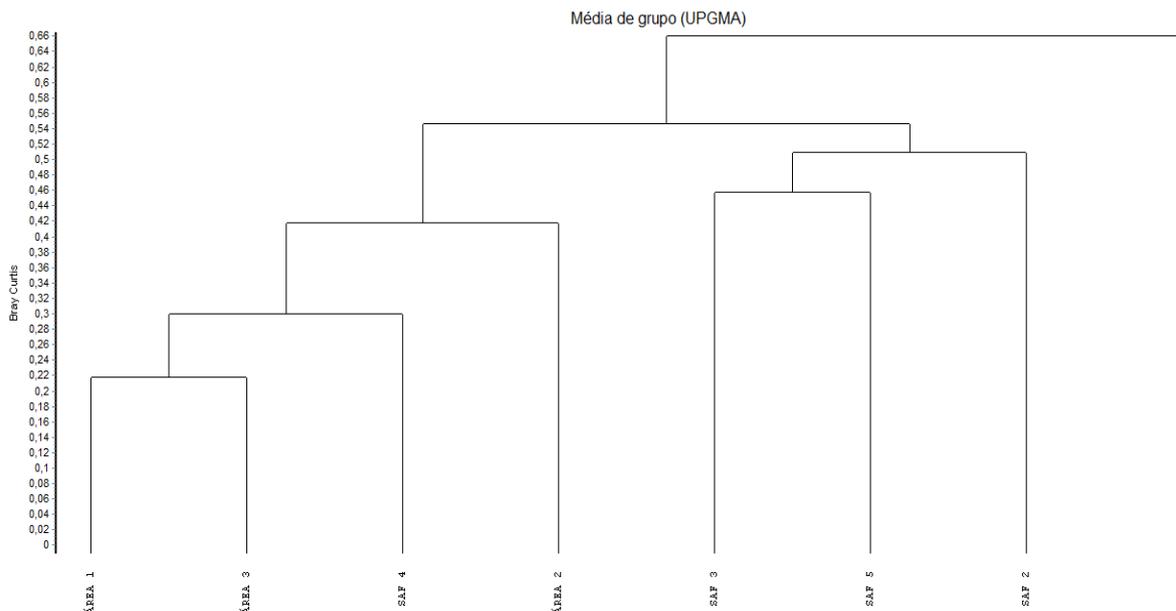


Figura 5. Dendrograma da análise florística (UPGMA) utilizando o Índice de Similaridade de Braycurtis para os levantamentos estruturais e florísticos em cinco sistemas agroflorestais biodiversos no Município de Bonito, e nas três áreas de mata nativa, na região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, em 2015. Área 1 = Mata nativa 1; Área 2 = Mata nativa 2; Área 3 = Mata nativa 3.

Nota-se similaridade média da área de Mata Nativa 2 com os SAFs 4, 3 e 5, apresentando em comum as espécies, *A. cuspa*; *C. pachystachya*; *C. fissilis*; *M. umbellata* e *T. esculenta*. Já os SAFs 2 e 1 demonstraram baixa similaridade quando comparados com as demais áreas estudadas, podendo ser justificado pela menor quantidade de espécies arbóreas e arbustivas encontradas nessas áreas. Esses resultados estão relacionados com as oito espécies vegetais que foram comuns aos cinco sistemas avaliados, que representam 5,75% do total de espécies estudadas.

Quando analisada a similaridade florística em SAFs comparados com áreas de Matas Nativas, que possuem características florestais afins, e especialmente próximas ou inclusas da mesma bacia hidrográfica, é considerada elevada a semelhança entre as áreas, mas pode ocorrer baixa similaridade florística entre as áreas, devido a fatores ambientais, espaciais e de acordo com a escolha das espécies realizada pelo agricultor (BOLFE; BATISTELLA, 2011; FRANCO et al., 2014).

Segundo Venzke et al. (2012), Pereira et al. (2013) e Kunz et al. (2014) a similaridade ou a dissimilaridade florística em SAFs está relacionada com a função de cada espécie, além da preferência do agricultor pelo potencial de aproveitamento das espécies, assim como pela disponibilidade de material para reprodução.

Nos trabalhos realizados por Battilani et al. (2005), Baptista-Maria et al. (2009) e Zavala (2014) nas três áreas de Matas Nativas 1, 2 e 3, constatou-se que possuem 21, 20 e 29 famílias botânicas correspondentes aos SAFs, respectivamente.

A família Fabaceae se destacou com maior quantidade de espécies na Mn 1 (9), Mn 2 (4) e Mn 3 (11), que representam 17,26% do total de todas as famílias estudadas. Em seguida a Bignoniaceae e Sapindaceae (5) se destacaram na Mn 1, a Meliaceae (4) e Sapindaceae (3) na Mn 2 e a Sapindaceae (6), Anacardiaceae (5) e Meliaceae (4) com maior representatividade na Mn 3. Estas correspondem a 23,02% e as demais famílias equivalem a 59,72%.

Estes resultados, quando comparados com os sistemas agroflorestais, mostram que nos SAFs 4 e 5 a família botânica Fabaceae apresentaram maior diversidade de espécies, com maior semelhança às áreas florestais.

Com relação à riqueza nas áreas de Mata Nativa observou-se que 24 espécies foram comuns entre elas, como *A. graveolens*, *T. roseoalba*; *C. sellowiana*; *G. hymenaeifolia*; *G. ulmifolia*; *T. pallida*; *T. silvatica*; *M. tinctoria*; *C. sylvestris* e *M. elaeagnoides*. Essas espécies se destacaram no SAF 4, o que mostra a presença de boa diversidade de espécies nativas nesse sistema, quando comparado com as áreas de vegetação nativa.

Nas Matas Nativas 1 e 3, 2 e 4 espécies ocorrem em comum, dentre elas a *M. urundeuva*; *A. cacans*; *A. aculeata*; *A. phalerata*; *J. cuspidifolia*; *C. trichotoma*; *T. argêntea*; *A. falcata*; *J. spinosa*; *D. alata*; *P. dubium*; *G. americanae* *D. bipinnatum*, que se destacam principalmente nos SAFs 4 e 3.

Apenas 19 espécies foram exclusivas de uma área de Mata Nativa, principalmente a Mn 3, sendo que essas espécies se destacaram no SAF 4, tais como a *L. molleoides*, *S. terebinthifolius*; *S. morotoni*; *P. heptaphyllum*; *C. iguanaea*; *B. rufa*; *V. Bertero*; *E. dysenterica*; *Z. riedelianum*; *S. saponaria*; *C. strigilatum* e *C. myrianthum*. Isso indica que esse agroecossistema possui a diversidade florística semelhante à área de vegetação nativa, o que mostra o potencial do SAF para recuperação de áreas degradadas. Para Fávero et al. (2008), os sistemas agroflorestais conduzidos com princípios agroecológicos e que possuem espécies arbóreas nativas, podem recuperar áreas degradadas devido às melhorias que promovem nos atributos do solo e pelas interações ecológicas que contribuem para regeneração natural e sucessão das espécies vegetais.

A riqueza e abundância de espécies arbóreas em SAFs biodiversos pode ser uma alternativa de manejo racional desses sistemas, o que favorece a produção diversificada, auxiliando na segurança alimentar da família durante o ano todo, além de possibilitar a

comercialização do excedente da produção para auxiliar na composição da renda da família e, principalmente, na recuperação e manutenção da biodiversidade local e regional.

Estudos de arranjos de SAFs quando comparados com áreas de matas nativas possibilitam conhecer o potencial desses sistemas como alternativa de recuperação de áreas degradadas, uma vez que a legislação ambiental determina que todas as propriedades rurais devem reservar parte de sua área com cobertura vegetal, sendo Áreas de Reserva Legal (ARLs) e de Preservação Permanente (APPs), as quais contribuem para conservação da biodiversidade e a manutenção do equilíbrio ecológico (RODRIGUES et al., 2007).

Segundo o “Novo Código Florestal Brasileiro, no Art. 54, para o cumprimento da manutenção da área de reserva legal nos imóveis a que se refere o inciso V do art. 3º, poderão ser computados os plantios de árvores frutíferas, ornamentais ou industriais, compostos por espécies exóticas, cultivadas em sistema intercalar ou em consórcio com espécies nativas da região em sistemas agroflorestais” (Lei Nº 12.651, de 25 maio de 2012).

Segundo Souza e Piña-Rodrigues (2013), os SAFs biodiversos apresentam-se como alternativas potenciais de uso do solo, para recuperar as funções ambientais, aumentar a biodiversidade e gerar produtividade agrícola, florestal e pecuária, juntamente com o potencial de recuperação de áreas degradadas.

Diante da predominância de explorações monoculturais, os agricultores familiares tendem a ser prejudicados devido à pouca disponibilidade de área para o cultivo e sobrevivência da família. Nesse contexto se destacamos SAFs biodiversos, pois constituem-se em alternativa de estímulo econômico, bem como à recuperação florestal, levando à incorporação do componente arbóreo em estabelecimentos rurais, com objetivos de recuperação de área degradada, produção de alimentos e geração de renda.

A diversidade florística, calculada segundo o índice de Shannon (base neperiana), nos cinco SAFs biodiversos, mostra que foi maior no SAF 4 ($H' = 4,20$), seguido do SAF 3 ($H' = 3,95$), logo o SAF 2 ($H' = 3,66$), e com menor valor os SAFs 1 e 5 ($H' = 3,13$) e ($H' = 2,78$), respectivamente. Quando esses sistemas são comparados com os resultados constatados em áreas de Matas Nativas por Baptista et al. (2009) e Zavala (2014), com $H' = 3,75$ e $3,41$, respectivamente, evidencia-se que os SAFs 4, 3 e 2 apresentam diversidade florística semelhante às áreas nativas.

Em trabalhos realizados em áreas de matas nativas ou SAFs no Estado de Mato Grosso do Sul, constataram-se diferentes valores do índice de diversidade de Shannon, variando entre 2,58 a 3,86 (PEREIRA et al., 2009; FERNANDES et al., 2010; FERNANDES et al., 2011; PADOVAN et al., 2011; SALOMÃO et al., 2012; ABREU, 2013; FINA; MONTEIRO,

2013). Esses resultados indicam que o valor de diversidade obtido nesse estudo está acima da média dos valores encontrados em outros SAFs estudados em MS.

O alto valor do índice de Shannon nos SAFs 4 e 3 ocorre devido à alta densidade de indivíduos e à diversidade de espécies, por estarem densamente agrupados representando como característica de áreas em estágio avançado de regeneração natural, com potencial de recuperação de áreas degradadas.

Segundo Rotmeister et al. (2015), o baixo valor do índice de Shannon é característico de florestas secundárias em estágios iniciais de regeneração. No entanto, o trabalho realizado por Fina e Monteiro (2013) em estrutura arbustivo-arbórea do Cerrado *Sensu Stricto*, no Município de Aquidauana, Mato Grosso do Sul, identificou alta diversidade ($H' = 3,86$) devido à maior uniformidade na distribuição de indivíduos e da diversidade das espécies.

A diferença de diversidade varia de acordo com a riqueza florística, que pode estar relacionada aos arranjos de composição dos SAFs, as características sociais, culturais e ambientais de cada agricultor; as condições de sombreamento distintas, influenciando no estabelecimento das espécies conforme a intensidade luminosa incidente, as funções das variações espaciais ambientais e dos estágios sucessionais (CALLEGARO et al., 2013; NASCIMENTO et al., 2015).

4. Conclusões

Os cinco sistemas agroflorestais biodiversos avaliados possuem boa diversidade florística em relação à quantidade de indivíduos, espécies e famílias, destacando-se a Fabaceae, com maior número de espécies. As espécies *C. sylvestris*, *M. urundeuva*, *A. angustifolia*, *D. alatae*, *M. urundeuva* podem ser boas alternativas para compor SAFs na região Sudoeste do Estado de MS.

Os SAFs 4 e 3 se destacaram na composição florística com maior quantidade famílias botânicas e indivíduos de cada espécie, com ampla diversidade de plantas. Além disso, possuem maior quantidade de espécies nativas, destacando-se as zoocóricas, e também apresentaram maior quantidade de espécies dentre as classes sucessionais, respectivamente.

A diversidade florística, calculada segundo o índice de Shannon, nos cinco SAFs biodiversos, mostra que foi maior no SAF 4 ($H' = 4,20$), devido à alta densidade de indivíduos e à diversidade de espécies, por estarem densamente agrupados, representando como característica de áreas em estágio avançado de regeneração natural.

Os SAFs 4 e 3 se destacaram dentre as características estudadas quando comparados com as matas nativas, possuindo composição florística que possibilita a maximização do

potencial de restauração ambiental, representando importante alternativa para recuperação de áreas degradadas.

5. Referências bibliográficas

- ABREU, T. S. S. Estrutura de um remanescente de floresta estacional semidecidual ribeirinha da fazenda experimental da Universidade Federal da Grande Dourados, MS. **Ensaios e Ciência**, Campo Grande, MS, v. 17, n. 2, p. 71-83, 2013.
- ALMEIDA, L. S.; GAMA, J. R. V.; OLIVEIRA, F. A.; CARVALHO, J. R. P.; GONÇALVES, D. C. M.; ARAÚJO, G. C. Phytosociology and multiple use of forest species in a logged forest in Santo Antonio community, municipality of Santarém, Pará state. **Acta Amazonica**, Manaus, AM, v. 42, n. 2, p. 185-194, 2012.
- APG (Angiosperm Phylogeny Group) III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of Linnean Society**, v. 161, n. 20, p. 105-121, 2009.
- BAILEY, K. **Methods of social research**. New York: The Free Press, 1994.
- BAPTISTA-MARIA, M. V. R.; RODRIGUES, R. R.; JUNIOR, G. D.; MARIA, F. S.; SOUZA, V. C.; Composição florística de florestas estacionais ribeirinhas no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, MG, v. 23, n. 2, p. 535-548, 2009.
- BATTILANI, J. L.; SCREMIN-DIAS, E.; SOUZA, A.; Fitossociologia de um trecho da mata ciliar do rio da Prata, Jardim, MS, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, MG, v. 19, n. 3, p. 597-608, 2005.
- BOLFE, É. L.; BATISTELLA, M.; Floristic and structural analysis of agroforestry systems in Tomé-Açu, Pará, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 10, p. 1139-1147, 2011.
- BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; KAGEYAMA, P. Y.; NAVE, A. G.; GANDARA, F. B.; BARBOSA, L. M.; TABARELLI, M.; Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 3, p. 455-470, 2010.
- BRANDT, R.; ZIMMERMANN, H.; HENSEN, I.; MARISCAL, J. C.; RIST, S. Agroforestry species of the Bolivian Andes: an integrated assessment of ecological, economic and socio-cultural plant values. **Agroforestry Systems**, v. 86, n. 1, p. 1-16, 2012.
- BRAY, J. R.; CURTIS, J. T. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. **Ecological monographs**, v. 27, n. 4, p. 325-349, 1957.
- BROWN, S.; LUGO, A. E. Tropical secondary forests. **Journal of tropical ecology**, v. 6, n. 01, p. 1-32, 1990.
- BROWER, J. E.; ZAR, J.H. **Field and laboratory methods for general ecology**. Dubuque: W. M. C. Brown, 1984. 226p.
- BUDKE, J. C.; ATHAYDE, E. A.; GIEHL, E. L. H.; ZÁCHIA, R. A.; EISINGER, S. M.; Composição florística e estratégias de dispersão de espécies lenhosas em uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. **Iheringia Série Botânica**, Porto Alegre, RS, v. 60, n. 1, p. 17-24, 2014.

- BUENO, M. L.; RESENDE, U. M.; RANIER, T. G. Levantamento Florístico nas Trilhas Turísticas da RPPN São Geraldo. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, RS, v. 5, n. 2, p. 189-191, 2007.
- CALLEGARO, R. M.; ANDRZEJEWSKI, C.; LONGHI, S. J.; ARAUJO, M. M.; SERRA, G. C.; Potential of three homogeneous forest plantations as facilitators of natural regeneration of tree and shrub species. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 99, p. 331-341, 2013.
- CERDOURA, K. B.; GARDIN, C. Conhecendo o Município de Bonito, MS através do Olhar de seus Habitantes: Paisagens, Lugares e a Valorização da Experiência. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, 4, 2008, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF, p. 1-195, 2008.
- CHAVES, A. D. C. G.; SANTOS, R. M. S.; SANTOS, J. O.; FERNANDES, A. A.; MARACAJÁ, P. B. A importância dos levantamentos florísticos e fitossociológicos para a conservação e preservação das florestas. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, PB, v. 9, n. 2, p. 43-48, 2013.
- CÓRDULA, E.; MORIM, M. P.; ALVES, M. Morphology of fruits and seeds of Fabaceae occurring in a priority area for the conservation of Caatinga in Pernambuco, Brazil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, RJ, v. 65, n. 2, p. 505-516, 2014.
- DONATO, L.; LIMA, M. das G. Distribuição geográfica do sistema agroflorestal na região do Vale do Ribeira. **Geografia**, Londrina, PR, v. 22, n. 3, p. 47-64, 2014.
- FÁVERO, C.; LOVO, I. C.; MENDONÇA, E. de S.; Recuperação de área degradada com sistema agroflorestal no Vale do Rio Doce, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 5, p. 861-868, 2008.
- FERNANDES, S. S. L.; PADOVAN, M. P. PEREIRA, Z. V.; MOITINHO, M. R.; HEID, D. M. Fitossociologia do componente arbóreo de um sistema agroflorestal no Assentamento Lagoa Grande, Município de Dourados, MS. **Cadernos de Agroecologia**, Cruz Alta, RS, v. 5, n. 1, p. 1-5, 2011.
- FERNANDES, M. A.; OLIVEIRA, I.; ROSA, M. S.; MOLINA, A. N. D.; ZUCCHI, R. A.; Species diversity of frugivorous flies (Diptera: Tephritoidea) from hosts in the Cerrado of the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v. 31, n. 4, p. 515-524, 2002.
- FERNANDES, S. S. L.; PADOVAN, M. P.; PEREIRA, Z. V.; MOITINHO, M. R.; HEID, D. M.; Fitossociologia do componente arbóreo de um sistema agroflorestal no Assentamento Lagoa Grande, Município de Dourados, MS. In: **Anais... SEMINÁRIO DE AGROECOLOGIA DE MATO GROSSO DO SUL**, 3.; ENCONTRO DE PRODUTORES AGROECOLÓGICOS de MS, 2, 2010, Corumbá, MS.p. 1-5.
- FLORENTINO, A. T. N.; ARAÚJO, E. L.; ALBUQUERQUE, U. P.; Contribuição de quintais agroflorestais na conservação de plantas da Caatinga, Município de Caruaru, PE, Brasil. **Acta botanica brasílica**, Belo Horizonte, MG, v. 21, n. 1, p. 37-47, 2007.
- FOLEGA, F.; GABRIEL, S.; ZHANG, C. Y.; HAI, Z. X.; WALA, K.; BATAWILA, K.; AKPAGANA, K. Evaluation of agroforestry species in potential fallows of areas gazetted as protected areas in north-Togo. **African Journal of Agricultural Research**, v. 6, n. 12, p. 2828-2834, 2011.
- FORZZA, R. C.; LEITMAN, P. M.; COSTA, A. F.; CARVALHO JR., A. A.; PEIXOTO, A. L.; WALTER, B. M. T.; BICUDO, C.; ZAPPI, D.; COSTA, D. P.; LLERAS, E.; MARTINELLI, G.; LIMA, H. C.; PRADO, J.; STEHMANN, J. R.; BAUMGRATZ, J. F. A.; PIRANI, J. R.; SYLVESTRE, L.; MAIA, L. C.; LOHMANN, L. G.; QUEIROZ, L. P.;

- SILVEIRA, M.; COELHO, M. N.; MAMEDE, M. C.; BASTOS, M. N. C.; MORIM, M. P.; BARBOSA, M. R.; MENEZES, M.; HOPKINS, M.; SECCO, R.; CAVALCANTI, T. B. & SOUZA, V. C. **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 jan. 2015.
- FRANÇA, G. S.; STEHMANN, J. R. Floristic and structure analysis of a tree component in remnants of Atlantic forest in the Middle Rio Doce, Minas Gerais, Brazil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, RJ, v. 64, n. 3, p. 607-624, 2013.
- FROUFE, L. C. M.; SEOANE, C. E. S. Levantamento fitossociológico comparativo entre sistema agroflorestal multiestrato e capoeiras como ferramenta para a execução da reserva legal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, PR, v. 31, n. 67, p. 203, 2011.
- FRANCO, B. K. S.; MARTINS, S. V.; FARIA, P. C. L.; RIBEIRO, G. A.; NETO, A. M. Extrato de regeneração natural de um trecho de Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 38, n. 1, p. 31-40, 2014.
- FINA, B. G.; MONTEIRO, R. Análise da estrutura arbustivo-arbórea de uma área de cerrado *sensu stricto*, município de Aquidauana-Mato Grosso do Sul. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.37, n.4, p.577-585, 2013.
- GANDOLFI, S.; LEITÃO FILHO, H. de F.; BEZERRA, C. L. F. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, Guarulhos, SP, v. 55, n. 4, p. 753-767, 1995.
- GARCIA, L. M.; ROMAGNOLO, M. B. Levantamento Florístico das Espécies Arbóreas de um Trecho de Mata Ciliar no Município de Astorga, Paraná, Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, PR, v. 8, n. Ed. p. 71-93, 2015.
- KUNZ, S. H.; MOREAU, J.; SPADETO, C.; MARTINS, S. V.; STEFANELLO, D.; IVANAUSKAS, N. M. Estrutura da Comunidade Arbórea de Trecho de Floresta Estacional Sempre-Verde e Similaridade Florística na Região Nordeste do Mato Grosso, Brasil. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, RJ, v. 21, n. 4, p. 429-440, 2014.
- LAU, A. V.; JARDIM, M. A. G. Florística e estrutura da comunidade arbórea em uma floresta de várzea na Área de Proteção Ambiental, Ilha do Combu, Belém, Pará. **Biota Amazônia**, Amapá, AM, v. 3, n. 2, p. 88-93, 2013.
- 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 jan. 2015.
- LEITE, T. V. P. **Sistemas agroflorestais na recuperação de espaços protegidos por lei (APP e Reserva Legal): estudo de caso do Sítio Geranium, DF**. 2014. 117 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2014.
- LIMA, R. B. A.; SILVA, J. A. A.; MARANGON, L. C.; FERREIRA, L. C.; SILVA, R. K. S. Sucessão ecológica de um trecho de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, Carauari, Amazonas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, PR, v. 31, n. 67, p. 161, 2011.
- LINÊ, J. D. B.; LIMA, C. T. N. C.; PAULUS, L. A. R.; FERNANDES, S. S. L.; SILVA, E. P.; PEREIRA, Z. V. Composição Florística de um Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual no Parque Natural Municipal da Paragem, Dourados-MS. **Cadernos de Agroecologia**, Cruz Alta, RS, v. 9, n. 4, 2015.
- LOPES, R. de M. F.; FREITAS, V. L. de O.; BARBOSA, P. M. M. Structure of the tree component in areas of cerrado in São Tomé das Letras, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 37, n. 5, p. 801-813, 2013.

- MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. **Livro vermelho da flora brasileira ameaçada de extinção**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente-MMA, 2008a.
- MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. **Livro vermelho da Fauna brasileira ameaçada de extinção**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente-MMA, 2008b.
- MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurements**. Princeton: Princeton University Press, 1988. 179p.
- MARTINS, F. R. Fitossociologia de florestas do Brasil: um histórico bibliográfico. **Pesquisas, São Leopoldo**, São Leopoldo, RS, v. 40, p. 103-164, 1989.
- MARTINS, T. P.; RANIERI, V. E. L.; Sistemas Agroflorestais como Alternativa para as Reservas Legais. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, SP, v. 17, n. 3, p. 79-96, 2014.
- MMA(Ministério do Meio Ambiente/Brasil) 2008. Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção. Portaria 6 de 23 de setembro de 2008. **Diário Oficial da União**, Edição 185, seção 1, p. 75–83, 2008a.
- MMA(Ministério do Meio Ambiente/Brasil) 2008. Lista Oficial das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção. Instrução Normativa nº 3, de 27 de maio de 2003, do Ministério do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**, Edição 185, seção 1, p. 75–83, 2008b.
- MORESSI, M.; PADOVAN, M. P.; PEREIRA, Z. V. Seed bank as indicator of restoration in multistrata agroforestry systems in southwestern of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 38, n. 6, p. 1073-1083, 2014.
- MORETTI, M. S.; RIBEIRO, E. S.; CABRAL, R. S. O.; BARROS, L. S.; SOARES, G. S. Levantamento fitossociológico de mata de galeria e cerradão no município de Poconé, Mato Grosso, Brasil. **Revista Georaguaiá**, Barra do Garças, MT, p. 193-208, 2013.
- MORO, M. F.; MARTINS, F. R. Métodos de Levantamento do Componente Arbóreo-Arbustivo. In: FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L. A.; MEIRA-NETO, J. A. A. (Eds.). **Fitossociologia no Brasil: Métodos e Estudos de Casos**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2011. 556 p.
- Novo Código Florestal **Lei Nº 12.651, de 25 de Maio de 2012**, Disponível em: <http://saema.com.br/files/Novo%20Codigo%20Florestal.pdf>. Acesso em: 17 out. 2015.
- NAIR, P. K.R. Classification of agroforestry systems. **Agroforestry systems**, v. 3, n. 2, p. 97-128, 1985.
- NEGRINI, M.; AGUIAR, M. D.; VIEIRA, C. T.; SILVA, A. C.; HIGUCHI, P. Dispersion, spatial distribution and vertical stratification of the tree community in a forest fragment in "Planalto Catarinense" region. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 36, n. 5, p. 919-930, 2012.
- NEITA, J. C.; ESCOBAR, F.; The potential value of agroforestry to dung beetle diversity in the wet tropical forests of the Pacific lowlands of Colombia. **Agroforestry Systems**, v. 85, n. 1, p. 121-131, 2012.
- OLIVEIRA, L. F. C.; CALIL, P. M.; RODRIGUES, C.; KLIEMANN, H. J.; OLIVEIRA, V. Á. Potencial do uso dos solos da bacia hidrográfica do alto rio Meia Ponte, Goiás. **Revista Ambiente e Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, SP, v. 8, n. 1, p. 222-238, 2013.
- OLIVEIRA, L. S. B.; MARANGON, L. C.; FELICIANO, A. L. P.; LIMA, A. S.; CARDOSO, M. O.; SILVA, V. F. Florística, classificação sucessional e síndromes de

dispersão em um remanescente de Floresta Atlântica, Moreno-PE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v. 6, n. 3, p. 502-507, 2011.

PADOVAN, M. P.; FERNANDES, S. S. L.; PEREIRA, Z. V.; MOITINHO, M. R.; MATOS, A. T.; Fitossociologia do componente arbóreo de um sistema agroflorestal no Município de Ponta Porã, MS. **Cadernos de Agroecologia**, Cruz Alta, RS, v. 5, n. 1, p. 1-5, 2011.

PEREIRA, C. N.; MANESCHY, R. Q.; OLIVEIRA, P. D.; OLIVEIRA, I. K. S. Caracterização de Quintais Agroflorestais no Projeto de Assentamento Belo Horizonte I, São Domingos do Araguaia, Pará. **Revista Agroecossistemas**, Belém, PA, v. 2, n. 1, p. 73-81, 2013.

PEREIRA, Z. V.; PADOVAN, M. P.; MOTTA, I. S.; SAGRILO, E.; LOBTCHENKO, G.; FERNANDES, S. S. L.; ARMANDO, M. S. Análise florística e estrutural da vegetação arbórea em um Sistema Agroflorestal no Cerrado, em Dourados, MS. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, RS, v. 3, n. 2, 2009.

PICHARILLO, C.; OGASHAWARA, I. Análise multitemporal da expansão turística e os seus reflexos nas mudanças da cobertura do solo do município de Bonito-MS por meio de imagens de satélite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16. 2013. Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Foz do Iguaçu, PR: p. 7148-7155. 2013.

PICHARILLO, P. T.; OGASHAWARA, L. S.; CARDOSO-LEITE, E.; CASTELLO, A. C. D.; COELHO, S.; KORTZ, A. R.; VILLELA, F. N. J.; KOCH, I.; Structure, floristic composition and successional characterization of fragments of Semideciduous Seasonal Forest in Southeast Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 38, n. 5, p. 799-809, 2014.

PRADO JÚNIOR, J. A.; LOPES, S. F.; SCHIAVINI, I. VALE, V. S.; OLIVEIRA, A. P.; GUSSON, A. E.; DIAS NETO, O. C.; STEIN, M.; Fitossociologia, caracterização sucessiona e síndromes de dispersão da comunidade arbórea de remanescente urbano de Floresta Estacional Semidecidual em Monte Carmelo, Minas Gerais. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, RJ, v. 63, n. 3, p. 289-299, 2012.

REZENDE, J. B.; PEREIRA, J. R.; BOTELHO, D. de O. Expansion of eucalyptus culture in the municipalities of Minas Gerais and territorial management. **Cerne**, Lavras, MG, v. 19, n. 1, p. 1-7, 2013.

RECH, C. C. C.; SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; SCHIMALSKI, M. B.; PSCHIEDT, F.; SCHMIDT, A. B.; ANSOLIN, R. D.; BENTO, M. A.; MISSIO, F. F.; LOEBENS, R. Evaluation of Forest Restoration in a degraded Permanent Preservation Area in Santa Catarina State, Brazil. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, RJ, v. 2, n. 22, p. 194-203, 2015.

RIBEIRO, E. S.; SOUZA, R. S.; MOREIRA, E. L.; PASA, M. C.; SOUZA, R. A. T. M. Contribuição das plantas frutíferas do cerrado na dieta das aves e a importância das aves no processo de dispersão de sementes. **Biodiversidade**, Brasília, DF, v. 12, n. 1, p. 74-89, 2013a.

RIBEIRO, T. M.; IVANAUSKAS, N. M.; MARTINS, S.V.; POLISEL, R. T.; SANTOS, R. L. R. Fitossociologia de uma Floresta Secundária com *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze na Estação Ecológica de Bananal, Bananal-SP. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, RJ, v. 20, n. 2, p. 159-172, 2013b.

ROCHA, G. P.; FERNANDES, L. A.; CABACINHA, C. D.; LOPES, I. D. P.; RIBEIRO, J. M.; FRAZÃO, L. A.; SAMPAIO, R. A.; Characterization and carbon storage of agroforestry systems in brazilian savannas of Minas Gerais, Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 44, n. 7, p. 1197-1203, 2014.

- RODRIGUES, D. M.; SILVA, M. M.; ALMEIDA, L. S.; SOUZA, T. R.; YARED, J. A. G.; SANTANA, A. C. Agrobiodiversidade e os Serviços Ambientais: Perspectivas para o Manejo Ecológico dos Agroecossistemas no Estado do Pará. **Revista Agroecossistemas**, Belém, PR, v. 4, n. 1, p. 12-32, 2013.
- RODRIGUES, E. R.; CULLEN JUNIOR, L.; BELTRAME, T. P.; MOSCOGLIATO, A. V.; SILVA, I. C. Avaliação econômica de sistemas agroflorestais implantados para recuperação de reserva legal no Pontal do Paranapanema, São Paulo. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 5, p. 941-948, 2007.
- RODRIGUES, E. R.; JÚNIOR, L. C.; MOSCOGLIATO, A. V.; BELTRAME, T. P. O uso do sistema agroflorestral taungya na restauração de reservas legais: indicadores econômicos. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 38, n. 3, p. 517-525, 2008.
- RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. **Matas Ciliares Conservação e Recuperação**, v. 1, p. 235-247, 2004.
- ROTMEISTER, K.; RAYMUNDO, D.; RIBEIRO, J. H. C.; FONSECA, C. R.; ALMEIDA, V. C.; CARVALHO, F. A.; Estrutura e diversidade da regeneração florestal na nascente do Córrego São Pedro, Juiz de Fora, MG. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, MG, v. 7, n. 4, 2015.
- SALOMÃO, G. B.; FERNANDES, S. S. L.; PEREIRA, Z. V.; MOITINHO, M. R.; SILVA, S. M.; PADOVAN, M. P. Fitossociologia e desempenho de espécies arbóreas em um sistema agroflorestral sob bases agroecológicas em Dourados, Mato Grosso do Sul. **Cadernos de Agroecologia**, Cruz Alta, RS, v. 7, n. 2, 2012.
- SANTOS, S. C. L. **Avaliação comparativa entre sistema agroflorestral com erva-mate e fragmento de floresta ombrófila mista quanto à fitossociologia, parâmetros químicos e físicos do solo e ciclagem de nutrientes**. 2009. 104 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2009.
- SANTOS, S. R. M.; MIRANDA, I. S.; TOURINHO, M. M.; Análise florística e estrutural de sistemas agroflorestais das várzeas do rio Juba, Cametá, Pará. **Acta Amazonica**, Manaus, AM, v. 34, n. 2, p. 251-263, 2004.
- SARTORI, R. A.; CARVALHO, D. A.; BERG, E. V. D.; SÁ, J. J. G.; MARQUES, M.; SANTOS, R. M. S. Structural and floristic variations of the arboreal component of a montane semideciduous forest in Socorro, SP. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, RJ, v. 66, n. 1, p. 33-49, 2015.
- SCHORN, L. A.; MEYER, L.; SEVEGNANI, L.; VIBRANS, A. C.; VANESSA, D.; GASPER, L. A. L. UHLMANN, A.; VERDI, M.; SANTOS, A. S. Fitossociologia de fragmentos de floresta estacional decidual no estado de Santa Catarina–Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 24, n. 4, p. 821-831, 2014.
- SEOANE, C. E. S.; SILVA, R. O.; STEENBOCK, W.; MASCHIO, W.; PINKUSS, I. L.; SALMON, L. P. G.; LUZ, R. S. S.; FROUFE, L. C. M. Agroflorestas e serviços ambientais: espécies para aumento do ciclo sucessional e para facilitação de fluxo gênico. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, MG, v. 2, n. 2, p. 183-188, 2012.
- SHANNON, C. E. A mathematical theory of communication. **Bell System Technical Journal**, v.27, n. 1, p.379-423, 1948.
- SHEPHERD, G. J. **Fitopac 1: manual do usuário**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Botânica, 96 p. 1996.

- SILVA, Á. R. da. **Sistema agroflorestal sobre cultivo de leguminosas**: fertilidade do solo, resistência a penetração e produtividade de milho e feijão-caupi. 2011. 96 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, TO.
- SILVA, S. **C.Agroforestry systems at Amazonia**: phytosociology, socioeconomy; risk analysis, markets and products price tendency. 2012. 214 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS. Brasília, DF: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.
- SOMARRIBA, E. Revisiting the past: an essay on agroforestry definition. **Agroforestry Systems**, Kluwer Academic Publishers, v. 19, n. 3, p. 233-240, 1992.
- SOUZA, I. M.; FUNCH, L. S.; Phenology and pollination and dispersal modes of Fabaceae in a riparian forest, Chapada Diamantina, Northeastern Brazil. **Sitientibus série Ciências Biológicas**, Feira de Santana, BA, v. 15, p. 1-10, 2015.
- SOUZA, P. B.; MEIRA NETO, J. A. A.; SOUZA, A. L.; Diversity and phytosociological structure of a topographic gradient in Seasonal Semideciduous Forest of Mata Mumbaça, MG. **Cerne**, Lavras, MG, v. 19, n. 3, p. 489-499, 2013.
- TABARELLI, M.; VILLANI, J. P.; MANTOVANI, W. Estudo comparativo da vegetação de dois trechos de floresta secundária no Núcleo Santa Virgínia, Parque Estadual da Serra do Mar, SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, SP, v. 6, n. 1, 1994.
- TEIXEIRA, V. M.; PEREIRA, E. S.; FARIA, G. da S.; BRITO, J. P.; ROCHA, M. S.; SILVA, H. F. Agroecologia: uma estratégia sustentável para a conservação dos recursos hídricos na agricultura familiar em Rondônia. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, Manaus, AM, v. 2, n. 1, p. 100-111, 2014.
- VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants**. 3 ed. Berlin: Springer-Verlag, 1982. 77 p.
- VENZKE, T. S.; FERRER, R. S.; COSTA, M. A. D.; Floristic and Similarity Analysis of Tree Species In “Mata da Praia do Totó” Pelotas, Rio Grande do Sul State, Brazil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 22, n. 4, p. 655-668, 2012.
- VIEIRA, J. F. L. **Voucher único um modelo de gestão da atividade turística em Bonito-MS**. 2003. 138 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Local). Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, MS, 2003.
- YOUNG, A. **Agroforestry for soil management**. 2 ed. Nairobi: CAB Internacional, 1997. 320 p.
- ZAMA, M. Y.; BOVOLENTA, Y. R.; CARVALHO, E. S.; RODRIGUES, D. R.; ARAUJO, C. G.; SORACE, M. A. F.; LUZ, D. G.; Floristic composition and diaspore dispersal syndromes of shrubs and tree species in Parque Estadual Mata São Francisco, Paraná State, Brazil. **Hoehnea**, Água Funda, SP, v. 39, n. 3, p. 369-378, 2012.

CAPÍTULO II

Potencial de uso múltiplo de espécies arbóreas e arbustivas em sistemas agroflorestais biodiversos e estimativa de estoque de carbono utilizando-se diferentes equações alométricas

Potential for Multiple use of arboreal and shrubby species in biodiverse agroforestry systems and carbon stock estimates using different allometric equations

Resumo

Os sistemas agroflorestais biodiversos (SAFs) são concebidos de acordo com as características sociais, culturais e ambientais de cada região e dos agricultores, e desempenham várias funções, tais como o sequestro e estocagem de carbono na biomassa viva e possibilitam usos múltiplos das espécies vegetais que as compõem. Nesse contexto, desenvolveu-se um estudo com o objetivo de identificar as formas de uso de espécies arbóreas e arbustivas presentes nesses agroecossistemas e estimar o estoque de carbono na parte aérea das plantas em SAFs biodiversos no Município de Bonito, na região Sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul, utilizando-se diferentes equações alométricas nos cálculos. Foram avaliados cinco sistemas agroflorestais biodiversos jovens, com idade entre 10 e 15 anos de implantação, dividindo-os em parcelas de 10 m x 10 m, distribuindo-as ao acaso, totalizando 50 parcelas em cada sistema. Todos os indivíduos arbóreos e arbustivos com altura superior a 1,50 m foram aferidos a circunferência à altura do peito, bem como a altura das plantas, para estimar o estoque de carbono. Para o cálculo estoque de carbono foram utilizadas diferentes equações alométricas. As espécies arbustivas e arbóreas presentes nos SAFs estudados foram classificadas e identificadas com dez potenciais formas de usos, utilizando-se de pesquisas bibliográficas para tal. Constatou-se que nos SAFs 4 e 3 destacaram espécies quanto às formas de uso, tais como: medicinal, alimentação e madeira, atratividade à fauna, ornamental, apicultura e artesanato. A partir da aplicação de diferentes equações alométricas, verificou-se acúmulo de uma média de 58, 626 t C ha⁻¹ nos cinco SAFs biodiversos avaliados, sendo que os SAFs 4 e 3 apresentaram maior média da quantidade de carbono na parte aérea das espécies arbóreas e arbustivas. Com a utilização das equações alométricas 2, 5, 6 e 7, chegou-se a resultados semelhantes quanto ao estoque de carbono na parte aérea das espécies arbóreas e arbustivas nos sistemas agroflorestais biodiversos estudados, apresentando níveis de adequabilidade semelhantes para utilização em estudos envolvendo áreas com espécies arbóreas e arbustivas diversificadas e em formação.

Palavras-chave: composição florística, agroecossistemas diversificados, multiplicidade de uso, sequestro de carbono.

Abstract

The biodiverse agroforestry systems (AFSs) are designed according to the social, cultural and environmental characteristics of each region and farmers, and perform various functions, such as carbon capture and storage in the living biomass and allow multiple uses of the vegetable species that compose them. In this context, it was developed a study in order to identify the forms of use of arboreal and shrubby species present in these agro-ecosystems and to estimate the carbon stock in the aerial part of plants in biodiverse AFSs in Bonito Municipality, in the Southwest region of Mato Grosso do Sul State, using different allometric equations in calculations. Five young biodiverse agroforestry systems were evaluated, aged between 10 and 15 years of implantation, dividing them into plots of 10 m x 10 m, distributing them at random, totaling 50 plots in each system. All arboreal and shrubby individuals with over 1.50 m height were measured the circumference at breast height as well as plants height to estimate the carbon stock. Different allometric equations were used to calculate the carbon stock. The shrubby and arboreal species present in AFSs studied were classified and identified with ten potential forms of uses, using literature searches for it. It was found that in the AFS 4 and 3 species were highlighted as to the ways of use, such as medical, food and wood,

attractiveness to fauna, ornamental, apiculture and handicrafts. From the application of different allometric equations, it was verified accumulation of an average of 58, 626 t C ha⁻¹ in the five biodiverse AFSs evaluated, and the AFS 4 and 3 showed higher average amount of carbon in the aerial part of the arboreal and shrubby species. By using allometric equations 2, 5, 6 and 7, similar results were seen as to the stock of carbon in the aerial part of the arboreal and shrubby species in the biodiverse agroforestry systems studied, presenting similar levels of adequacy for use in studies involving areas with diversified and in formation arboreal and shrubby species .

Keywords: floristic composition, diversified agro-ecosystems, multiplicity of use, carbon capture.

1. Introdução

Os processos de retirada da cobertura vegetal nativa para atividades agropecuárias podem causar a degradação ambiental, que é intensificado devido ao uso intensivo do solo e manejos inadequados, podendo resultarem compactação, erosão acelerada, lixiviação de nutrientes essenciais para as plantas, acidificação, salinização e até desertificação (BARRETO et al., 2015). No entanto, é estratégico tomar iniciativas de harmonização da preservação ambiental com a exploração agropecuária em bases sustentáveis, considerando a importância da conservação e recuperação dos recursos naturais para a manutenção e melhoria da qualidade de vida do homem e a funcionalidade dos serviços ambientais (SCHNEIDER; CASSOL, 2012; RECH et al., 2015).

Nesse contexto, é importante a conservação e o incremento da biodiversidade em ambientes agrícolas que contribuam para o equilíbrio ecológico, com utilização de práticas que aumentem a diversidade de espécies vegetais, a conservação das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, as interações entre as plantas que proporcionam a produção de alimentos (CARNEIRO et al., 2012).

Diante disso, a agricultura familiar possui características que contribuem para diversificação de ambientes agropecuários, aumentando sua importância social, econômica, ambiental e política nas comunidades rurais, com a incorporação de membros das famílias ao trabalho, fortalecendo o processo de geração de emprego e a produção de alimentos em sistemas diversificados (WILKINSON, 2013; NASCIMENTO et al., 2014).

No estado de Mato Grosso do Sul, a agricultura familiar possui importância na ampliação de oportunidades de trabalho e de empregos no campo, na produção de alimentos voltada para o autoconsumo e para a comercialização, no desempenho de atividades agropecuárias muitas vezes integradas, na geração de renda para as famílias e na diminuição do êxodo rural (GUILHOTO et al., 2007).

Em específico, destaca-se a região Sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul, onde está inserido o Município de Bonito, que é considerado polo do ecoturismo em nível mundial

devido às características geográficas e paisagísticas com rios de águas transparentes, cachoeiras, grutas e paisagens naturais com amplo potencial turístico, como fonte de renda e prosperidade para o município (VIEIRA, 2003).

O Município passou por mudanças significativas nos últimos 25 anos, transformando-se ao longo do tempo, partindo de uma economia baseada na pecuária para o cenário do turismo nacional e internacional, sendo que a pecuária é considerada a segunda atividade de maior importância econômica, seguido por uma área agricultável, com predominância de soja e milho safrinha (CERDOURA; GARDIN, 2008).

Com base neste contexto, um amplo desafio consiste na busca por práticas alternativas que minimizem os impactos ambientais causados pelo desmatamento indiscriminado, a perda acelerada da biodiversidade, a monocultura, o uso intensivo de agroquímicos e a degradação dos solos, que possam garantir a segurança alimentar e nutricional das famílias de agricultores e a geração de renda para atender suas necessidades básicas, e que contribuam para o desenvolvimento local e respeitem o meio ambiente (LIMAI; LOPES, 2012). Assim, tem-se uma crescente demanda por formas de produção que privilegiem a diversidade florística nos agroecossistemas e os processos naturais (BOTREL et al., 2006; GOMES et al., 2013a).

Assim, surge como alternativa os sistemas agroflorestais (SAFs) biodiversos como forma de uso da terra para fortalecer a estabilidade dos agroecossistemas visando à eficiência e otimização de recursos florísticos na produção de forma integrada e sustentável (MONTAGNINI, 1992; SILVA et al., 2015c). Por meio dos SAFs biodiversos busca-se viabilizar processos de produção agropecuária arranjando espécies arbóreas e arbustivas com cultivos agrícolas ou com animais, na mesma área e numa sequência temporal e estrutural, privilegiando a biodiversidade (SOMARRIBA, 1992; NAIR, 1993).

Segundo Montagnini (1992) e Machado Filho e Silva (2013), os SAFs biodiversos proporcionam várias vantagens quando comparados aos sistemas convencionais, como a diminuição do uso de agroquímicos e até sua eliminação, contribuição à conservação dos solos e bacias hidrográficas, diminuição dos custos de recuperação de fragmentos florestais e vegetações ciliares, além de produzirem alimentos saudáveis.

Os componentes desses sistemas, ou seja, espécies lenhosas como árvores, arbustos, palmeiras, entre muitas outras, podem ter múltiplas formas de utilização, sendo que muitos técnicos e agricultores conhecem ou focam apenas sobre o potencial madeireiro das espécies arbóreas. Na maioria das vezes, os SAFs biodiversos não são totalmente aproveitados e muitas espécies florestais com potencial de uso múltiplo deixam de ser exploradas por falta de

conhecimento devido à escassez de estudos sobre as possibilidades de sua utilização e, conseqüentemente, deixam-se de gerar rendas (AGUIAR et al., 2012; ALVES et al., 2015).

A composição florística em SAFs biodiversos é concebida de acordo com as características e práticas sociais e culturais de cada região ou comunidade, ou seja, cada agricultor ou propriedade possui suas particularidades, então pode apresentar várias espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas com diferentes classificações, destinadas a finalidades distintas (ALMEIDA et al., 2012).

Nesse contexto, estudos que visam identificar o potencial de uso múltiplo de espécies arbóreas em SAFs biodiversos podem colaborar para melhor compreender as formas de aproveitamento de árvores e arbustos, além de fornecer subsídios para a seleção de espécies destinadas à composição desses sistemas, assim como outras iniciativas de produção capazes de conciliar conservação da biodiversidade, uso sustentável dos recursos naturais e qualidade de vida dos agricultores (DIAS, 2000; DUQUE-BRASIL et al., 2011; ARRUDA et al., 2012; RECH et al., 2015).

Além do potencial madeireiro para diferentes formas de uso, as espécies vegetais que compõem SAFs biodiversos podem ser fontes para uso medicinal, frutíferas, apícolas, produtoras de sementes, produtoras de matéria prima para artesanatos, alimentares, ornamentais, atrativas à fauna, além de serem produtoras de grande quantidade de serviços ambientais, como a restauração da produtividade do local, o controle populacional de pragas, dentre vários outros (RUSCHEL et al., 2003; ALMEIDA; GAMA, 2014).

No Brasil há vários estudos sobre a composição florística em fragmentos de floresta nativa (BAPTISTA-MARIA et al., 2009; BOLFE; BATISTELLA, 2011; ALMEIDA et al., 2012; CHAVES et al., 2013; BUDKE et al., 2014; PICHARILLO et al., 2014), mas ainda são poucos os trabalhos referentes a SAFs biodiversos nas diferentes regiões (FERNANDES et al., 2010; FROUFE, SEOANE 2011; PADOVAN et al., 2011; MARTINS; RANIERI, 2014). Quando se trata de estudos sobre o potencial de uso múltiplo da composição florística em SAFs biodiversos, ainda é um processo incipiente, conforme relatam Moressi et al. (2014), Silva et al. (2015a) e Silva et al. (2015b), o que evidencia a necessidade de desenvolver estudos sobre os diferentes tipos de uso de cada espécie vegetal para subsidiar a concepção de diferentes arranjos agroflorestais, com maior potencial para a produção diversificada e, conseqüentemente, boa geração de renda, além de produzirem grande diversidade de serviços ambientais.

Além do potencial de uso múltiplo das espécies arbóreas e arbustivas em SAFs, também desempenham a função de estoque de carbono na biomassa das espécies arbóreas e

arbustivas (folhas, galhos, troncos e raízes), onde são considerados reservatórios naturais, devido absorverem o CO₂ (dióxido de carbono) da atmosfera pelo processo de fotossíntese, armazenando-o como fonte de carbono atmosférico (CARVALHO et al., 2014).

Entretanto, as queimadas de combustíveis fósseis e de mudanças do uso da terra têm lançado grande quantidade de carbono à atmosfera proporcionando o aumento da concentração de gás carbônico causador de efeito estufa e do aquecimento global. Assim, surge a necessidade de ampliar as alternativas de captação desses gases tais como os SAFs biodiversos (SOARES; OLIVEIRA, 2002).

As fixações de carbono em SAFs ocorrem de acordo com o ciclo de crescimento da vegetação, resultando no aumento da biomassa que é constituída por matéria seca. Desta forma, é importante conhecer os estoques de carbono presentes nos componentes das árvores, principalmente na madeira, parte que mais estoca carbono. Entretanto, pode existir ampla variação na quantidade de carbono estocado pelas diferentes formações e espécies arbóreas que compõem os SAFs (BRIANEZI et al., 2013).

Assim, torna-se necessário a utilização de forma que possibilitem estimar a quantidade de carbono em diferentes arranjos de SAFs biodiversos. Alguns métodos têm sido desenvolvidos como os indiretos não destrutíveis, onde são obtidos os dados por meio de equações alométricas que estimam a biomassa em função de variáveis independentes como o diâmetro e a altura das árvores (RIBEIRO et al., 2014).

Alguns trabalhos têm sido desenvolvidos no Brasil para estimar o estoque de carbono em áreas de mata nativa utilizando modelos matemáticos (SOARES; OLIVEIRA, 2002; KURZATKOWSKI, 2007; SILVEIRA et al., 2008; VIEIRA et al., 2008; MELLO et al., 2011; BRIANEZI et al., 2013; CARVALHO et al., 2014, entre outros. Já no Estado de Mato Grosso do Sul há poucos estudos (RIBEIRO et al., 2014; SALOMÃO et al., 2014; SILVA et al., 2014), os quais utilizaram apenas duas equações. Quando se referem a SAFs biodiversos, são ainda mais escassas as informações referentes ao potencial de estocagem de carbono (BOLFE et al., 2009; FROUFE, SEOANE et al., 2011; DIAS et al., 2015), desenvolvidos no estado de São Paulo, Pará e Amazonas, respectivamente. Porém, não se sabe qual ou quais as equações mais adequada(s) para estimar o carbono estocado na parte aérea de espécies arbóreas e arbustivas em SAFs biodiversos.

Assim, reveste-se de grande importância o uso de metodologias que possibilitem estimar estoques de carbono através de diferentes equações alométricas, como instrumento de avaliação de sequestro de carbono em SAFs biodiversos.

Nesse contexto, realizou-se um estudo objetivando identificar as possíveis formas de uso e estimar o estoque de carbono de espécies arbóreas e arbustivas em sistemas agroflorestais biodiversos no Município de Bonito, na região Sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul.

2. Material e Métodos

2.1 Áreas de estudo

O estudo foi realizado durante o período de março a agosto de 2015, no Município de Bonito, região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, com predominância de cerrado arbóreo denso, florestas estacionais semidecíduais e matas estacionais semidecíduais aluviais (BUENO et al., 2007). Essa microrregião possui clima tropical úmido, com temperatura média anual entre 20°C a 22°C e precipitação anual variando em torno de 1.500 milímetros. As maiores precipitações pluviométricas ocorrem entre os meses de outubro e abril, tendo um período seco entre maio e setembro (VIEIRA, 2003).

O solo da região tem grande variabilidade, porém predominam os Argissolos de textura arenosa e profundos. Algumas áreas possuem rochas calcárias, monofásico, apresentando predominância de fertilidade natural baixa (SISTEMA, 1999).

Para a realização do estudo foram selecionados 05 (cinco) sistemas agroflorestais biodiversos, cujas coordenadas geográficas estão entre 21°21'29,2''S e 56°35'11,9''W; 21°21'40,7''S e 56°35'48,1''W; 21°22'42,6''S e 56°35'52,7''W; 21°20'23,7''S e 56°35'05,3''W; 21°21'40,3'' S e 56°35'49,8'' W, respectivamente (Figura 1).

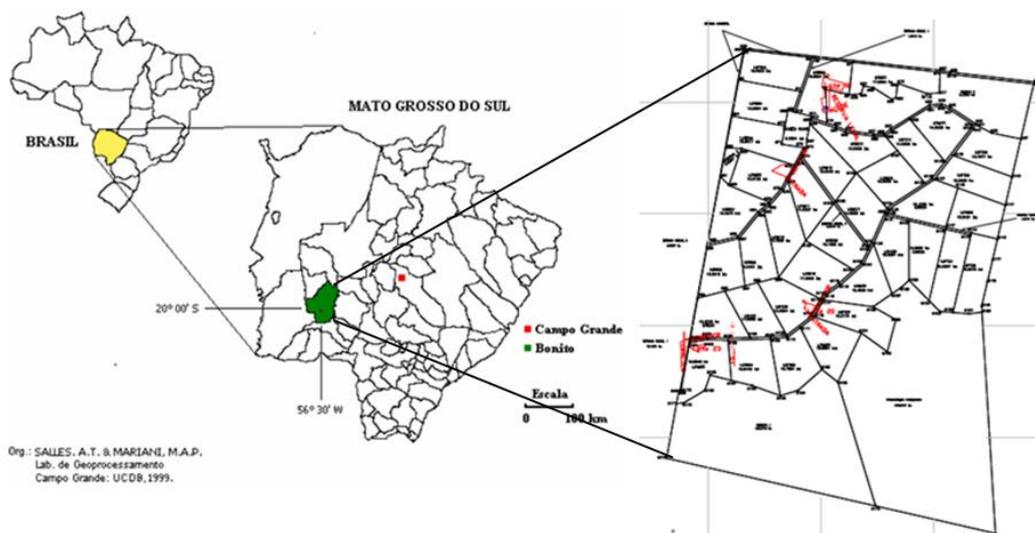


Figura 1. Localização do Estado de Mato Grosso do Sul, Município de Bonito e dos cinco sistemas agroflorestais biodiversos envolvidos no estudo.

Fonte: Cerdoura e Gardin (2008).

Foi realizado um levantamento para identificação de SAFs biodiversos existentes na região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, por meio de visitas a representantes da Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural – AGRAER, nas organizações não governamentais, tais como a Fundação Neotrópica do Brasil e o Instituto das Águas da Serra da Bodoquena – IASB. A partir daí, iniciaram-se as visitas aos agricultores que possuem SAFs, indicados pelos representantes das entidades mencionadas. Utilizou-se a metodologia “Bola de Neve” proposta por Bailey (1994), na qual os representantes das instituições e agricultores indicavam o próximo informante que trabalhava com SAF biodiversos.

Foram identificados 15 SAFs na região, que foram visitados para conhecer a composição da diversidade de espécies arbustivas e arbóreas. Após esse processo, foram selecionados 05 (cinco) SAFs que possuem maior riqueza de espécies, com períodos de implantação entre dez e quinze anos, com diferentes composições de arranjos e densidades de plantas, os quais foram objeto de estudo.

2.2 Coleta de dados

Após a identificação das espécies vegetais (Tabela 1, Capítulo I), estas foram enquadradas nas seguintes categorias de formas de uso: alimentar, apicultura, adubação verde, medicinal, madeira, frutífera, produtora de sementes, atratividade à fauna, ornamental e artesanato. Para identificação do uso das espécies estudadas foram realizadas pesquisas bibliográficas no banco de dados de Espécies Arbóreas Brasileiras, disponível em: http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/temp/index_especies.htm, bem como em livros e artigos científicos, destacando-se Albuquerque e Andrade (2002), Ruschel et al. (2003), Pasa et al. (2005), Botrel et al. (2006), Barroso et al. (2009), Matheus et al. (2011), Almeida et al. (2012), Martinotto et al. (2012), Gomes (2013), Almeida e Gama (2014), Alves et al. (2015), Rech et al. (2015), Silva et al. (2015a), Silva et al. (2015b) e Silva et al. (2015c).

As informações foram classificadas, sistematizadas e calculada a porcentagem em matrizes construídas utilizando-se planilhas eletrônicas separadas para cada atributo (forma de utilização) e, posteriormente, foram reunidas em uma única matriz, formando uma base de dados principal com informações de todas as espécies.

2.3 Estimativa do estoque de carbono

Todos os indivíduos de espécies arbóreas e arbustivas com altura superior a 1,50 m foram aferidas a circunferência por meio de fita métrica, bem como a altura das plantas com o auxílio de hastes de podão, com quatro módulos de 3 m.

Após esse processo, foi realizada a média da soma da altura e da circunferência à altura do peito de todos os indivíduos de cada espécie nos cinco sistemas agroflorestais biodiversos, sendo que os valores coletados das circunferências à altura do peito (CAP), obtidas em centímetros (cm) das espécies arbóreas e arbustivas nos cinco SAFs amostrados foram transformados em Diâmetro à Altura do Peito (DAP), utilizando-se a equação:

$$DAP = CAP/\pi$$

Onde:

DAP = diâmetro à altura do peito, em centímetros;

CAP = circunferência à altura do peito, em metros;

$\pi = 3,1414$.

Em seguida quantificou-se os estoques de carbono (EC) acumulado pelas espécies arbóreas e arbustivas nos cinco SAFs avaliados. Foi realizada a seleção de espécies que possuem maior quantidade de água em sua composição.

Para calcular o estoque de carbono envolvendo espécies que possuem o componente lenhoso pouco denso, foram utilizadas as equações 3 e 4 (Tabela 1), compreendendo os indivíduos das espécies *A. aculeata*, *A. phalerata*, *C. nucifera*, *S. striata*, *B. dracunculifolia*, *M. paradisiaca*, *C. papayae* e *J. spinosa*, que pertencem às famílias botânicas Arecaceae, Musaceae e Caricaceae, respectivamente. Às demais espécies, que possuem bom potencial lenhoso, foram aplicadas as equações descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Equações alométricas utilizadas para cálculo do estoque de carbono na biomassa vegetal em sistemas agroflorestais biodiversos, no Município de Bonito, região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, 2015.

Equações	Modelos	Autores
1	$\ln PF = -2,694 + 2,038 \ln D + 0,902 \ln H$	Higuchi et al. (1998)
2	$PF = 0,0336 * D^{2,171} * H^{1,038}$	Higuchi et al. (1998)
3	$Bc = 0,033430 * DAP^{2,397902} * HF^{0,426536}$	Amaro et al., (2013)
4	$C = 0,24564 + 0,01456 * (D)^2 * Ht$	Rezende et al. (2006)
5	$B = 2,718^{(-2,5202 + 2,14 * LN(dap) + 0,4644 * LN(h))}$	Tanizaki (2000)
6	$B = \exp[-3,1441 + 0,9719 * \ln(DAP^2 * Ht)]$	Brown et al. (1989)
7	$Y = \exp[-3,1141 + 0,9719 * \ln(dap^2 * htot)]$	Brown et al. (1989)
8	$\ln(PF) = -1,497 + 2,548 * \ln(DAP)$ [R ² = 0,97 e S _{yx} = 1,729]	Higuchi et al. (1998)
9	$\text{Exp}(B) = \text{Exp}(-6,3798 + 0,877 * \ln(1/DAP^2)) + 2,151 * \ln(H)$	Saldarriaga et al., (1988)

Onde: PF=Peso fresco, em kg; D=Diâmetro à altura do peito, em centímetros (cm); H=Altura total da árvore, em metros (m); OS =peso seco, em kg; PF=Peso fresco, em kg; B=biomassa seca, kg; DAP=diâmetro a altura do peito, em centímetros; HF=altura total, em metros; C=carbono, em kg; 0,485= fator de conversão para carbono; D=diâmetro à altura do peito, em centímetros; DAP=diâmetro à altura do peito, em centímetros; LN=logaritmo

natural; Ht=altura total, em metros; ln=logaritmo natural; Y=biomassa, em kg; Exp=logaritmo neperiano; Ln=logaritmo neperiano; Htot=altura total, em metros; EC=estoque de carbono, em kg.

Em seguida para cada sistema agroflorestal foram aplicadas nove equações alométricas obtendo-se o valor de biomassa fresca e seca, bem como do estoque de carbono, descritas a seguir:

Equação 1 – adotada para calcular o estoque de carbono em espécies arbóreas em sistemas agroflorestais e em áreas de mata nativa no estado de Mato Grosso do Sul, utilizando-se o cálculo de peso fresco da árvore. Estima-se que 60% deste valor corresponde ao peso seco (40% é água). O total de carbono (C) equivale a 48% do peso seco.

Equação 2 – com essa equação alométrica obtém-se o valor do peso fresco, e em seguida utiliza-se o fator de conversão para estimar o valor de carbono, onde o peso fresco obtido da amostra refere-se 60% do peso seco e 40% à água. O total do carbono fixado é 48% do peso seco.

Equação 3 – utilizada para o cálculo da biomassa e o carbono das árvores vivas em áreas de florestas plantas por meio de projetos de silvicultura.

Equação 4 – é apropriada para estimar estoque de carbono da vegetação lenhosa de cerrado *sensu stricto* no bioma.

Equação 5 – adequada a algumas formações da Mata Atlântica, tais como Floresta Ombrófila Mista e Floresta Ombrófila Densa.

Equação 6 – utilizada para áreas de florestas tropicais e no cerrado para o cálculo da biomassa das arbóreas.

Equação 7 – utilizada para cálculo de biomassa e estoque de carbono em Floresta Ombrófila Mista, no estado do Paraná, PR. A estimativa de estoque de carbono é obtida do produto da biomassa florestal pela concentração de carbono de 50% em florestas tropicais (WATZLAWICK et al., 2014).

Equações 8 e 9 – são utilizadas para calcular o estoque de carbono quando envolve espécies arbóreas ou arbustivas que possuem o componente lenhoso pouco denso. Nesse estudo, foram utilizadas especificamente para cálculo do estoque de carbono em espécies de palmeiras, bananeiras, mamão e jaracatiá, que pertencem às famílias botânicas Arecaceae, Musaceae e Caricaceae, respectivamente.

Na equação 8 utilizou-se o cálculo de biomassa viva por meio do peso fresco (PF) das árvores e arbustos, sendo que 60% do valor do PF corresponde ao peso seco (PS), uma vez que 40% é considerada como água. O total de carbono (C) corresponde a 48% do PS.

Já a Equação 9 foi adotada para se estimar o estoque de carbono (EC) contido na biomassa de algumas espécies arbustivas e arbóreas dos SAFs amostrados nesse estudo, multiplicando-se a biomassa pelo fator de conversão 0,485, para estimar o carbono.

A partir das equações alométricas apresentadas na Tabela 1, obteve-se a quantidade de carbono estocado pelos diferentes sistemas agroflorestais biodiversos, em kg por 0,5 hectare.

2.4 Fator de forma

O fator de forma é o método utilizado para medidas de diâmetro à altura do peito e altura das árvores. Há fatores entre o volume da árvore e o volume de sólido geométrico (cilindro) que possui um diâmetro igual ao DAP da árvore. Assim, após o cálculo do volume real da árvore, é possível empregar o método de cubagem, entre as dimensões da árvore, volume do cilindro e da base (SCHRODER et al., 2013).

Os dados coletados foram aplicados às equações apresentadas na Tabela 1 para determinação do estoque de carbono em cada SAF. Dentre as sete equações selecionadas em literatura, foi determinado o modelo alométrico mais adequado através de uma análise de sensibilidade, utilizando medidas de diâmetro, altura e densidade básica da madeira, onde foram comparados através do método indireto de determinação de biomassa, volume cilíndrico e fator de forma.

O fator de forma é uma conversão entre o volume do cilindro e o volume real das árvores e arbustos. Para se calcular o volume do cilindro e obter a sua área seccional basta utilizar a altura e o diâmetro com casca, conforme as equações:

$$V_{cilindrico} = \frac{\pi * D^2}{40,000} * H \text{ (m}^3\text{)}$$

Em que:

$\pi = 3,1414$;

D= diâmetro à altura do peito (cm);

H=altura (m).

O volume real das árvores e arbustos amostrados pode ser obtido a partir da cubagem rigorosa (LEITE; ANDRADE, 2002), em que o volume é calculado por meio do produto da média aritmética obtida dos diâmetros, multiplicado pelo comprimento das árvores:

$$V_{real} = H * Dm$$

Em que:

V_{real}=Volume real (m³);

H=Comprimento das árvores (m).

Dm=Diâmetro médio à altura do peito (cm).

O fator de forma é um fator de redução que é multiplicado pelo volume cilíndrico, calculado à área basal e altura total, resultando no volume total da árvore, obtido através da seguinte equação:

$$FF = \frac{V_{real}}{V_{cilindrico}}, \text{ sendo } F < 1$$

Em que:

FF=Fator de forma;

Vreal=Volume real (m³);

Vcilíndrico= Volume cilíndrico (m³).

Após o cálculo do fator de forma, foi calculado o volume total das árvores nos cinco SAFs biodiversos, considerando DAP e altura das árvores, de acordo com a seguinte equação:

$$V_{total} = \left[\frac{(DAP^2)}{40000} \right] * H * FF$$

Em que:

Vtotal=volume total (m³);

DAP =diâmetro à altura do peito (cm);

H= altura da árvore (m);

FF= fator de forma.

3. Resultados e discussão

Foram amostradas 139 espécies pertencentes a 46 famílias botânicas, sendo que várias espécies possuem diferentes tipos de usos. Dentre essa diversidade, 135 espécies (16,83%) são indicadas como úteis para fins de alimentação humana; 127 (15,83%) como frutíferas; 126 (15,71%) para uso medicinal; 116 (14,46%) para fins madeireiros; 108 (13,46%) como atrativa à fauna; 78 (9,72%) com uso ornamental; 41 (5,11%) com utilização das sementes; 28 (3,49%) com potencial apícola; 25 (3,11%) para confecção de artesanatos e 18 (2,24%) utilizadas para fins de adubação verde (Tabela 2).

Dentre as espécies que possuem potencial para fins madeireiros, podem ser destacadas as *A. mangium*, *A. cearensis*, *A. colubrina*, *A. falcata*, *C. langsdorffii*, *E. contortisiliquum*, *G. hymenaeifolia*, *I. cylindrica*, *P. rigida*, *P. dubium*, *P. nitens* e *T. indica* (Tabela 2).

Tabela 2. Uso múltiplo de espécies arbóreas e arbustivas em sistemas agroflorestais biodiversos no Município de Bonito, na região Sudoeste de Mato Grosso do Sul e suas categorias de uso, em 2015: AL = Alimentar; AP =Apicultura; AV =Adubação verde; MC =Medicinal; MR =Madeira; FT =Frutífera; SM =Semente; AF =Atrativa à fauna; OR =Ornamental; AR =Artesanato.

Família	Nome científico	Nome Popular	Usos	Saf 1	Saf 2	Saf 3	Saf 4	Saf 5
Fabaceae	<i>Acacia mangium</i> Willd.	Acácia-negra	MR, AP, SM	0	1	0	0	0
Arecaceae	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	Macaúba	FT, AL, AF	1	0	11	2	1
Fabaceae	<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C. Sm.	Amburana	MR, AP, SM, MC	1	2	2	1	2
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Caju	FT, AL, AF	0	3	6	9	6
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Angico-branco	MR, OR, AP, MC	0	0	0	2	0
Fabaceae	<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.	Angico-do-cerrado	MR, OR, AP, MC	0	1	0	12	13
Annonaceae	<i>Annona cacans</i> Warm.	Araticum-cagão	AV, MR, FR, OR	0	0	2	1	2
Annonaceae	<i>Annona muricata</i> L.	Graviola	FT, MC, AL	0	0	0	0	1
Annonaceae	<i>Annona squamosa</i> L.	Fruta-do-conde	FT, MC	0	2	1	0	0
Annonaceae	<i>Annona sylvatica</i> A.St.-Hil.	Araticum do mato	AL, MR, MC, OR	0	0	0	6	0
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Pinhão	MC, MR, AL, FR	0	2	0	0	0
Moraceae	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Jaca	FT, AL, AF	0	9	1	2	0
Apocynaceae	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll.Arg.	Guatambú-branco	MR, OR	0	1	6	4	35
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Guarítá	MC, AP, SM	0	0	0	5	0
Arecaceae	<i>Attalea phalerata</i> Mart. ex Spreng.	Bacuri	MC, AR	0	0	3	1	0
Arecaceae	<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng	Babaçu	AL, MR, AR, FR	0	1	0	0	0
Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i> L.	Carambola	MC, AL, FR, AF	0	0	2	1	0
Sapindaceae	<i>Averrhoa paraguayense</i> Radlk.	Maria-preta	OR	0	0	0	0	1
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	Nim	MR, MC	0	1	1	5	0
Asteraceae	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Alecrim-do-campo	MC, OR	13	0	0	0	0
Poaceae	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad. ex J.C.Wendl	Bambu-brasileirinho	AR, OR	0	1	0	0	0
Fabaceae	<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	Pata-de-vaca	MC, OR	0	1	0	3	0
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i> L.	Urucum	AL, MC, SM	12	0	1	25	0
Fabaceae	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Huth	Feijão-guandu	AV, AL, SM	0	1	2	2	0

Família	Nome científico	Nome Popular	Usos	Saf 1	Saf 2	Saf 3	Saf 4	Saf 5
Myrtaceae	<i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O. Berg	Guavira	AL, FR, AF	0	1	0	0	0
Solanaceae	<i>Capsicum baccatum</i> L.	Pimenta-vermelha	AL, FR, OR, MC	0	3	0	3	0
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	Mamão	FT, AL, AF	0	9	5	2	0
Salicaceae	<i>Casearia rupestris</i> Eichler	Guaçatunga-grande	MC, AF	0	0	10	9	0
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Guaçatunga	MC, FR, AL	0	0	0	17	0
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Embaúba	MR, AF, FR	2	1	3	9	2
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	MR	0	2	3	3	1
Malvaceae	<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	Paineira-rosa	AR, OR, MC,	0	1	0	0	0
Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Joá-mirim	AL, FR, MR, OR	0	0	2	0	0
Cactaceae	<i>Cereus hildmannianus</i> K.Schum.	Mandacarú	OR	0	0	0	1	0
Solanaceae	<i>Cestrum strigilatum</i> Ruiz & Pav.	Anilão	MR	0	0	1	0	0
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	Aguai	MR, FR	0	1	0	0	0
Verbenaceae	<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	Pau-viola	MR, AR, AP, MC, AF	0	0	0	1	0
Rutaceae	<i>Citrus × latifolia</i> Tanaka ex Q. Jiménez	Limão-taiti	AL, MC, FR	3	1	1	5	0
Rutaceae	<i>Citrus × limonia</i> (L.) Osbeck	Limão-rosa	AL, MC, FR	3	3	2	0	1
Rutaceae	<i>Citrus aurantium</i> L.	Laranja-azeda	FT, AL, MC	0	15	0	6	0
Rutaceae	<i>Citrus deliciosa</i> Ten.	Mexirica	AL, AF, FR	0	0	2	0	0
Rutaceae	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Pokã	FT, AL, AF	3	9	7	4	6
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Laranja-pera	FT, AL, AF	4	11	6	7	7
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Côco-gigante	OR, AL, FR	0	3	28	0	0
Arecaceae	<i>Cocos nucifera var. nana</i> Griff.	Coco-anão	OR, AL, FR	0	0	0	1	0
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i> L.	Café	SM, MC, AL	1	6	2	1	4
Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Pau-d'óleo	MC, MR, AR, AP, OR	0	0	0	8	0
Boraginaceae	<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	Capitão-do-campo	MC, MR, AF	0	0	0	11	0
Boraginaceae	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Louro-pardo	MR, AP, OR,	0	0	0	1	0
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i> L.	Coité	AL, OR, AR, SM	0	2	0	0	0
Fabaceae	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	Flamboyan	OR, FR, AL	0	1	0	0	0

Família	Nome científico	Nome Popular	Usos	Saf 1	Saf 2	Saf 3	Saf 4	Saf 5
Sapindaceae	<i>Dilodendron bipinnatum</i> Radlk.	Maria-pobre	MC	0	0	0	1	0
Ebenaceae	<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	Marmelinho-do-mato	MC, OR	0	0	2	0	1
Ebenaceae	<i>Diospyros kaki</i> Thunb.	Caqui	AL, FT, AF	0	0	0	0	1
Fabaceae	<i>Dipteryx alata</i> Vogel	Baru	AL, SM	1	2	2	0	4
Fabaceae	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Tamboril	MC, MR	0	1	1	0	0
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Nêspera	AF, AL, MC, OR	1	1	0	0	0
Fabaceae	<i>Erythrina variegata</i> L.	Brasileirinho	OR, FR, SM	2	0	0	1	0
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Eucalypto	MC, MR, OR	0	4	6	9	0
Myrtaceae	<i>Eugenia dysenterica</i> (Mart.) DC.	Cagaita	FT, AL, AF	18	0	1	4	0
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	AL, FR, AF	0	2	0	2	5
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i> L.	Figueira-benjamina	OR	0	0	0	0	1
Moraceae	<i>Ficus carica</i> L.	Figo	FT, AL, AF	0	0	1	0	0
Moraceae	<i>Ficus guaranitica</i> Chodat	Figueira	AL, MC, MR	0	1	0	1	0
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo	FT, AL, MC	0	20	10	12	0
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Marinheiro	AF, FR, SM	1	1	1	0	0
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Mutambo	AL, MR, MC	3	0	4	10	0
Fabaceae	<i>Guibourtia hymenaeifolia</i> (Moric.) J.Léonard	Falso-jatobá	MR	0	0	0	5	0
Asteraceae	<i>Gymnanthemum amygdalinum</i> (Delile) Sch.Bip. ex Walp.	Caferana	MC	0	1	0	0	1
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex A. DC.) Mattos	Ipê-amarelo	MC, MR, AP	33	0	1	2	0
Bignoniaceae	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Ipê-roxo	MR, MC, AP	21	1	1	0	0
Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-rosa	AV, MR, MC	0	0	3	4	13
Rhamnaceae	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	Uva-japonesa	MR, FT, AF	0	0	0	0	1
Aquifoliaceae	<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	Erva-mate	AL	19	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Inga cylindrica</i> (Vell.) Mart.	Ingá-feijão	AV, MR	0	0	0	1	0
Fabaceae	<i>Inga vera</i> Willd.	Ingá-do-brejo	AV, MR, MC	1	0	8	1	0
Bignoniaceae	<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.	Caroba	OR, MC, MR	0	0	0	1	0
Caricaceae	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC.	Jaracatiá	AL, FR	0	4	0	7	1

Família	Nome científico	Nome Popular	Usos	Saf 1	Saf 2	Saf 3	Saf 4	Saf 5
Euphorbiaceae	<i>Jatropha curcas</i> L.	Pinhão-manso	MC, MR	0	0	0	2	0
Asteraceae	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Leucena	AV	0	0	1	0	3
Fabaceae	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	Oiti	OR, AL, FR, MC, AF	1	23	0	1	0
Chrysobalanaceae	<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	Aroeira-brava	MR, MC, AP	1	0	0	0	0
Proteaceae	<i>Macadamia integrifolia</i> Maiden & Betche	Macadâmia	AL, FR, AF	0	1	0	0	0
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	Amora-brava	MR, MC, AF	0	1	0	1	0
Sapindaceae	<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	Timbó	MC, OR, AL	0	0	0	1	0
Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i> DC.	Acerola	FT, AL, AF	4	24	3	1	0
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Manga	FT, AL, AF	6	19	11	7	6
Sapindaceae	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Camboatá	MC	0	0	0	2	0
Sapindaceae	<i>Melicoccus lepidopetalus</i> Radlk.	Água-pomba	FT, AL, SM, OR, AF	4	1	0	1	0
Moringaceae	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Moringa	MC, MR	0	3	0	0	0
Moraceae	<i>Morus nigra</i> L.	Amora	FT, MC, AL, AF	10	16	9	7	0
Rutaceae	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	Murta	MC	0	0	0	2	0
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Banana	FT, AL, AF	0	37	8	10	84
Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Aroeira-verdadeira	MR, AP	3	0	6	1	0
Primulaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Capororoca	MC, MR, OR	0	5	4	3	17
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	Palma	OR	0	0	0	1	0
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Angico-da-mata	MR, AF, SM	0	0	1	1	0
Fabaceae	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Canafistula	MR	1	0	4	39	1
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	Abacate	FT, MR, AL, AF	1	18	3	3	2
Poaceae	<i>Phyllostachys aurea</i> Rivière & C. Rivière	Bambu-mirim	AR, OR	1	0	0	0	0
Pinaceae	<i>Pinus tecunumanii</i> F. Schwerdtf. ex Eguiluz & J.P.Perry	Pinus	MR, AR, OR	0	1	0	0	0
Myrtaceae	<i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel	Jabuticaba	FT, AL, AF	0	2	3	5	1
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Breu	MC, SM, OR	0	0	0	1	0
Rosaceae	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Pêssego	FT, AL, AF	0	1	5	2	2
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Goiaba	AV, FT, OR, AL, AF	19	36	26	8	9
Myrtaceae	<i>Psidium guineense</i> Sw.	Araçá	AL, FR, AF	1	0	0	0	0

Família	Nome científico	Nome Popular	Usos	Saf 1	Saf 2	Saf 3	Saf 4	Saf 5
Fabaceae	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Amendoim-bravo	MR, AF, SM	0	0	7	0	0
Lythraceae	<i>Punica granatum</i> L.	Romã	MC, FR, AL, AF	0	1	2	0	0
Rhamnaceae	<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	Saraguajá	AL, FT, SM, AP, AF	0	1	2	6	0
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	Mamona	AV, SM, AF	3	0	0	3	0
Celastraceae	<i>Salacia elliptica</i> (Mart. ex Schult.) G.Don	Siputá	AL, FT, OR, AF	0	2	3	0	0
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i> L.	Saboneteira	MC, MR	0	0	1	0	0
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire et al.	Mandiocão	OR, AR, MR	0	0	1	3	0
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Pimenteira	OR, AL, FT	1	0	0	1	0
Solanaceae	<i>Solanum paniculatum</i> L.	Jurubeba	MC, FR	0	0	1	0	0
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> L.	Cajá-mirim	MC, AL, AF	4	3	2	1	6
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i> L.	Seriguela	FT, AL, AF	0	3	1	0	0
Anacardiaceae	<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	Umbú	FT, MC, AF	0	0	0	4	0
Malvaceae	<i>Sterculia striata</i> A.St.-Hil. & Naudin	Chichá	OR, AR, AL	0	0	3	2	0
Arecaceae	<i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc.	Guariroba	AL, OR, SM,	0	1	10	0	0
Myrtaceae	<i>Syzygium jambolanum</i> (Lam.) DC.	Jamelão	AL, MC, FR, AF	0	9	3	1	0
Bignoniaceae	<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	Ipê-branco	MC, MR, AP	0	0	1	2	0
Sapindaceae	<i>Talisia esculenta</i> (A. St.-Hil.) Radlk.	Pitomba	AL, FR, AF	0	0	4	3	2
Fabaceae	<i>Tamarindus indica</i> L.	Tamarindo	MR, FT, MC, AL, AF	0	5	1	1	2
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Peito-de-pombo	MC, MR	0	1	1	0	0
Combretaceae	<i>Terminalia argentea</i> Mart.	Capitão-do-campo	MC, AF	0	0	0	7	0
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	Sete-copas	OR, AP, AR	0	1	0	0	0
Apocynaceae	<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K.Schum.	Chapéu-de-napoleão	MR, OR	0	8	0	0	0
Asteraceae	<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A.Gray	Flor-da-amazônia	MC, AP	3	9	0	1	0
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Candiúva	MR, AP, MC	2	0	0	1	1
Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i> Sw	Baga-de-morcego	MR, MC	0	0	0	1	0
Meliaceae	<i>Trichilia silvatica</i> C.DC.	Catiguá	MR, MC	0	0	1	1	0
Asteraceae	<i>Vernonanthura ferruginea</i> (Less.) H.Rob.	Assa-peixe	MC, AP	0	0	0	1	0
Lamiaceae	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	Tarumã	MR, MC	1	0	0	1	0

Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Mamica-de-Porca	MR, MR	1	1	2	7	0
Rutaceae	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	Mamica-de-Cadela	MC, MR, OR	0	0	2	5	1

Destacam-se, também, nove espécies da família Fabaceae com potencial de uso medicinal: *A. cearensis*, *A. colubrina*, *A. falcata*, *B. rufa*, *C. langsdorffii*, *E. contortisiliquum*, *I. vera* e *L. tomentosa* (Tabela 2). Algumas dessas espécies vegetais possuem propriedades que as credenciam para mais de um uso (BOTREL et al., 2006; ALMEIDA et al., 2012).

Esses resultados mostram a diversidade de espécies com maior representatividade da família Fabaceae, que possuem potencial de uso para madeira e medicinal, corroborando com resultados obtidos por Baptista-Maria et al. (2009), Lau e Jardim (2013), Souza e Piña-Rodrigues (2013), Alves et al. (2015), Silva et al. (2015a) e Silva et al. (2015b). Esses autores salientam que essa família apresenta maior riqueza florística devido às características semidecíduais, evidenciando a sua importância para as formações de SAFs biodiversos com potencial de uso múltiplo.

As famílias Anacardiaceae (10 espécies), Rutaceae (9) e Myrtaceae (8) representam 19,42% de todas as espécies estudadas, e se destacam com 19 espécies citadas com uso para alimentação, frutíferas e atrativas à fauna, sendo: *C. adamantium*, *E. dysenterica*, *E. uniflora*, *P. cauliflora*, *P. guajava*, *P. guineense*, *S. jambolanum*, *A. occidentale*, *M. indica*, *S. terebinthifolius*, *C. latifolia*, *C. limonia*, *C. aurantium*, *C. deliciosa*, *C. reticulata*, *C. sinensis*, *S. mombin*, *S. purpurea* e *S. tuberosa*, sendo que estas espécies possuem maior representatividade nos SAFs 3 e 4, com 181 indivíduos (Tabela 2).

Há espécies que se sobressaem devido à importância da exploração do potencial de uso, podendo ser utilizadas por mais de uma forma, como para alimentação, madeira, atração à fauna, frutífera, ornamental e medicinal, sendo que cada espécie (SILVA et al., 1998; FERNANDES et al., 2014).

Os resultados indicam que os sistemas avaliados possuem diferenças relativas entre a quantidade de indivíduos e a diversidade de espécies e famílias com diferentes potenciais de usos, que decorrem das demandas, anseios e outras particularidades de cada agricultor, que nortearam as distintas formas de organização dos arranjos das espécies arbóreas e arbustivas para formar os SAFs biodiversos (BOTREL et al., 2006; DUQUE-BRASIL et al., 2011).

Analisando a quantidade de indivíduos de todas as espécies nos diferentes SAFs estudados, destacam a *M. paradisiaca* (84), correspondendo a 5,61% do total de indivíduos, implantada para produção de alimento e se sobressai no SAF 5; em seguida a *P. dubium* (39), com potencial madeireiro, ornamental e para reflorestamento em áreas degradadas, com maior representatividade no SAF 4; após, a *P. guajava* (36) com uso para alimentação e atrativa à fauna, a qual destaca-se no SAF 2; já no SAF 5 a *A. cuspa* (35), com uso para madeira e

também destacando-se a *H. chrysotrichus* (33) com potencial para madeira e ornamental, apresentando-se com maior quantidade de indivíduos no SAF 1 (Tabela 2).

Várias espécies arbóreas ou arbustivas identificadas nos SAFs estudados destacam-se pela multiplicidade de uso, e está relacionado com a escolha dos agricultores, como um fator determinante para o sucesso dos SAFs, pois além de realizarem algumas funções ecológicas no local, produzem alimentos, possibilitam a geração de renda, além de possuírem outras utilidades para as famílias dos agricultores (ALMEIDA et al., 2012; SOUZA; PIÑA-RODRIGUES, 2013; MAGALHÃES et al., 2014).

Nos SAFs estudados destacam as espécies com maior representatividade em alternativas de usos, sendo: *C. myrianthum*, *M. lepidopetalus*, *R. elaeocarpum*, *P. guajava*, *T. indica*, *L. tomentosa* e *C. langsdorffii*. Essas espécies possuem cinco tipos de usos, principalmente madeira, medicinal, alimentação, frutífera e atração à fauna (Tabela 2).

As espécies *A. cacans*, *A. sylvatica*, *A. angustifolia*, *A. speciosa*, *C. kujete*, *C. iguanaea*, *S. elliptica*, *A. cearensis*, *A. falcata*, *M. nigra*, *S. jambolanum*, *A. carambola*, *E. japonica* e *C. baccatum* podem ser utilizadas de quatro formas diferentes, sendo: ornamental, apicultura, madeira e produção de sementes (Tabela 2). As demais espécies amostradas nos SAFs estudados possuem três ou menos indicações de uso (WENDLING; BRONDANI, 2015).

A diversidade de possibilidades de utilização de cada espécie mostra que os SAFs biodiversos são fontes de recursos contínuos com várias funções, sendo a principal delas a produção de alimentos e geração de renda, que são fatores importantes para a economia local e à autonomia das famílias. Esses resultados corroboram com Florentino et al. (2007), Duque-Brasil et al. (2011) Almeida et al. (2012), Magalhães et al. (2014) e Wendling e Brondani (2015).

Os estudos nos SAFs biodiversos evidenciaram a importância da diversidade de espécies de usos múltiplos, destacando, além de servirem como fonte de alimentos para as famílias, também é notório a atratividade da fauna. Nesse sentido, destacam-se árvores frutíferas consumidas *in natura* ou processadas para produção de doces, sucos e geleias, tais como: *A. occidentale*, *M. indica*, *S. purpúrea*, *A. muricata*, *A. aculeata*, *S. tuberosa*, *C. nucifera*, *B. orellana*, *O. ficus-indica*, *C. papaya*, *J. spinosa*, *P. americana*, *T. indica*, *M. emarginata*, *J. cuspidifolia*, *F. carica*, *M. nigra*, *M. paradisiaca*, *C. adamantium*, *E. uniflora*, *P. cauliflora*, *P. guajava*, *P. persica*, *C. arabicae* várias espécies cítricas (Tabela 2).

Esses resultados corroboram com Duque-Brasil et al. (2011), que identificaram a importância das espécies arbóreas como fonte alimentar em quintais agroflorestais do Norte

de Minas Gerais. Logo, Pasa et al. (2005) e Almeida e Gama (2014) afirmam que as espécies frutíferas usadas em SAFs destacam-se na categoria alimentar, sendo as mais frequentes a *M. indica*, *A. occidentale*, *P. guajava*, *C. aurantium* e o *C. limonia*, pois contribuem significativamente para a alimentação das famílias.

Segundo Vieira et al. (2007) e Gomes (2013), o cultivo de espécies frutíferas em SAFs estabelecidos em áreas de agricultores familiares é estratégico para a alimentação das famílias e comercialização do exedente. Vale destacar que a incorporação de espécies exóticas, principalmente as frutíferas nos SAFs estudados para tal finalidade, está relacionada à cultura tradicional e preferência alimentar dos agricultores (DUQUE-BRASIL et al., 2011).

Com relação às plantas medicinais identificadas nos sistemas agroflorestais estudados, estão mais presentes principalmente nos SAFs 2, 3 e 4, representadas por *A. graveolens*, *S. mombin*, *S. tuberosa*, *T. guianensis*, *A. muricata*, *A. squamosa*, *A. sylvatica*, *A. phalerata*, *G. amygdalinum*, *P. heptaphyllum*, *C. langsdorffii*, *M. paniculata*, dentre outras (Tabela 2). Porém, algumas dessas espécies também são utilizadas para fins madeireiros. Esses resultados corroboram com Alves et al. (2015) que constatarem grande diversidade da composição florística com fins medicinais em SAFs biodiversos do estado de Mato Grosso do Sul.

Analisando as espécies com funções medicinais, destacam-se o *C. langsdorffii* (Tabela 2), que é muito utilizado para esse fim, do qual é retirado o óleo do cerne da árvore (PASA et al., 2005). Os autores realizaram um estudo na Feira de Caruaru, em Pernambuco, e constaram que esta espécie apresenta altos índices de valor de importância dentre as plantas medicinais amostradas.

Algumas espécies arbóreas encontradas nas áreas estudadas, principalmente com maior representatividade nos SAFs 3 e 4, destinam-se para fins madeireiros, tais como: *M. urundeuva*, *A. cacans*, *A. cylindrocarpon*, *T. peruviana*, *A. falcata*, *P. dubium*, *C. fissilis* (Tabela 2).

Considera-se ainda, o potencial de *G. ulmifolia*, *C. trichotoma*, *H. chrysotrichus*, *H. impetiginosus*, *H. heptaphylluse* *T. roseoalba* (Tabela 2), como espécies que apresentam grande importância em SAFs biodiversos, como produtoras de sementes, madeira, medicinal, apicultura e ornamental, além de muito utilizadas em plantios de recuperação e restauração de áreas degradadas (RUSCHEL et al., 2003; COSTA FILHO et al., 2011; ALVES et al., 2015; SILVA et al., 2015c).

Costa Filho et al. (2011) ressaltam a importância econômica de *G. ulmifolia* devido às múltiplas possibilidades de uso, sendo para a produção de madeira, o aproveitamento da casca na indústria de cordoaria e na fabricação de tecidos e o consumo dos frutos, o potencial

apícola das flores e também a utilização como forrageiro, para alimentação do gado com folhas e frutos, principalmente em época de seca.

Em estudo realizado por Vieira et al. (2007), envolvendo 32 SAFs de agricultores familiares, os autores constataram que 50% dos sistemas possuem espécies permanentes para fins madeireiros. Salienta-se que a diversificação de espécies arbóreas possibilita maior aproveitamento da área para obter diferentes produtos e funções, como por exemplo, a espécie *G. ulmifolia* que possui potencial madeireiro, medicinal e para a alimentação.

Com relação às espécies que se destinam a fins ornamentais, destacam-se a *S. terebinthifolius*, *T. peruviana*, *C. nucifera*, *C. nucifera*, *S. oleracea*, *B. dracunculifolia*, *J. cuspidifolia*, *C. hildmannianus*, *O. ficus-indica*, *S. elliptica*, *B. rufa*, sendo que algumas dessas espécies destinam-se para a produção de artesanatos e sementes, uso medicinal e são frutíferas (Tabela 2).

Os resultados obtidos neste estudo mostram que a distribuição das plantas ornamentais nos SAFs biodiversos ocorre, predominantemente, ao redor das moradias, o que reflete interesses por belezas cênicas nas propriedades. Algumas espécies ornamentais exóticas se destacam, tais como: *B. vulgaris*, *D. regia*, *D. repens*, *F. benjamina*, e *T. catappa*. Esses resultados são semelhantes aos constatados por Duque-Brasil et al. (2011) e Lau e Jardim (2013).

Analisando a quantidade de espécies para cada tipo de uso nos SAFs estudados, observa-se que o SAF 4 apresentou resultados superiores em relação à riqueza de espécies com a finalidade de uso para alimentação, apicultura, adubação verde, medicinal, madeira, atrativa à fauna e ornamental. Em seguida o SAF 3, que apresentou o melhor resultado referente às espécies frutíferas; já o SAF 2 com maior potencial de uso para sementes e artesanatos; e o SAF 1 apresentou performance inferior aos demais em relação à presença de espécies com diferentes tipos de usos (Tabela 2; Figura 2).

Com esses resultados, evidencia-se a importância da diversidade da composição florística com diferentes finalidades no mesmo agroecossistema, contribuindo para a disponibilidade de vários recursos vegetais naturais no mesmo espaço ao longo do tempo (Figura 2).

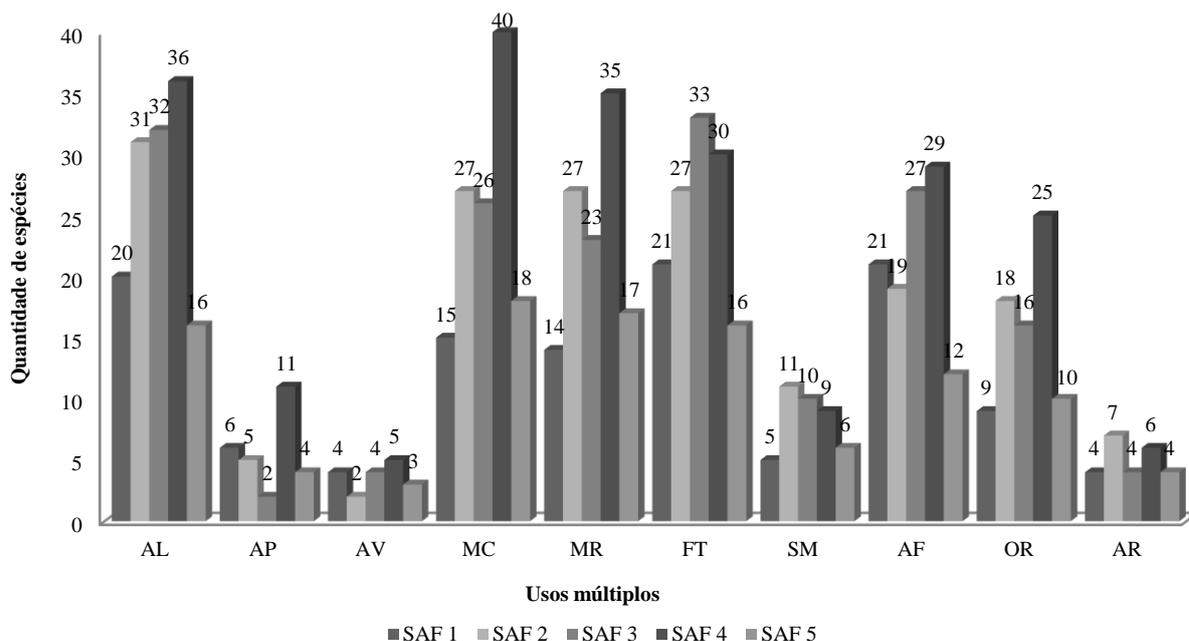


Figura 2. Usos múltiplos de espécies arbóreas e arbustivas em sistemas agroflorestais biodiversos no Município de Bonito, na região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, em 2015. AL=Alimentação, AP=Apicultura, AV=Adubação verde, MC=Medicinal, MR=Madeira, FT=Frutífera, SM=Sementes, AF=Atrativa à fauna, OR=Ornamental, AR=Artesanato.

Os SAFs estudados, além de serem espaços importantes para diversificação da produção por meio de espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas, e para perpetuação do conhecimento local sobre uso dos recursos vegetais, desempenham a função de conservação da biodiversidade, exercendo papéis na recuperação ambiental de espécies nativas e ameaçadas de extinção. Dentre elas, destacam-se: *M. urundeuva*, que é oriunda do Cerrado e Caatinga, e possui o potencial para madeira e apicultura, e a *A. angustifolia*, originária da Mata Atlântica, que pode ser utilizada para madeira, alimentação e medicinal. Ambas são consideradas como vulneráveis na Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (FERNANDES et al., 2002; MACHADO et al., 2008; MMA, 2008; RECH et al., 2015).

Pesquisas realizadas em diferentes regiões evidenciam que SAFs biodiversos podem exercer papéis multifuncionais para comunidades de agricultores familiares, fornecendo alimentos, sombra, plantas medicinais e madeira, entre outras utilidades para as pessoas (MARTINOTTO et al., 2012; ALVES et al., 2015; SILVA et al., 2015a).

A composição florística para fins de usos múltiplos representam importante riqueza em SAFs, como fonte de alimentos e para a exploração da apícola; uso madeireiro, medicinal e adubação verde; produção de sementes e frutas; uso ornamental e em artesanatos, bem como para atração à fauna. Espécies com essas aptidões contribuem para a geração de renda e

conservação da biodiversidade, uso sustentável dos recursos naturais e melhoria qualidade de vida dos agricultores familiares (KURZATKOWSKI, 2007).

Além do potencial de uso múltiplo exercido por espécies arbustivas e arbóreas, também desempenham a função de estoque de carbono na madeira. Segundo Carvalho et al. (2014), isso é importante devido o período de existência dessas árvores, pois são armazenadas quantidades diferentes de carbono da atmosfera nos componentes das plantas, sendo que essa captura ocorre em maior proporção na madeira do que nos demais componentes da biomassa, constituindo cerca de 64% na madeira e 35% nas raízes, cascas, galhos vivos e mortos e nas folhas.

Na tabela 3 são apresentados o número de indivíduos, média de diâmetro e da altura das espécies arbustivas e arbóreas nos SAFs biodiversos estudados.

Tabela 3. Quantidade de indivíduos, médias da circunferência, da altura e do diâmetro dos indivíduos arbóreos e arbustivos amostradas em sistemas agroflorestais biodiversos no Município de Bonito, região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, em 2015.

	SAF 1	SAF 2	SAF 3	SAF 4	SAF 5
Nº de Indivíduos	177	294	159	298	183
Nº de indivíduos*	24	85	47	51	92
Média da Altura (m)	3,69	5,57	5,12	8,53	4,28
Médiado Diâmetro (cm)	14,04	17,79	20,05	17,69	13,09

*Refere-se a quantidades específicas de indivíduos pertencentes às famílias botânicas: Arecaceae, Musaceae e Caricaceae.

Observa-se que o maior diâmetro ocorreu no SAF 4, sendo este o mais antigo dos sistemas, com 15 anos de implantação. Esse resultado indica que ao longo do tempo tende a aumentar o diâmetro das árvores e diminuir a quantidade de indivíduos por área. Com relação à média da altura das árvores e arbustos, destacaram-se os SAFs 4 e 2; já em relação ao número de indivíduos, destacaram-se os SAFs 2 e 3.

Esses resultados mostram que a média da altura, do diâmetro e da circunferência podem diferir de acordo com as influências de temperatura, incidência solar, fatores climáticos, espécies utilizadas e período de implantação que, conseqüentemente, podem resultar em diferentes valores de fixação de carbono. Segundo Silva et al. (2014), em um componente arbustivo-arbóreo na região Sudeste do estado de MS, constatou-se maior média de diâmetro (19,91 cm) no sistema agroflorestal e a menor (4,5 cm) na vegetação nativa, e a maior altura média (11,81 m) e a menor (2,45 m), respectivamente, no SAF e na mata nativa.

O valor do diâmetro e altura foi maior no SAF do que na vegetação nativa, o que mostra o potencial de SAFs biodiversos na redução de dióxido de carbono na atmosfera,

contribuindo para a redução do efeito estufa, aliado às diversas outras funções benéficas que exercem para a sociedade.

Na Tabela 4 são apresentados os valores da média de estoque de carbono na parte aérea dos indivíduos avaliados nos sistemas agroflorestais, de acordo com as equações utilizadas nos cálculos. Nota-se que no SAF 4 constatou-se a maior quantidade de kg/C por indivíduo por todas as equações, quando comparados com os demais sistemas; em seguida os SAFs 3 e 2; já os SAFs 1 e 5 obtiveram menor estoque de kg/C por indivíduo.

Tabela 4. Quantidade de carbono, por indivíduo, acumulado na parte aérea de espécies arbustivas e arbóreas em sistemas agroflorestais biodiversos localizados no município de Bonito, região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, em 2015.

	SAF 1	SAF 2	SAF 3	SAF 4	SAF 5
Equações	Kg de C/Indivíduo				
1	13,78	32,39	38,28	47,00	13,67
2	11,62	29,81	35,40	45,81	11,66
3	15,98	33,62	43,18	39,75	14,40
4	10,84	25,93	30,22	39,12	10,93
5	12,12	24,36	30,25	29,32	11,19
6	13,03	30,82	35,81	46,10	13,14
7	12,89	30,49	35,43	45,60	13,00
8*	1,07	1,34	1,55	1,80	1,54
9*	1,45	1,38	1,60	1,85	1,21

*Referem-se às equações específicas para os indivíduos das famílias botânicas: Arecaceae, Musaceae e Caricaceae.

Esses resultados apontam que em áreas que possuem características de florestas tropicais, predominam indivíduos arbóreos de diferentes espécies, idades e tamanhos das árvores (diâmetro e altura), assim a produção de carbono que está concentrada no componente arbóreo, pode estar associada com a composição de espécies, tamanho populacional das espécies, densidade básica da madeira e estágio de sucessão da floresta (SOUZA et al., 2012).

Com relação às equações para cálculo de estoque de C em indivíduos, destaca-se no SAF 4 a equação 1 (HIGUCHI et al., 1998), com 47,00 kg/C; em seguida, a equação 6 (BROWN et al., 1989), com 46,10 kg/C. Já no SAF 3, a equação 3 (AMARO et al., 2013) resultou em maior quantidade de kg/C por indivíduo; em seguida, a equação 1, com 38,28 kg/C. Logo nos SAFs 2, 1 e 5, a equação 3 resultou em maior quantidade de kg/C por indivíduo. E por último, as equações 4 e 5 resultaram em menor quantidade de kg/C por indivíduo nos sistemas avaliados (Tabela 4).

Segundo Metzker (2007), a utilização do método indireto para cálculo de estocagem de carbono em espécies arbóreas através de equações alométricas, consiste em realizar estimativas de biomassa a campo sem a necessidade de derrubada de árvores. Assim, os diâmetros à altura do peito, altura total das árvores e a densidade da madeira são parâmetros geralmente utilizados. Esse método possui a vantagem de utilizar maior número de árvores e áreas que melhoram a representatividade de ambientes.

Em específico, os indivíduos das espécies que pertencem às famílias botânicas, *Arecaceae*, *Musaceae* e *Caricaceae*, que resultaram em maior quantidade de kg/C, foram dos SAFs 4 e 3 nas equações 8 e 9, sendo que a última resultou em maior abundância de kg/C por indivíduo nos sistemas (Tabela 4).

Esses resultados mostram a diferença de estocagem de kg/C entre as espécies arbóreas mais densas e as palmeiras, pois variam pouco o seu diâmetro, mas aumentam muito em altura e biomassa. Segundo o estudo realizado por Santos et al. (2013), em um levantamento em área de floresta de terra firme na Amazônia Central, concluiu que o estoque médio de biomassa seca e carbono para as palmeiras foi de $1,96 \text{ ha}^{-1}$ e $0,95 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente.

Por meio da aplicação das citadas equações alométricas, resultaram em uma média de $58,626 \text{ t C ha}^{-1}$ nos cinco SAFs biodiversos avaliados, sendo que os SAFs 4 e 3 obtiveram maior média da quantidade de t C por $0,5 \text{ ha}^{-1}$ e t C ha^{-1} . Logo, o resultado obtido para estocagem de carbono na madeira, ocorreu variações dos resultados das equações, entre a quantidade maior e menor de carbono em cada SAF, sendo que a equação 3 resultou em maior quantidade de t C por $0,5 \text{ ha}^{-1}$ e t C ha^{-1} dentre as demais, nos cinco SAFs e a equação 4 procedeu em menor quantidade nos SAFs 1, 3 e 5; já a equação 5 nos SAFs 2 e 4 (Tabela 5).

Observa-se na Tabela 5, que os SAFs 4 e 3 acumularam maiores quantidades de C utilizando-se as diferentes equações, quando comparados com os demais sistemas, o que pode ser explicado, pois são os sistemas com maior tempo de implantação. Os SAFs 1 e 5 possuem menor estoque de C na parte aérea das espécies arbustivas e arbóreas. Esses resultados estão relacionados com a quantidade de indivíduos, diversidade de espécies, adensamento das árvores e arbustos, as formas de arranjos e a idade dos SAFs.

Tabela 5. Quantidade de carbono em t C por 0,5 ha⁻¹ e t C ha⁻¹, acumulados na parte aérea de espécies arbustivas e arbóreas em sistemas agroflorestais biodiversos pertencentes ao município de Bonito, região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, em 2015.

	SAF 1	SAF 2	SAF 3	SAF 4	SAF 5	SAF 1	SAF 2	SAF 3	SAF 4	SAF 5	TOTAL
Equações	t C 0,5 ha ⁻¹					t C ha ⁻¹					t C ha ⁻¹
1	2,439	9,522	6,086	14,006	2,501	4,878	19,044	12,172	28,012	5,002	69,108
2	2,056	8,764	5,628	13,651	2,133	4,112	17,528	11,256	27,302	4,266	64,464
3	2,828	9,884	6,865	11,845	2,635	5,656	19,768	13,730	23,690	5,270	68,114
4	1,918	7,623	4,804	11,657	2,000	3,836	15,246	9,608	23,314	4,000	56,004
5	2,145	7,161	4,809	8,737	2,047	4,290	14,322	9,618	17,474	4,094	49,798
6	2,306	9,061	5,693	13,737	2,404	4,612	18,122	11,386	27,474	4,808	66,402
7	2,281	8,964	5,633	13,588	2,379	4,562	17,928	11,266	27,176	4,758	65,690
8*	2,50	1,13	7,20	9,18	1,41	5,00	2,26	14,40	18,36	2,82	42,840
9*	3,40	1,17	7,50	9,43	1,11	6,80	2,34	15,00	18,86	2,22	45,220
MÉDIA	2,430	7,031	6,024	11,759	2,068	4,860	14,062	12,048	23,518	4,137	58,626

*Referem-se às equações específicas para os indivíduos das famílias botânicas: Arecaceae, Musaceae e Caricaceae.

Esses resultados indicam o potencial desses sistemas em sequestrar carbono como alternativa viável na captura de CO₂ para reduzir a emissão desse gás que contribui para o efeito estufa e na redução dos efeitos do aquecimento global (DIAS et al., 2015), devido à diversidade de espécies arbóreas e arbustivas que contribuem para a funcionalidade e desenvolvimento do sistema, aliado ao período de implantação que colaboram para a complexidade e o crescimento das árvores.

Os resultados mostram variações na quantidade acumulada de carbono pelas espécies arbóreas e arbustivas nos SAFs em função das diferentes equações utilizadas nos cálculos. Isso indica que a aplicação das equações alométricas para o cálculo de estoque de carbono em sistemas agroflorestais influencia diretamente nos resultados. Com relação às equações 8 e 9, específicas para indivíduos das famílias botânicas Arecaceae, Musaceae e Caricaceae, geraram resultados semelhantes, com poucas diferenças entre si.

Esses resultados são semelhantes aos obtidos no estudo realizado por Carvalho et al. (2014) envolvendo um fragmento de floresta estacional semidecídua no município de Ribeirão Grande, SP, os quais utilizaram equações alométricas propostas por Higuchi et al. (1998) e resultaram em estocagem de carbono de 67,72 t C numa área de 0,7 hectares. Estes resultados podem ser utilizados como instrumento para tomadas de medidas conservacionistas que garantam a manutenção e/ou recuperação de florestas e da biodiversidade.

O estudo realizado por Bolfe et al. (2011) em quatro sistemas agroflorestais localizados no distrito de Quatro Bocas, Tomé-Acu, Pará, para cálculo de estocagem de C

através de três equações alométricas propostas por Higuchi et al., (1998) e Saldarriaga et al., (1988), resultaram em uma média de 43,21 t C ha⁻¹. Consideram-se, ainda, que os valores de estoque de C estão dentro das médias estimadas em SAFs tropicais. Estes autores relatam que o potencial de sequestro de C pela vegetação de SAF para a América do Sul é estimado entre 39 a 102 t C ha⁻¹, sendo que a média para a região tropical é de 95 t C ha⁻¹.

Comparando os resultados obtidos a partir das diferentes equações alométricas utilizadas, destaca-se que no SAF 1 as equações 1 e 6, 5 e 7, geraram resultados semelhantes; no SAF 2, o mesmo aconteceu com as equações 6 e 7; já no SAF 3 se destacaram as equações 2, 6 e 7; a 4 e 5 também com resultados parecidos; as equações 2 e 7, 3 e 4 assemelharam-se no SAF 4; já no SAF 5 as equações 1, 6 e 7; 2 e 5 alcançaram resultados semelhantes, conforme apresentados na Figura 3.

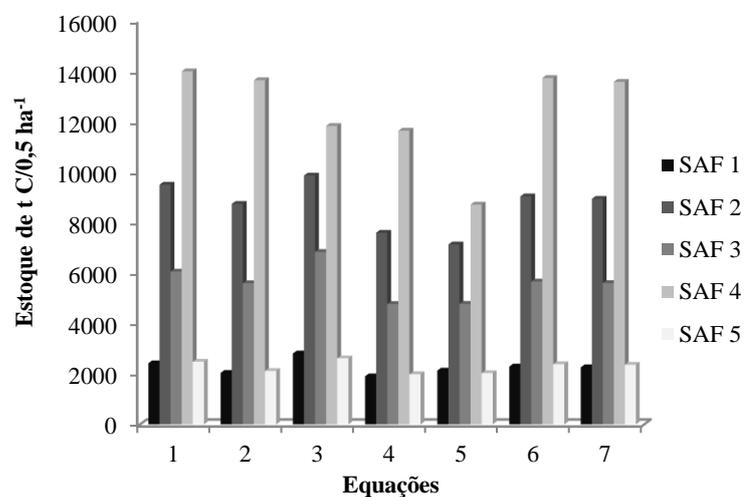


Figura 3. Estoque de carbono em t C 0,5 ha⁻¹, acumulado na parte aérea de espécies arbustivas e arbóreas em sistemas agroflorestais biodiversos no Município de Bonito, região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, em 2015, utilizando-se diferentes equações alométricas. Equações: 1 e 2 (HIGUCHI et al., 1998); 3 (AMARO et al., 2013); 4 (REZENDE et al., 2006); 5 (TANIZAKI, 2000); 6 e 7 (BROWN et al., 1989).

Os estoques de C nos SAFs biodiversos avaliados mostram que as equações alométricas 2, 5, 6 e 7 chegaram a resultados semelhantes, podendo ser indicadas para cálculos de sequestro de carbono atmosférico na parte aérea de espécies arbóreas e arbustivas em sistemas agroflorestais biodiversos.

Ribeiro et al. (2014) utilizaram as mesmas equações empregadas nesse estudo propostas por Higuchi para o cálculo de fixação de carbono pela vegetação do Cerrado, as quais apresentaram resultados diferentes, corroborando com os resultados obtidos nesse estudo, indicando que as equações desenvolvidas para áreas de florestas densas ou sistemas mais complexos, podem resultar em quantidades de C diferentes quando aplicadas em áreas

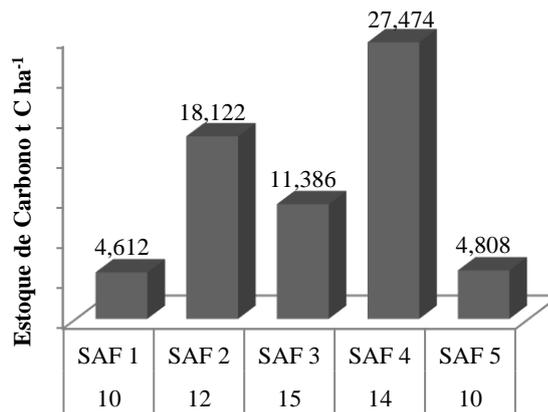
mais abertas. Assim, a escolha da equação alométrica para calcular o estoque de carbono deve levar em consideração o tipo e a composição da vegetação.

Em um estudo para estimar os estoques de carbono em áreas de reflorestamentos com espécies nativas e uma área de remanescente florestal no estado de São Paulo, Stucchi (2013) utilizou equações alométricas propostas por Brown et al. (1989) e Chave et al. (2005), que foram desenvolvidas, preferencialmente, para áreas de restauração florestal, tipologias florestais e áreas de matas ciliares. Os resultados do sequestro de carbono variaram entre 4,4 a 23,10 t C ha⁻¹ nos reflorestamentos e até de 35,45 t C ha⁻¹ nas áreas de matas nativas.

Em específico, os resultados obtidos utilizando-se as equações 8 e 9, propostas por Higuchi et al. (1998) e Saldarriaga et al. (1988), respectivamente, utilizadas para cálculo de estoque de carbono por indivíduos das famílias botânicas Arecaceae, Musaceae e Caricaceae, não apresentaram diferença significativa quando comparadas em cada SAF. Destaca-se que os SAFs 4 e 3 apresentaram resultados superiores em relação ao acúmulo de carbono na parte aérea das plantas com relação aos demais sistemas.

As equações utilizadas para estimar o estoque de carbono nessas famílias botânicas mostram-se mais precisas que as equações utilizadas para as demais espécies, devido à maior uniformidade na forma do fuste e por não apresentarem bifurcações de galhos (BRIANEZI et al., 2013).

De acordo com os resultados apresentados na Figura 4, constata-se que os SAFs 4 e 2 acumularam maiores quantidades de carbono (t C ha⁻¹) com períodos de implantação de 14 e 12, respectivamente. No entanto, os SAFs 2 e 3 possuem diferença entre os períodos de implantação e com o estoque de carbono, sendo que o SAF mais recente obteve maior estoque de carbono que o SAF com 15 anos de idade. Essas diferenças de estocagem de carbono decorrem da composição florística, diversidade das espécies, quantidade de indivíduos de cada sistema, sendo que áreas mais densas, em fase jovem, tendem a acumular mais carbono quando comparadas com áreas mais abertas. Assim, sistemas com maior quantidade de espécies pioneiras, tendem a estocar carbono mais rapidamente.



Período de implantação de SAFs

Figura 4. Estoque de carbono ($t C ha^{-1}$) acumulado na parte aérea de espécies arbustivas e arbóreas em sistemas agroflorestais biodiversos no Município de Bonito, região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, em 2015, utilizando-se a equação alométrica proposta por Brown et al. (1989) para os cálculos.

Os estudos do estoque de carbono em SAFs biodiversos podem contribuir para a elaboração de projetos que visem à compensação das emissões de Gases de Efeito Estufa - GEE, que podem incentivar outros estudos em SAFs biodiversos em várias regiões do Brasil, devido à ampla diversidade florística de espécies nativas que compõe os diferentes biomas do País.

Os estudos mostram que as famílias botânicas e as espécies vegetais estocam carbono de forma diferenciada, por meio das espécies mais representativas dentro dos SAFs, ou seja, com maior quantidade de indivíduos, diâmetro e altura, se destacarão dentre as demais. Embora ocorram diferentes resultados expressados por SAFs com arranjos distintos de plantas, estes reservatórios de carbono são extremamente necessários e importantes, pois contribuem para minimizar os efeitos causados pela concentração de CO_2 na atmosfera (CARVALHO et al., 2014).

Além do dióxido de carbono (CO_2) que contribui para o aquecimento global, há o metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorcarbonos (HFCs), hexafluoreto de enxofre (SF_6) e o perfluorcarbonos (PFCs), como Gases de Efeito estufa - GEEs, oriundos da agropecuária e queima de florestas. Desta forma, estudos envolvendo agroecossistemas que potencializem mecanismos de desenvolvimento limpo, surgem como alternativas para minimizar os efeitos negativos desses gases ao meio ambiente.

Então, a tomada de decisões na implantação e no manejo de recursos florestais, aliado ao interesse na completa utilização das árvores, tais como raízes, tronco, folhas e ramos, contribuem para conhecer as condições florísticas dos agroecossistemas. Com isso, pode-se

fornecer elementos para cálculos de estoque de carbono que contribuem à redução das emissões de gases de efeito estufa. O conhecimento e as estimativas desses estoques são necessários para melhor entendimento sobre as mudanças ambientais globais (SILVEIRA et al., 2008).

4. Conclusões

A composição florística de sistemas agroflorestais são reflexos das demandas e objetivos de cada agricultor e de potencialidades locais, o que tende a formar agroecossistemas com espécies arbustivas e arbóreas com boa multiplicidade de uso.

SAFs biodiversos implantados por agricultores na região Sudoeste de Mato Grosso do Sul destacam-se por apresentarem maiores quantidades de espécies vegetais com potencial para alimentação, frutíferas, medicinais, madeireiros, atrativas à fauna, ornamentais, produtoras de sementes, uso apícola, artesanatos e adubação verde, respectivamente.

Os SAFs 4 e 3, que possuem maior riqueza de espécies, apresentam os maiores potenciais de usos, principalmente para fins de alimentação, apicultura, adubação verde, medicinal, madeira, atratividade à fauna e ornamental.

Constatou-se a média de 58, 626 t C ha⁻¹ nos cinco SAFs biodiversos avaliados, com aplicação de diferentes equações alométricas, sendo que os SAFs 4 e 3 apresentaram maior média de carbono acumulado na parte aérea das espécies arbóreas e arbustivas.

Com a utilização das equações alométricas 2, 5, 6 e 7, chegou-se a resultados semelhantes quanto ao estoque de carbono na parte aérea das espécies arbóreas e arbustivas nos sistemas agroflorestais biodiversos estudados, apresentando níveis de adequabilidade semelhantes para utilização em estudos envolvendo áreas com espécies arbóreas e arbustivas diversificadas e em formação.

5. Referências bibliográficas

AGUIAR, M. D.; SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; NEGRINI, M.; FERT NETO, J. Potencial de uso de espécies arbóreas de uma floresta secundária em Lages, Santa Catarina. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, SC, v. 11, n. 3, p. 238-247, 2012.

ALBUQUERQUE, U. P.; ANDRADE, L. H. C. Uso de recursos vegetais da caatinga: o caso do agreste do estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil). **Interciência**, América Latina, Portugal, v. 27, n. 7, p. 336-346, 2002.

ALMEIDA, L. S.; GAMA, J. R. V. Home gardens: structure, floristic composition and environmental aspects in area of rural settlement in Brazil's Amazon forest. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 24, n. 4, p. 1041-1053, 2014.

ALMEIDA, L. S.; GAMA, J. R. V.; OLIVEIRA, F. A.; CARVALHO, J. O. P.; GONÇALVES, D. C. M.; ARAÚJO, G. C. Phytosociology and multiple use of forest species

in a logged forest in Santo Antonio community, municipality of Santarém, Pará state. **Acta Amazonica**, Manaus, AM, v. 42, n. 2, p. 185-194, 2012.

ALVES, J. M.; GOMES, S. S.; SILVA, D. B. S.; ROCHA, P. S.; ROMAN, A. I.; RAIZER, J.; JUNIOR, V. V. A.; PEREIRA, Z. V. Uso Múltiplo de Espécies Arbóreas Nativas do Fragmento de Floresta Semidecidual Ribeirinha da Fazenda Experimental da Universidade Federal da Grande Dourados. **Cadernos de Agroecologia**, Cruz Alta, RS, v. 9, n. 4, 2015.

AMARO, M. A.; SOARES, C. P. B.; SOUZA, A. L.; LEITE, H. G.; SILVA, G. F. Estoque volumétrico, de biomassa e de carbono em uma Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 37, n. 5, p. 849-857, 2013.

APG (Angiosperm Phylogeny Group) III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of Linnean Society**, v. 161, n. 20, p. 105-121, 2009.

ARRUDA, A. L. A.; SOUZA, D. G.; VIEIRA, C. J. B.; OLIVEIRA, R. F.; PAVAN, F. R.; FUJIMURA, C. Q. L.; RESENDE, U. M.; CASTILHO, R. O. Análise fitoquímica e atividade antimicobacteriana de extratos metanólicos de *Jacaranda cuspidifolia* Mart. (Bignoniaceae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, SP, v. 14, n. 2, p. 276-281, 2012.

BAILEY, K. **Methods of social research**. New York: The Free Press, 1994.

BAPTISTA-MARIA, M. V. R.; RODRIGUES, R. R.; JUNIOR, G. D.; MARIA, F. S.; SOUZA, V. C. Composição florística de florestas estacionais ribeirinhas no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, MG, v. 23, n. 2, p. 535-548, 2009.

BARRETO, N. F.; ARAUJO, G. R. M.; CARVALHO, L. S.; COSTA, G. S. Caracterização e análise das áreas degradadas do Assentamento Santo Amaro. **Vértices**, v. 16, n. 3, p. 97-104, 2015.

BARROSO, I. C. E.; OLIVEIRA, F.; CIARELLI, D. M. Morfologia da unidade de dispersão e germinação de *Cordia sellowiana* Cham. E *Cordia myxa*. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 68, n. 1, p. 241-249, 2009.

BOLFE, É. L.; BATISTELLA, M. FERREIRA, M. C.; Floristic and structural analysis of agroforestry systems in Tomé-Açu, Pará, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 10, p. 1139-1147, 2011.

BOTREL, R. T.; RODRIGUES, L. A.; GOMES, L. J.; CARVALHO, D. A.; FONTES, M. A. L. Uso da vegetação nativa pela população local no município de Ingaí, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, MG, v. 20, n. 1, p. 143-156, 2006.

BRIANEZI, D.; JACOVINE, L. A. G.; SOARES, C. P. B.; CASTRO, R. V. O.; BASSO, V. M. Allometric equations for estimating carbon of urban trees in Viçosa-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 37, n. 6, p. 1073-1081, 2013.

BROWN, S.; GILLESPIE, A. J. R.; LUGO, A. E. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. **Forest Science**, Lawrence, v. 35, p. 881-902, 1989.

BUDKE, J. C.; ATHAYDE, E. A.; GIEHL, E. L. H.; ZÁCHIA, R. A.; EISINGER, S. M. Composição florística e estratégias de dispersão de espécies lenhosas em uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. **Iheringia Série Botânica**, Porto Alegre, RS, v. 60, n. 1, p. 17-24, 2014.

BUENO, M. L.; RESENDE, U. M.; RANIER, T. G. Levantamento Florístico nas Trilhas Turísticas da RPPN São Geraldo. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, RS, v. 5, n. 2, p. 189-191, 2007.

CARNEIRO, M. J.; DANTON, T. Agricultura e biodiversidade nas Ciências Sociais brasileiras: alimentando a comunicação entre ciência e políticas públicas. **Sociologias**, Porto Alegre, RG, v. 14, n. 30, p. 252-289, 2012.

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, 2014.

CERDOURA, K. B.; GARDIN, C. Conhecendo o Município de Bonito, MS através do Olhar de seus Habitantes: Paisagens, Lugares e a Valorização da Experiência. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, 4, 2008, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF, p. 1-195, 2008.

CHAVES, A. D. C. G.; SANTOS, R. M. S.; SANTOS, J. O.; FERNANDES, A. A.; MARACAJÁ, P. B. A importância dos levantamentos florístico e fitossociológico para a conservação e preservação das florestas. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, PB, v. 9, n. 2, p. 43-48, 2013.

COSTA FILHO, J. H.; NUNES, G. H. S.; COSTA, G. G.; NOGUEIRA, C. S. R.; COSTA, C. S. R. N. M. R. Superação de dormência em sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, PB, v. 6, n. 2, 2011.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; LOPES, K. S. M.; YOKOBATAKE, K. L.; FERREIRA, J. P.; PARIZ, C. M.; BONINI, C. S. B.; LONGHINI, V. Z.; Soil Properties and Carbon Accumulation in an Integrated Crop-Livestock System Under No-Tillage. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v. 39, n. 3, p. 852-863, 2015.

DIAS, I. P.; COSTA, B. C.; ALMEIDA, J. F.; TOURINHO, M. M. Avaliação da estimativa de fixação de carbono em sistemas agroflorestais na região amazônica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, PB, v. 10, n. 5, p. 07-10, 2015.

DIAS, J. A região cárstica de Bonito, MS: uma proposta de zoneamento geocológico a partir de unidades de paisagem. **Ensaio e Ciência**, Campo Grande, MS., v. 4, n. 1, p. 9-43, 2000.

DUQUE-BRASIL, R.; SOLDATI, G. T.; ESPÍRITO-SANTO, M. M.; REZENDE, M. Q.; ÂNGELO-NETO, S.; COELHO, F. M. G. Composition, use and conservation of tree species in homegardens of small-scale farmers in the dry forests of northern Minas Gerais, Brazil. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, Feira de Santana, BA, v. 11, n. 2, p. 287-297, 2012.

FERNANDES, J. M.; GARCIA, F. C. P.; AMOROZO, M. C. M.; SIQUEIRA, L. C.; MAROTTA, C. P. B.; CARDOSO, I. M. Ethnobotany of Leguminosae among agroecological farmers in the Atlantic Forest, Araponga, Minas Gerais, Brazil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, RJ, v. 65, n. 2, p. 539-554, 2014.

FERNANDES, M. A.; OLIVEIRA, I.; ROSA, M. S.; MOLINA, A. N. D.; ZUCCHI, R. A. Species diversity of frugivorous flies (Diptera: Tephritoidea) from hosts in the Cerrado of the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v. 31, n. 4, p. 515-524, 2002.

FERNANDES, S. S. L.; PADOVAN, M. P.; PEREIRA, Z. V.; MOITINHO, M. R.; HEID, D. M.; Fitossociologia do componente arbóreo de um sistema agroflorestal no Assentamento Lagoa Grande, Município de Dourados, MS. In: **Anais... SEMINÁRIO DE**

AGROECOLOGIA DE MATO GROSSO DO SUL, 3.; ENCONTRO DE PRODUTORES AGROECOLÓGICOS DE MS, 2010, p. 1-5, Corumbá, MS, 2010.

FLORENTINO, A. T. N.; ARAÚJO, E. L.; ALBUQUERQUE, U. P. Contribuição de quintais agroflorestais na conservação de plantas da Caatinga, Município de Caruaru, PE, Brasil. **Acta botânica brasílica**, Belo Horizonte, MG, v. 21, n. 1, p. 37-47, 2007.

FORZZA, R. C.; LEITMAN, P. M.; COSTA, A. F.; CARVALHO JR., A. A.; PEIXOTO, A. L.; WALTER, B. M. T.; BICUDO, C.; ZAPPI, D.; COSTA, D. P.; LLERAS, E.; MARTINELLI, G.; LIMA, H. C.; PRADO, J.; STEHMANN, J. R.; BAUMGRATZ, J. F. A.; PIRANI, J. R.; SYLVESTRE, L.; MAIA, L. C.; LOHMANN, L. G.; QUEIROZ, L. P.; SILVEIRA, M.; COELHO, M. N.; MAMEDE, M. C.; BASTOS, M. N. C.; MORIM, M. P.; BARBOSA, M. R.; MENEZES, M.; HOPKINS, M.; SECCO, R.; CAVALCANTI, T. B. & SOUZA, V. C. **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 jan. 2015.

FROUFE, L. C. M.; SEOANE, C. E. S. Levantamento fitossociológico comparativo entre sistema agroflorestal multiestrato e capoeiras como ferramenta para a execução da reserva legal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 67, p. 203, 2011.

GOMES, G. C.; SCHIAVON, E. N.; MEDEIROS, C. A. B.; VERONA, L. A.; RODRIGUES, P. R. F. Cinquenta árvores nativas e seus usos na visão do agricultor familiar de base ecológica Nilo Schiavon. Colônia São Manoel, Pelotas-RS. **Cadernos de Agroecologia**, Cruz Alta, RS, v. 8, n. 2, 2013.

GOMES, H. B. **Sistemas agroflorestais em assentamentos rurais**: uma contribuição para a construção de sistemas produtivos sustentáveis? Uma visão a partir dos agricultores. 2013. 77 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, 2013.

GUILHOTO, J. M.; AZZONI, C. R.; SILVEIRA, F. G.; ICHIHARA, S. M.; DINIZ, B. P. C.; MOREIRA, G. R. C. **PIB da agricultura familiar**: Brasil-Estados. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), 2007.172 p.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; 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**. Manaus, AM, v.28, n.2, p. 153-166, 1998.

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

LAU, A. V.; JARDIM, M. A. G. Florística e estrutura da comunidade arbórea em uma floresta de várzea na Área de Proteção Ambiental, Ilha do Combu, Belém, Pará. **Biota Amazônia**, Amapá, AM, v. 3, n. 2, p. 88-93, 2013.

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 jan. 2015.

LEITE, H.G.; ANDRADE, V.C.L.; Um método para condução de inventários florestais sem uso de equações volumétricas. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.26, n.3, p.321-328, 2002.

LIMAI P. K. K. S.; LOPES, F. M. A qualidade sócioambiental em assentamentos rurais do Rio Grande do Norte, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 42, n. 12, 2012.

MIRANDA, D. L. C.; AZEVEDO, F. F.; SANTOS, J. P.; Determinação do volume de toras da espécie *Mezilaurus itaúba* (Meissn.) Taub. **Scientia Plena**, Aracaju, SE, v. 9, n. 8 (A), 2013.

MACHADO FILHO, G. C.; SILVA, F. R. Benefícios sociais, econômicos e ambientais dos sistemas agroflorestais (SAFs) em pequenas propriedades rurais. **Inclusão Social**, Brasília, DF, v. 6, n. 1, 2013.

MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. **Livro vermelho da flora brasileira ameaçada de extinção**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Ministério do Meio Ambiente-MMA, Centro Nacional de Conservação da Flora, 2008.1100 p.

MAGALHÃES, J. G. S.; SILVA, M. L.; SALLES, T. T.; REGO, L. J. S. Economic analysis of the agroforestry systems by using differential equations. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 38, n. 1, p. 73-79, 2014.

MARTINOTTO, F.; MARTINOTTO, C.; COELHO, M. F. B.; AZEVEDO, R. A. B.; ALBUQUERQUE, M. C. F. Survival and initial growth of tree species native to the Cerrado intercropped with cassava. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 1, p. 22-29, 2012.

MARTINS, T. P.; RANIERI, V. E. L. Sistemas Agroflorestais como Alternativa para as Reservas Legais. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, SP, v. 17, n. 3, p. 79-96, 2014.

MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C.; CORRÊA, N. B.; Physiological maturation of *Erythrina variegata* L. seeds. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 21, n. 4, p. 619-627, 2011.

MELLO, L. T. A.; MARCUZZO, F. F. N.; COSTA, H. C.; MELO, D. C. de R.; CARDOSO, M. R. D. Estudo da sazonalidade e distribuição espaço-temporal das chuvas no bioma da Mata Atlântica do estado do Mato Grosso do Sul, **Anais...** In. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, 15, Curitiba, PR, Brasil, INPE. p. 4452-4459, 2011.

METZKER, T. I. F. **Estudos sobre a dinâmica e os estoques de carbono da Mata Atlântica do Parque Estadual do Rio Doce-Minas Gerais, Brasil**. Belo Horizonte, MG, 2007. 79 p. Dissertação de (Mestrado de Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2007.

MMA (Ministério do Meio Ambiente/Brasil) 2008. Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção. Portaria 6 de 23 de setembro de 2008. **Diário Oficial da União**, Edição 185, seção 1, p. 75-83, 2008.

MONTAGNINI, F. **Sistemas agroflorestales: principios y aplicaciones em los trópicos**. 2. ed. San Jose: Organizacion para Estudios Tropicales, 1992. 622p.

MORESSI, M.; PADOVAN, M. P.; PEREIRA, Z. V. Seed bank as indicator of restoration in multistrata agroforestry systems in southwestern of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 38, n. 6, p. 1073-1083, 2014.

NAIR, P. K. R. **An introduction to agroforestry**. Netherlands: Kluwer Academic, 1993. 634p.

NASCIMENTO, J. S.; CONCEIÇÃO, V.; LUZ, B. M. O.; ALTEMIO, A. D. C.; PINEDO, R. A.; OLIVEIRA, E. R. Levantamento das Potencialidades da Pecuária Leiteira e Fruticultura no Assentamento Santa Olga em Nova Andradina estado do Mato Grosso do Sul. **Cadernos de Agroecologia**, Cruz Alta, RS, v. 9, n. 4, 2014.

PADOVAN, M. P.; FERNANDES, S. S. L.; PEREIRA, Z. V.; MOITINHO, M. R.; MATOS, A. T. Fitossociologia do componente arbóreo de um sistema agroflorestal no Município de Ponta Porã, MS. **Cadernos de Agroecologia**, Cruz Alta, RS, v. 5, n. 1, p. 1-5, 2011.

- PALUDO, R.; COSTABEBER, J. A. Sistemas agroflorestais como estratégia de desenvolvimento rural em diferentes biomas brasileiros. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, RS, v. 7, n. 2, p. 63-76, 2012.
- PASA, M. C.; SOARES, J. J.; GUARIM NETO, G. Estudo etnobotânico na comunidade de Conceição-Açu (alto da bacia do rio Aricá Açu, MT, Brasil). **Acta Botanica Brasilica**, Manaus, AM, v. 19, n. 2, p. 195-207, 2005.
- PICHARILLO, C.; OGASHAWARA, I. Análise multitemporal da expansão turística e o seus reflexos nas mudanças da cobertura do solo do município de Bonito-MS por meio de imagens de satélite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16. 2013. Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Foz do Iguaçu, PR. p. 7148-7155, 2013.
- PICHARILLO, P. T.; OGASHAWARA, L. S.; CARDOSO-LEITE, E.; CASTELLO, A. C. D.; COELHO, S.; KORTZ, A. R.; VILLELA, F. N. J.; KOCH, I. Structure, floristic composition and successional characterization of fragments of Semideciduous Seasonal Forest in Southeast Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 38, n. 5, p. 799-809, 2014.
- RECH, C. C. C.; SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; SCHIMALSKI, M. B.; PSCHIEDT, F.; SCHMIDT, A. B.; ANSOLIN, R. D.; BENTO, M. A.; MISSIO, F. F.; LOEBENS, R. Evaluation of Forest Restoration in a degraded Permanent Preservation Area in Santa Catarina State, Brazil. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, RJ, v. 2, n. 22, p. 194-203, 2015.
- REZENDE, A. V.; VALE, A. T.; SANQUETTA, C. R.; FIGUEIREDO FILHO, A.; FELFILI, J. M.; Comparação de modelos matemáticos para estimativa do volume, biomassa e estoque de carbono da vegetação lenhosa de um cerrado sensu stricto em Brasília, DF. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, v. 71, p. 65-76, 2006.
- RIBEIRO, I. dos S.; ALFREDO, T. M.; COELHO, D. V. B. S. A.; NASCIMENTO, D. A. S.; SILVA, S. G.; PEREIRA, Z. V.; ALVES JUNIOR, V. V. Comparação de Modelos Matemáticos para Estimativa de Fixação de Carbono da Vegetação do Cerrado em Itahum-MS. **Cadernos de Agroecologia**, Cruz Alta, RS, v. 9, n. 4, 2014.
- RUSCHEL, A. R.; NODARI, E. S.; GUERRA, M. P.; NODARI, R. O. Evolução do uso e valorização das espécies madeiráveis da Floresta Estacional Decidual do Alto-Uruguaí, SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 13, n. 1, p. 167-178, 2003.
- SALDARRIAGA, J. G., WEST, D. C.; THARP, M. L.; UHL C. Long-term chronosequence of forest succession in the upper Rio Negro of Colombia and Venezuela. **Journal of Ecology**, v.76, p.938-958, 1988.
- SALOMÃO, G. B.; FERNANDES, S. S. L.; PEREIRA, Z. V.; NASCIMENTO, J. S.; MOITINHO, M. R.; PADOVAN, M. P. Estoque de carbono por espécies arbóreas em um sistema agroflorestral biodiverso em Dourados, Mato Grosso do Sul. **Cadernos de Agroecologia**, Cruz Alta, RS, v. 9, n. 4, 2014.
- SANTOS, S. R. M.; MIRANDA, I. de S.; TOURINHO, M. M. Biomass estimation of agroforestry systems of the Juba river floodplain in Cametá, Pará. **Acta Amazonica**, Manaus, AM, v. 34, n. 1, p. 01-08, 2004.
- SANTOS, L. R.; SANTOS, E. A.; FERREIRA, E. J. L.; Estimativa da capacidade de estoque de biomassa e carbono da vegetação arbórea de um fragmento do parque urbano Tucumã, em Rio Branco, Acre, **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, GO, v.9, n.17, p. 1305-1321, 2013.

- SCHNEIDER, S.; CASSOL, A. Diversidade e heterogeneidade da agricultura familiar no Brasil e algumas implicações para políticas públicas. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Pindorama, SP, v. 31, n. 2, p. 227-263, 2012.
- SCHRÖDER, T.; HOFIÇO, N. A. dos S.; ZIMMERMANN, A. P. L.; PEREIRA, L. D.; ROCHA JUNIOR, D. S.; MEYER, E. A.; FLEIG, F. D. Métodos de estimativa de volume comercial para *Eucalyptus grandis*: especificidades e recomendações. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, PR, v. 33, n. 73, p. 1-7, 2013.
- SILVA, A. A.; GALON, L.; FERREIRA, F. A.; TIRONI, S. P.; FERREIRA, E. A.; SILVA, A. F.; ASPIAZÚ, I.; AGNES, E. L. Sistema de Plantio Direto na Palhada e seu impacto na agricultura brasileira. **Ceres**, Viçosa, MG, v. 56, n. 4, 2015d.
- SILVA, A. C. C.; PRATA, A. P. N.; SOUTO, L. S.; MELLO, A. A. Aspects of landscape ecology and threats to biodiversity in a protected area in Caatinga, Sergipe. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 37, n. 3, p. 479-490, 2013a.
- SILVA, A. P.; LIMA, C. L. C.; VIEITES, R. L. Caracterização química e física do jenipapo (*Genipa americana* L.) armazenado. **Scientia Agricola**, São Paulo, SP, v. 55, n. 1, p. 29-34, 1998.
- SILVA, I. P.; SOUSA, M. F.; GUAISTI JÚNIOR, W. Educação e gestão ambiental versus o uso, exploração e ocupação do solo capixaba em áreas urbanas. **Conhecimento em Destaque**, Serra, ES, v. 2, n. 1, 2013b.
- SILVA, J. P.; SILVA, R. C.; FRANCO, F. S.; LOPES, P. R. Sistema Agroflorestal no Assentamento Pirituba II em Itapeva, São Paulo. **Cadernos de Agroecologia**, Cruz Alta, RS, v. 9, n. 4, p. 1-10, 2015c.
- SILVA, S. M. **Quantificação de Carbono de um Sistema Agroflorestal em área de Cerrado no Brasil Central**. 2012. 58 p. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental). Universidade de Brasília, Planaltina, DF, 2012.
- SILVA, S. M.; FERNANDES, S. S. L.; BRITO, M.; CARNEIRO, L. F.; PEREIRA, Z. V.; PADOVAN, M. P. Estoque de Carbono no componente arbustivo-arbóreo em sistemas de restauração ambiental na Região Sudeste do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Cadernos de Agroecologia**, Cruz Alta, RS, v. 9, n. 4, 2014.
- SILVA, S. M.; SOUZA, A. C.; BRITO, M. PEREIRA, Z. V.; FERNANDES, S. S. L.; PADOVAN, M. P.; MOITINHO, M. R. Sistemas Agroflorestais Diversificados no Cerrado: um estudo de caso no assentamento Lagoa Grande, em Mato Grosso do Sul. **Cadernos de Agroecologia**, Cruz Alta, RS, v. 9, n. 4, 2015a.
- SILVEIRA, P.; KOEHLER, H. S.; SANQUETTA, C. R.; ARCE, J. E. O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formações florestais. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 38, n. 1, p. 1-22, 2008.
- SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS. Brasília, DF: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.
- SOARES, C. P. B.; OLIVEIRA, M. L. R de. Equações para estimar a quantidade de carbono na parte aérea de árvores de eucalipto em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 5, p. 533-539, 2002.
- SOMARRIBA, E. Revisiting the past: an essay on agroforestry definition. **Agroforestry systems**, Kluwer Academic Publishers, v. 19, n. 3, p. 233-240, 1992.

SOUZA, M. C. S.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Evaluation of forest species in agroforestry systems applied to restoration of degraded areas at ombrophylous forest, Paraty, Brazil-RJ. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 37, n. 1, p. 89-98, 2013.

SOUZA, A. L.; BOINA, A.; SOARES, C. P. B.; VITAL, B. R.; GASPAR, R. O.; LANA, J. M. Estrutura fitossociológica, estoques de volume, biomassa, carbono e dióxido de carbono em Floresta Estacional Semidecidual. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 36, n. 1, p. 169-179, 2012.

STUCCHI, G. B. **Estimativa dos estoques de carbono na parte aérea de reflorestamentos de espécies nativas e remanescentes florestais**. 2013. 78 p. Dissertação (Mestrado em Ciências). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2013.

TANIZAKI, K. F. **Impactos do uso do solo no estoque e fluxo de carbono no domínio da Mata Atlântica**: estudo de caso no estado do Rio de Janeiro. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2000.

VIEIRA, J. F. L. **Voucher único um modelo de gestão da atividade turística em Bonito-MS**. 2003. 138 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Local). Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, MS, 2003.

VIEIRA, S. A.; ALVES, L. F.; AIDAR, M.; ARAÚJO, L. S.; BAKER, T.; FERREIRA, J. L. B.; CAMPOS, M. C.; CAMARGO, P. B.; CHAVE, J.; DELITTI, W. B. C.; HIGUCHI, N.; HONORIO, E.; JOLY, C. A.; KELLER, M.; MARTINELLI, L. A.; MATTOS, E. A.; METZKER, T.; PHILLIPS, O.; SANTOS, F. A. M.; SHIMABUKURO, M. T.; SILVEIRA, M.; TRUMBORE, S. E. Estimation of biomass and carbon stocks: the case of the Atlantic Forest. **Biota Neotropica**, Campinas, SP, v. 8, n. 2, p. 21-29, 2008.

VIEIRA, T. A.; ROSA, L. dos S.; VASCONCELOS, P. C. S.; SANTOS, M. M.; MODESTO, R. da S; Sistemas agroflorestais em áreas de agricultores familiares em Igarapé-Açu, Pará: caracterização florística, implantação e manejo. **Acta Amazonica**, Manaus, AM, v. 37 n. 4 p. 549 – 558, 2007.

WATZLAWICK, L. F.; MARTINS, P. J.; RODRIGUES, A. L.; EBLING, A. A.; BALBINOT, R.; LUSTOSA, S. B. C. Teores de carbono em espécies da Floresta ombrófila mista e efeito do grupo ecológico. **CERNE**, Lavras, MG, v. 20, n. 4, p. 613-620, 2014.

WENDLING, I.; BRONDANI, G. E. Vegetative rescue and cuttings propagation of *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 39, n. 1, p. 93-104, 2015.

WILKINSON, J. A agricultura familiar ante o novo padrão de competitividade do sistema agroalimentar na América Latina. **Estudos Sociedade e Agricultura**, Rio de Janeiro, RJ, v. 1, 2013.

CAPÍTULO III

Valoração econômica de serviços ambientais produzidos por sistemas agroflorestais biodiversos na região Sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul

Economic valuation of Environmental Services produced by biodiverse Agroforestry Systems in the Southwest region of Mato Grosso do Sul State

Resumo

Por meio de sistemas agroflorestais biodiversos (SAFs) pode-se produzir alimentos e diversos serviços ambientais, gerar renda com a venda da produção e também por meio do Pagamento por Serviços Ambientais. Nesse contexto, desenvolveu-se um trabalho de pesquisa com objetivo de valorar economicamente alguns serviços ambientais prestados por SAFs, identificados a partir da percepção dos agricultores. O estudo foi realizado envolvendo cinco SAFs localizados no Município de Bonito, região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, a partir de entrevistas realizadas com os agricultores responsáveis pelos sistemas, utilizando-se um roteiro semiestruturado, com questões abertas e fechadas, cujos resultados foram avaliados e analisados conforme a escala de Likert de 0 a 10, com base na média. Outra avaliação realizada, foi o grau médio de importância, que inclui indicadores de sustentabilidade, atribuído a partir da amostra de nove especialistas, através preenchimento de um questionário. Com o fator de ponderação das variáveis intangíveis, foi calculada a média do grau de importância de cada serviço ambiental e dos indicadores elencados pelos especialistas. Utilizou-se uma adaptação do método de valoração de serviços ambientais como alternativa simplificada para quantificação econômica, através do Valor Estimado de Referência para Benefícios Ambientais (VERB), a partir de variáveis quantificadas, como o estoque de carbono na parte aérea de espécies arbustivas e arbóreas dos SAFs. Após esse processo, realizou-se a conversão do peso atômico do CO₂ pelo peso do carbono. Quanto às variáveis intangíveis, foram avaliados os serviços de provisão, regulação, culturais e os de suporte e apoio. Posteriormente, converteu-se o estoque de CO₂ para US\$ CO₂(eq)⁻¹ e para R\$. Os resultados mostram que os cinco SAFs estariam aptos a receber uma quantia total de R\$4.157,70 ano⁻¹ e, em média, R\$841,54 ano⁻¹ pelo serviço de fixação e estocagem de carbono, destacando-se o SAF 4 apto a receber R\$1.674,46 ano⁻¹ pelo serviço de fixação e estocagem de carbono. O somatório das variáveis intangíveis pelas variáveis quantificáveis dos cinco SAFs gerou VERB médio igual à R\$280.298,37 ano⁻¹, que corresponde a R\$23.358,19 mês⁻¹. O maior valor de VERB foi atribuído ao SAF 4, com R\$669.784,00. Esses valores podem ser entendidos como uma quantia a ser paga ao agricultor para incentivá-lo a manter os SAFs biodiversos, que prestam serviços ambientais à sociedade. Esses estudos e os respectivos valores identificados podem contribuir para a formulação e implementação de políticas públicas de conservação e melhoria ambiental.

Palavras-chave: pagamento por serviços ambientais, estocagem de carbono, geração de renda, recuperação de áreas degradadas.

Abstract

By means of biodiverse agroforestry systems (AFSs) food and various environmental services can be produced, generate income from the sale of production and also through the Payment for Environmental Services. In this context, It was developed a research work in order to economically value some environmental services provided by AFS, identified from the perception of farmers. The study was conducted involving five AFSs located in the municipality of Bonito, Southwest region of Mato Grosso do Sul, from interviews with farmers responsible for systems, using a semi-structured script with open and closed questions, which results were evaluated and analyzed according to the Likert scale of 0 to 10 on the average. Another evaluation carried out, was the average level of importance, including sustainability indicators, assigned from the sample of nine specialists by filling out a questionnaire. With the weighting factor of intangible variables, it was calculated the average of

the level of importance of each environmental service and indicators listed by the experts. It was used an adaptation of the valuation of environmental services method as simplified alternative to economic quantification by reference Estimated Value for Environmental Benefits (EVEB) from quantified variables, such as the stock of carbon in the aerial part of shrubby and arboreal of AFSs. After this process, it was performed the conversion of the atomic weight of CO₂ by carbon weight. As for the intangible variables the provision of services, regulating, cultural and support were evaluated. Later the stock of CO₂ was converted to US\$ CO₂ (eq)⁻¹ and to R\$. The results show that the five AFSs would be able to receive a total amount of R\$ 4.157,70year⁻¹ and, on average, R\$ 841,54year⁻¹ by the fixing service and carbon storage, especially the AFS 4 able to receive R\$ 1.674,46year⁻¹ by the fixing service and carbon storage. The sum of intangible variables by quantifiable variables of the five AFS generated average EVEB equal to R\$280.298,37year⁻¹, corresponding to R\$ 23.358,19month⁻¹. The greatest value of EVEB was assigned to AFS 4, with R\$ 669,784.00. These values can be understood as an amount to be paid to farmers to encourage them to keep biodiverse AFSs, providing environmental services to society. These studies and the respective identified values can contribute to the formulation and implementation of public policies for the conservation and environmental improvement.

Keywords: payment for environmental services, carbon storage, income generation, recovery of degraded areas.

Introdução

As ações do homem no meio ambiente podem causar a degradação dos recursos naturais e a redução dos serviços ambientais, afetando a produção agropecuária (OLIVEIRA et al., 2013; SILVA et al., 2013). Essa degradação pode decorrer do desmatamento das vegetações nativas, adoção de monoculturas, intensa utilização de insumos químicos, exposição do solo a fatores climáticos, entre outros processos em função da simplificação dos agroecossistemas (MOURA et al., 2013; FIGUEIREDO et al., 2015).

Para minimizar tais efeitos, é necessário estabelecer harmonia entre a produção de alimentos, fibras e energia com a conservação ambiental, visando à sustentabilidade dos agroecossistemas. Nesse contexto, destacam-se os sistemas agroflorestais biodiversos (SAFs), como práticas que conciliam o uso adequado da terra com arranjos de espécies florestais ou animais, dentro do mesmo espaço e tempo (NAIR, 1985; YOUNG, 1997). Os SAFs podem ser compostos por diferentes arranjos no mesmo espaço e tempo, pois cada propriedade e agricultor possuem suas particularidades, características socioeconômicas, e ainda diferentes componentes, que podem influenciar tais como: árvores e arbustos, culturas agrícolas, pastagem, pecuária, aliados a fatores ambientais como, clima, disponibilidade de água e mão de obra, solo e topografia (PENEIREIRO, 1999; ARAUJO, 2014).

Esses sistemas têm potencial para contribuir à fixação do homem ao campo, aumentarem a capacidade produtiva das terras, possibilitarem o uso contínuo do solo e recuperarem áreas degradadas. A adoção de SAFs pelos agricultores pode provocar diminuição da taxa de desmatamento de vegetações nativas, pois desempenham funções

ecológicas próximas às florestas, tais como: proteção do solo e dos recursos hídricos, manutenção dos ciclos biogeoquímicos, conservação da cadeia produtiva, da fauna silvestre e do microclima (WANDELLI; OCIDENTAL, 2011).

Os SAFs biodiversos apresentam potencial como fonte de soluções alternativas, possibilitando maior conservação dos recursos naturais e disponibilidade de serviços ambientais, principalmente para agricultores detentores de pequenas áreas (RODRIGUES et al., 2007; MAGALHÃES et al., 2014).

Dentre os serviços ambientais ou ecossistêmicos proporcionados pelos SAFs podem-se citar os benefícios diretos e indiretos obtidos pelo homem a partir do funcionamento dos ecossistemas como a purificação do ar e da água, filtragem do vento, estabilização microclimática, bem-estar para os produtores, serviços sociais e qualidade de vida (JÚNIOR et al., 2013; SAMPAIO, 2013). Para Rodrigues et al. (2012), os serviços ambientais são benefícios que os humanos obtêm diretamente dos componentes ecológicos dos sistemas agroflorestais, que proporcionam melhoria da qualidade de vida e bem estar humano.

É importante considerar outros serviços ambientais produzidos pelos SAFs, como a proteção dos solos; melhoram da ciclagem de nutrientes, fertilidade e estrutura física dos solos, melhorias no ciclo da água, aumentando a capacidade de retenção; ganhos na conservação da biodiversidade por permitir maior conectividade entre fragmentos, reduzindo os danos sobre as áreas protegidas; diminuição dos gases de efeito estufa através do sequestro de carbono, além de benefícios socioeconômicos, voltados principalmente para a agricultura familiar (ALAVALAPATI et al., 2004; GARCIA-BARRIUS; ONG, 2004; MAIA et al., 2006; NAIR; KUMAR, 2009; OLIVEIRA JÚNIOR, 2012).

Os serviços ambientais podem ser divididos em cinco categorias, tais como: serviços de provisão - bens e produtos com valor econômico; serviços de regulação - obtidos da regulação de processos ecossistêmicos; serviços de suporte e apoio - contribuem para outros serviços; serviços culturais - associado aos valores e manifestações da cultura humana; biodiversidade - preservação e manutenção de espécies ameaçadas de extinção (BERNARDES; SOUSA JÚNIOR, 2010).

Nesse contexto, encontra-se o Município de Bonito, na região Sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul, que possui boa diversidade florística. No entanto, a região passou por transformações significativas nos últimos 25 anos, partindo de uma economia baseada na pecuária para o cenário do turismo nacional e internacional, sendo que a pecuária é considerada a segunda atividade de maior importância econômica, seguido pela agricultura, com predominância do cultivo de soja (CERDOURA; GARDIN, 2008).

O Município é considerado um polo do ecoturismo em nível mundial, devido às características geográficas e paisagísticas com rios de águas transparentes, cachoeiras, grutas, paisagens naturais com potencial turístico como fonte de renda e prosperidade para os agricultores (VIEIRA, 2003; PICHARILLO; OGASHAWARA, 2013).

Apesar do grande avanço da agricultura convencional com predominância de monocultura no município, há diversas iniciativas de diversificação da matriz de produção, baseada em sistemas agroflorestais biodiversos, especialmente por agricultores familiares (COUTINHO et al., 2011; ZAVALA, 2014).

Ressalta-se a implantação e desenvolvimento dos SAFs na região de Bonito têm relevância para conservação e uso sustentável dos recursos naturais, como solo, água e biodiversidade, promovendo o controle da degradação na Bacia Hidrográfica do Rio Formoso, através do uso multifuncional da terra e o manejo ecológico, integrando a produção agropecuária com a conservação dos recursos naturais (COUTINHO et al., 2011).

No entanto, o valor econômico dos serviços ambientais produzidos por esses sistemas é difícil de ser mensurado devido à falta de mercados formais, assim estudos em economia ambiental contribuem na busca de metodologias para estimar os valores referidos. Souza (2006) e Ferreira et al. (2014) relatam a necessidade de gerar conhecimentos sobre a valoração dos serviços ambientais advindos das práticas agroecológicas adotadas pelos agricultores nos sistemas agroflorestais.

Com a interação entre o meio ambiente e o sistema econômico busca-se conhecer o valor dos recursos naturais aliados à análise econômica de valoração. Essa prática pode subsidiar Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA), como parte dos processos e os instrumentos de desenvolvimento da economia verde como estratégia complementar à legislação de comando e incentivo às ações de conservação (FREITAS et al., 2010).

No entanto, o PSA possui várias dificuldades, como na maioria dos casos poucos serviços possuem preço de mercado, tais como a conservação da água, solo e da biodiversidade, assim é necessário definir uma valoração econômica desses serviços para que a sociedade de um valor ao recurso natural conservado ou melhorado (RIGHI; BERNARDES, 2015).

Sabe-se que as experiências com SAFs predominam na agricultura familiar e, por sua vez, esses sistemas possuem potencial para produzirem boa quantidade de serviços ambientais, que contribuem decisivamente para melhoria da qualidade de vida dos agricultores. Nesse contexto, é importante valorar esses serviços ecossistêmicos produzidos pelos SAFs a partir da percepção dos agricultores (MARTINEZ et al., 2013).

A valoração dos serviços ambientais possui um caráter inovador na região de Bonito, podendo contribuir à geração de conhecimento para a comunidade sobre a reserva do material genético nativo das espécies vegetais; as funções e serviços ambientais que os SAFs podem proporcionar. Além disso, o potencial da produção de alimentos para as famílias, a recuperação de áreas degradadas e principalmente a geração de renda através do pagamento pela manutenção e preservação dos recursos naturais aos agricultores.

Nesse contexto, conhecer a valoração econômica de serviços ambientais produzidos pelos SAFs biodiversos é fundamental para subsidiar a concepção de políticas públicas para apoiar os agricultores a implantarem esses sistemas. Também pode ser estratégico para que os próprios agricultores tenham a consciência dos benefícios que estão gerando na recuperação de áreas degradadas e para a manutenção das áreas de preservação permanente e reserva legal, além dos benefícios de geração de renda para os produtores rurais (SAMPAIO, 2013).

Evidencia-se a importância do conhecimento a respeito da ecologia, função e valoração dos serviços ambientais produzidos por SAFs biodiversos na região de Bonito, com intuito de subsidiar o planejamento para a conservação e manejo desses ambientes, pois geram benefícios diretos e indiretos para a humanidade (RODRIGUES et al., 2012; SILVA et al., 2013).

A partir dessas referências, desenvolveu-se um trabalho de pesquisa com o objetivo de valorar economicamente alguns serviços ambientais prestados pelos sistemas agroflorestais biodiversos, a partir da percepção dos agricultores.

2. Material e Métodos

O estudo foi realizado durante o período de março a agosto de 2015, em cinco Sistemas Agroflorestais biodiversos localizados no Município de Bonito, região Sudoeste de Mato Grosso do Sul. O Município possui predominância de cerrado arbóreo denso, florestas estacionais semidecíduais e matas estacionais semidecíduais aluviais (BUENO et al., 2007).

Possui clima tropical úmido e temperatura média anual entre 20°C a 22°C e precipitação anual variando em torno de 1.500 milímetros. As maiores precipitações pluviométricas ocorrem entre os meses de outubro e abril, tendo um período seco entre maio e setembro (VIEIRA, 2003). O solo tem grande variabilidade, porém predominam os Argissolos de textura arenosa, profundos (SISTEMA, 1999).

Os SAFs biodiversos, objetos deste estudo, situam-se nas seguintes coordenadas geográficas: entre 21°21'29,2"S e 56°35'11,9"W; 21°21'40,7"S e 56°35'48,1"W;

21°22'42,6" S e 56°35'52,7" W; 21°20'23,7" S e 56°35'05,3" W; 21°21'40,3" S e 56°35'49,8" W, respectivamente, conforme apresentado na Figura 1.

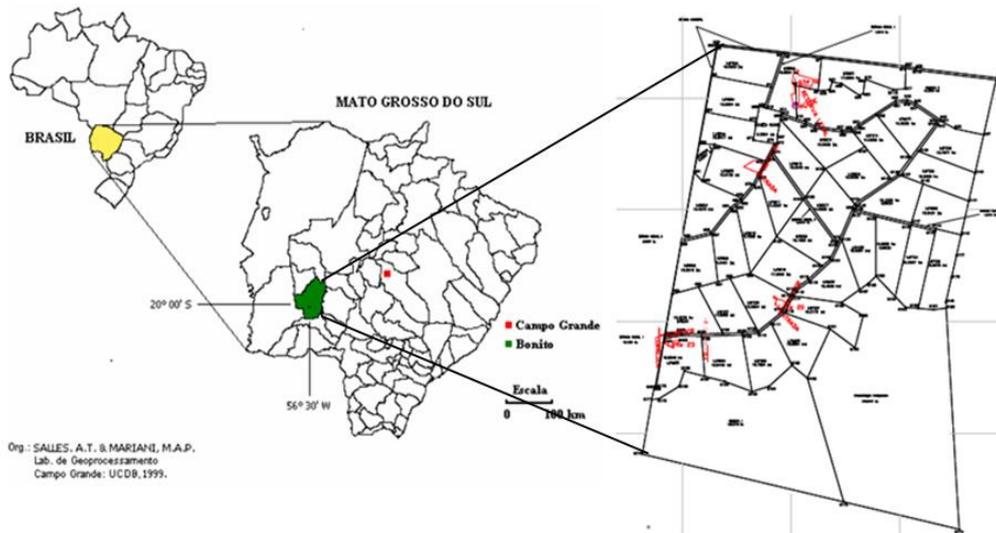


Figura 1. Localização do estado de Mato Grosso do Sul, Município de Bonito e dos Sistemas Agroflorestais biodiversos estudados.

Fonte: Cerdoura e Gardin (2008).

2.1 Coleta dos dados

Os sistemas agroflorestais foram visitados para realizar o levantamento de dados referente às experiências, onde foram realizadas entrevistas com os agricultores responsáveis por esses sistemas, utilizando-se um roteiro semiestruturado (Anexo A), contendo questões abertas e fechadas, o que possibilita que questões não previstas, mas que são úteis durante a pesquisa, possam ser acrescentadas (RICHARDSON, 1999; AMOROSO et al., 2002).

Em cada SAF foi realizada uma caminhada por todo o sistema, acompanhado pelo agricultor responsável, objetivando conhecer detalhadamente os arranjos utilizados pelos agricultores, bem como os serviços ambientais produzidos pelos sistemas. Durante estas caminhadas foram realizadas observações diretas no campo sobre algumas informações fornecidas pelos agricultores, bem como registros fotográficos previamente autorizados.

Os resultados das questões fechadas utilizadas nas entrevistas para identificar a percepção dos agricultores referentes aos serviços ambientais foram avaliados e analisados conforme a escala de Likert de 0 a 10 (baixo para alto): baixo (0-3), médio (4-7) ou alto (8-10), com base na média (LIKERT, 1932).

2.2 Grau médio de importância

Também foi adotada a metodologia proposta por Siena (2008), por meio da qual avaliam-se indicadores de sustentabilidade. Foi estabelecida uma amostra de nove

especialistas nas áreas de serviços ambientais, tais como: clima, solo, produção de alimentos, biodiversidade vegetal e animal. Os especialistas selecionados são pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA; Universidade Federal da Grande Dourados -UFGD; Instituto Cabruca; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento- MAPA e da Secretaria de Estado da Agricultura Familiar e Assuntos Fundiários.

Foi utilizada a Técnica Delphi, que envolve a aplicação de sucessivos roteiros com perguntas a grupos de especialistas (PAIXÃO et al., 2014). Essa técnica possibilita descobrir as opiniões dos especialistas sobre o tema abordado, através do preenchimento de um questionário (Anexo B), o qual foi solicitado que, individualmente, indicassem o grau de importância de cada serviço ambiental e dos indicadores citados na matriz de valoração.

A média do grau de importância atribuída pelos especialistas aos serviços ambientais e aos indicadores permitiu que o somatório das variáveis intangíveis fosse ponderado, sendo realizadas duas ponderações: uma intrasserviços ambientais, ponderando os indicadores selecionados para cada serviço ambiental, e a outra interserviços, considerando o grau médio de importância atribuído nos cinco indicadores, tais como: serviços de provisão, regulação, culturais, suporte e apoio e a biodiversidade.

2.3 Fator de ponderação

O fator de ponderação (fp) das variáveis intangíveis variou de 0 a 10 para cada SAF avaliado, e acompanhou a escala Likert dos quantificadores (LIKERT, 1932). Para quantificar a ponderação, foi calculada a média do grau de importância de cada serviço ambiental e dos indicadores elencados pelos especialistas. Após essa etapa, foi multiplicado pelo valor de percepção dos agricultores referentes aos indicadores que pertencem a cada serviço ambiental dos diferentes SAFs biodiversos. Em seguida o total foi dividido pela somatória de valores da média dos indicadores citados pelos especialistas em cada serviço ambiental, o que resultou no cálculo dos cinco serviços ambientais.

Posteriormente foi realizada a multiplicação da média dos serviços ambientais elencados pelos especialistas com o resultado do cálculo descrito acima. Em seguida foi dividido pela somatória da média de cada serviço ambiental ponderado para cada indicador, resultando no fator de ponderação (Anexo C).

2.4 Método de valoração

Utilizou-se nesse trabalho uma adaptação do método de valoração de serviços ambientais proposto por Cardoso (2003), que apresentou uma alternativa simplificada para quantificação econômica de danos ambientais.

Através da adaptação da metodologia proposta, determinou-se o Valor Estimado de Referência para os Benefícios Ambientais (VERB) promovidos pelos SAFs biodiversos estudados. Assim, a valoração econômica dos serviços ambientais promovidos por essas áreas podem ser vistas a partir de duas categorias: as variáveis quantificáveis (*q*) e as intangíveis (*i*). As variáveis quantificáveis são aquelas que podem ser economicamente mensuráveis e estão associadas a transações econômicas de recursos naturais. Como exemplo, destacam-se os estoques de carbono na composição florística, que são transacionados nos mercados de créditos de carbono.

Já as variáveis intangíveis (*i*) são aquelas de difícil mensuração e que não podem ser atribuídos valores econômicos ou ainda não são atribuídos valores. Dentre estes, destacam-se os serviços de provisão, serviços de regulação, serviços culturais e serviços de suporte e apoio.

Assim, as variáveis *q* totalizam *qn*, que representará o somatório de todas as variáveis quantificáveis, e, analogamente, *i* com total *in*, que representa a soma de cada valor intangível identificado.

Cada valor de *i* foi representado por um quantificador que variou de 0 a 10, em função da intensidade e da característica do serviço ambiental identificado. O valor total de *i* (*in*) é representado pela soma dos quantificadores de cada variável intangível identificada e é multiplicado pela soma total dos valores de *q* (*qn*).

Assim, a equação representa matematicamente o Valor Estimado de Referência para o Benefício Ambiental (VERB).

$$VERB = \sum_{n=1}^{\infty} qn * \sum_{n=1}^{\infty} in$$

Em que:

q = variáveis quantificáveis;

i = variáveis intangíveis;

n = total de atributos de cada variável; e

a = total de variáveis quantificáveis e intangíveis.

2.4.1 Variáveis tangíveis: quantificação da biomassa e carbono

Para a quantificação da biomassa vegetal e do estoque de carbono na parte aérea das espécies arbóreas e arbustivas, cada sistema agroflorestal foi padronizado em 0,5 hectare (5000 m²), que foi dividido em 50 parcelas de 10 m x 10 m (100 m²), distribuídas ao acaso. Em seguida todos os indivíduos de espécies arbóreas com altura superior a 1,50 m foram aferidas as medidas de circunferência por meio de fita métrica, bem como a altura das plantas com o auxílio de hastes do podão. As espécies que possuem ramificações além do tronco principal, também tiveram suas circunferências medidas.

Após esse processo foi calculada a média da soma da altura e da circunferência à altura do peito de todos os indivíduos arbóreas e arbustivos nos cinco SAFs estudados, sendo que os valores coletados das circunferências à altura do peito (CAP), obtidos em centímetros (cm) das espécies vegetais presentes nos SAFs, foram transformados em Diâmetro à Altura do Peito (DAP), através da equação:

$$DAP = CAP/\pi$$

Em que:

DAP = diâmetro à altura do peito, em centímetros;

CAP = circunferência à altura do peito, em metros;

$\pi = 3,1414$.

Em seguida, para cada sistema agroflorestal foi aplicada a equação alométrica obtendo-se o valor total de biomassa fresca e seca e do estoque de carbono em kg. A equação proposta por Higuchi et al. (1998) foi utilizada para calcular o peso fresco das árvores e arbustos, na qual estima que 60% deste valor corresponde ao peso seco e 40% é água. O total de carbono (C) equivale a 48% do peso seco:

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

$$PS = 60\% * PF$$

$$C = 48\% * PS$$

Em que:

PF = peso fresco, em kg;

ln = logaritmo natural;

D = diâmetro à altura do peito, em centímetros (cm);

H = altura total da árvore, em metros (m);

PS = peso seco, em kg;

C = carbono, em kg.

Em seguida, o estoque de carbono foi calculado fazendo-se a conversão de kg para toneladas por 0,5 hectares. Após essa etapa, realizou-se a conversão do teor de carbono

encontrado em cada SAF para toneladas de CO₂ equivalente, sendo a principal medida do serviço ambiental de sequestro e estocagem de carbono utilizada nas negociações dos mercados de créditos de carbono. Cada crédito de carbono equivale a 1 tonelada de CO₂ equivalente. Assim, utilizou-se o fator de conversão de 3,67, que corresponde ao peso atômico do CO₂ dividido pelo peso atômico do carbono (IPCC, 2006).

$$\text{CO}_2 \text{ eq} = 3,67 * \text{EC}$$

Em que:

CO₂ eq = dióxido de carbono equivalente, t ha⁻¹;

3,67 = fator de conversão de carbono para dióxido de carbono equivalente;

EC = estoque de carbono, em t ha⁻¹.

Posteriormente, realizou-se a conversão do estoque de CO₂ para US\$8,03 t CO₂(eq)⁻¹, de acordo com o Protocolo de Quioto (BOLSA DE CHICAGO, 2016), com cotação de 1 dólar igual a R\$ 4,034 (valor referente ao mês de janeiro de 2016).

2.4.2 Variáveis intangíveis

As variáveis intangíveis (*i*) foram consideradas para realização do método de valoração dos serviços ambientais que são prestados pelos SAFs biodiversos à sociedade. Segundo a Lei Nº11.326, de 24 de julho de 2006, no Art. 7º constaque o país tem a finalidade de gerir ações de pagamento aos povos e comunidades tradicionais, assentados de reforma agrária e agricultores familiares de que trata a lei, atendidas as seguintes diretrizes: reflorestamento de áreas degradadas, conservação da biodiversidade, mercado de carbono, proteção de bacias hidrográficas, preservação da beleza cênica relacionada ao desenvolvimento da cultura e do turismo, formação e melhoria de corredores ecológicos para conservação da biodiversidade, e mitigação da emissão de gases de efeito estufa (WUNDER, 2007).

Essas variáveis intangíveis referem-se ao manejo na propriedade ao longo do tempo, que são compostas por serviços ambientais aos quais não são atribuídos valores econômicos e sim indicadores passíveis de quantificação, descritos a seguir:

Indicadores que compõem o Serviço de Provisão: alimentos dos SAFs consumidos pelas famílias, que contribuem para a geração de renda; produtos primários processados; SAFs associados com animais; espécies vegetais utilizadas para alimentação animal; SAFs associados com apicultura; espécies vegetais com boa florada; espécies vegetais utilizadas

para fins medicinais; espécies vegetais utilizadas para artesanatos ou decorações; espécies utilizadas como fonte de energia.

A essas variáveis foram atribuídos indicadores, buscando atender a capacidade dos ecossistemas de produzir bens e produtos ambientais com valor econômico, obtidos pelo uso e manejo sustentável dos SAFs biodiversos, assim analisando diretamente não só a quantidade, mas também a qualidade do estoque de capital natural (BERNARDES; SOUZA JÚNIOR, 2010).

Indicadores que compõem o Serviço de Regulação: mudança da qualidade do ar; melhoria da regulação climática; supressão de processos erosivos; diminuição do escoamento superficial da água após a implantação dos SAFs; melhoria da qualidade da água; presença de polinizadores; presença de dispersores; espécies de cultivo sem ataques por insetos-praga; presença de inimigos naturais; funções de quebra-ventos; contribuição à fixação biológica de carbono.

Justifica-se a escolha desses indicadores devido à importância de manter os processos ecossistêmicos e às condições dos recursos ambientais naturais, garantindo a integridade dos seus atributos para as presentes e futuras gerações (BERNARDES; SOUZA JÚNIOR, 2010).

Indicadores que compõem os Serviços Culturais: atribuem aos SAFs algum sentimento, importância religiosa ou tradicional, identificam-se com os SAFs, locais para lazer e sentem prazer em cuidar dos SAFs. Justifica-se a escolha desses indicadores, pois incluem a diversidade cultural na medida em que a própria diversidade dos ecossistemas influencia a multiplicidade das culturas, como os valores e manifestações da cultura humana, derivados da preservação dos recursos naturais, dos valores religiosos e espirituais e da geração de conhecimento tradicional (ZAGO, 2012).

Indicadores que compõem os Serviços de Suporte e Apoio: aumento da matéria orgânica no solo; infiltração da água da chuva no solo; água da chuva sem escoamento na superfície do solo; o ar que respira dentro dos SAFs é mais puro que fora dele; presença de fungos benéficos no solo; melhoria da coloração e a umidade do solo; aumento da produtividade das espécies vegetais ao longo do tempo; aumento da produtividade de espécies vegetais após deixar cobertura no solo; os SAFs são habitats ou refúgios para animais; solo deixou de ser compactado; solo com boa areação; mudança e melhoria na fertilidade do solo.

Justifica-se a escolha desses indicadores, pois contribuem para a manutenção de processos agroecossistêmicos e garantem todos os serviços, pois mantêm as condições dos

recursos naturais como biodiversidade, variabilidade genética e a fotossíntese (BERNARDES; SOUZA JÚNIOR, 2010).

Indicadores que compõem o Serviço de Biodiversidade: Índices de Shannon-Weaver (H') e espécies ameaçadas de extinção. Justifica-se pela importância da preservação e manutenção do material genético nativo das espécies arbóreas em diferentes regiões e biomas.

Cada valor de i foi representado por um quantificador, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Variáveis intangíveis e quantificadores para a geração do Valor Estimado de Referência para o Benefício Ambiental (VERB) envolvendo sistemas agroflorestais biodiversos no Município de Bonito, na região Sudoeste de Mato Grosso do Sul, em 2015.

Serviços ambientais	Indicadores (i)	Quantificadores			
		Alto (8-10)	Médio (4-7)	Baixo (0-3)	Inexistente (0)
Serviços de provisão ⁽¹⁾	Alimentos do SAF são consumidos pela família	> 50% das espécies	50-30% das espécies	< 30% das espécies	Ausências das espécies
	Contribuição do SAF para geração de renda	> 50%	50-30%	< 30%	Não consome
	Produtos primários são processados	> 50%	50-30%	< 30%	Não gera renda
	SAF tem sido associado com animais	> 10 animais	5-10 animais	<5 animais	Não possui animais
	Espécies vegetais são utilizadas para alimentação animal	> 10 espécies	5-10 espécies	<5 espécies	Não utiliza
	Existe apicultura	Em toda área	Em 75% da área	<30% da área	Não possui
	Espécies do SAF possuem boa florada	Todas as espécies	75% das espécies	<30% das espécies	Ausência de espécies
	Espécies do Saf são utilizadas para fins medicinais	> 10 espécies	5-10 espécies	<5 espécies	Não utiliza
	Espécies do Saf são utilizadas para artesanatos ou decorações	> 10 espécies	5-10 espécies	<5 espécies	Não utiliza
Espécies do Saf são utilizadas como fonte de energia (madeira)	>30 espécies	10-30 espécies	<10 espécies	Não utiliza	
Serviços de regulação ⁽²⁾	A qualidade do ar mudou após a implantação do Saf	> 75%	50-75%	<50%	Não mudou
	Melhorou a regulação climática após a implantação do Saf	> 75%	50-75%	<50%	Não melhorou
	Existiam processos erosivos antes de implantar o Saf	Voçorocas	Erosão em sulcos	Erosão laminar	Sem áreas erodidas
	Após a implantação do Saf diminuiu o escoamento superficial da água	> 75%	50-75%	<50%	Não diminuiu
	Relaciona a qualidade da água ao Saf	> 75%	50-75%	<50%	Não relaciona
	Presença de polinizadores no Saf	Em toda área	Em 75% da área	<30% da área	Não possui
	Presença de dispersores no Saf	>10 animais	5-10 animais	< 5 animais	Não possui
	Espécies de cultivo têm sido atacadas por inseto-praga	>10 espécies	5-10 espécies	< 5 espécies	Não possui
	Percebeu a presença de inimigos naturais no Saf	Em toda área	Em 75% da área	<30% da área	Não possui
O Saf tem funcionado como quebra vento	> 75%	50-75%	<50%	Não contribui	
O Saf contribui para fixação de carbono	Toda área	Em 75% da área	<30% da área	Não contribui	
Serviços culturais ⁽³⁾	Atribui o Saf a algum sentimento	Cultural e social	Cultural	Social	Não atribui
	O Saf possui alguma importância religiosa ou tradicional	Religiosa e tradicional	Religiosa	Tradicional	Não atribui
	Identifica-se com o Saf	> 75%	50-75%	<50%	Não identifica
	Utiliza locais do Saf para lazer	Em toda área	Em 75% da área	<30% da área	Não utiliza
Saf é estritamente técnico ou sente prazer em cuida-lo	Técnico e sente prazer	Sente prazer	Somente técnico	Não atribui	
Serviços de suporte e apoio ⁽⁴⁾	Com o Saf aumentou a matéria orgânica no solo	> 75%	50-75%	<50%	Não aumentou
	Em dias chuvosos a água infiltra no solo	> 75%	50-75%	<50%	Não infiltra
	Em dias chuvosos a água escorre pela superfície	Não escorre	10-50%	>50%	Escorre
	O ar que respira dentro do Saf é mais puro que fora dele	> 75%	50-75%	<50%	Não difere
	No solo tem a presença de fungos	Em toda área	Em 75% da área	<30% da área	Não possui
	A coloração e a umidade do solo mudaram com o Saf	> 75%	50-75%	<50%	Não mudou
	A produtividade das espécies aumentou ao longo do tempo	> 75% das espécies	50-75% das espécies	<50% das espécies	Não aumentou
Aumentou a produtividade de espécies após deixar cobertura no solo	> 75% das espécies	50-75% das espécies	<50% das espécies	Não aumentou	

O Saf tem sido habitat ou refúgio para animais	Em toda área	Em 75% da área	<30% da área	Não possui
A textura do solo no Saf modificou	> 75%	50-75%	<50%	Não modificou
O solo do Saf ao ser removido é compactado	> 75%	50-75%	<50%	Não possui
O solo do Saf ao ser revolvido apresenta uma boa areação	Em toda área	Em 75% da área	<30% da área	Não possui
Houve mudança na fertilidade do solo após a implantação do Saf	Em toda área	Em 75% da área	<30% da área	Não possui
Biodiversidade ⁽⁵⁾				
Índice de Shannon-Weaver (H')	H' = 4,2	3,2 ≤ H' < 3,8	H' < 3,2	H' = 0
Espécies ameaçadas de extinção	Mais de 6 espécies	2 – 6 espécies	< 2 espécies	Nenhuma espécie

Referências: ⁽¹⁾PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B.; BROWN, G. G.; PRADO, R. B.; Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica; Editora Embrapa, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Floresta, 370 p. Disponível em: [HTTP://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/item/14](http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/item/14). Acesso em 08 de janeiro de 2016. Brasília, DF, 2015. ⁽²⁾BECK, C.; O pagamento por serviços ambientais como instrumento jurídico e econômico na busca do desenvolvimento sustentável. Dissertação (Mestrado) do Programa de Pós-Graduação em Direito, 91 p. 2014, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, RS, 2014. ⁽³⁾⁽⁵⁾RIGHI, C. A.; BERNARDES, M. S.; Serviços ambientais em sistemas agroflorestais. **Cadernos da Disciplina Sistemas Agroflorestais**, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, v.1, p. 79; 2015, Disponível em: http://www4.esalq.usp.br/biblioteca/sites/www4.esalq.usp.br/biblioteca/files/Cadernos_Disciplina_SAFs_2013_Montagem.pdf#page=13 , Acesso em 10 de janeiro de 2016, Piracicaba, SP, 2015. ⁽⁴⁾BERNARDES, C.; SOUSA JÚNIOR, W. C. Pagamento por serviços ambientais: experiências brasileiras relacionadas à água, Florianópolis, SC, 2010. **Anais...** V Encontro Nacional da Anppas, Florianópolis, SC, 2010.

3. Resultados e Discussão

Foi estimada a biomassa fresca e seca, o estoque de carbono da biomassa vegetal em 1486 indivíduos de espécies arbustivas e arbóreas, destacando para os SAFs 2 e 4 que obtiveram maior quantidade, em seguida o SAF 3 e em menor número destaca-se os SAFs 1 e 5. Esses resultados mostram a ampla diversidade e interação ecológica das espécies, que contribuem para a prestação de diferentes serviços ambientais, considerando o potencial de desenvolvimento e ampliação das cinco áreas estudadas.

De acordo com a Tabela 2, observa-se que os cinco SAFs estudados obtiveram um total de 120.001,80 kg e 72.001,08 kg de biomassa fresca e seca respectivamente, destacando-se para os SAFs 3 e 4 que obtiveram maior quantidade, em seguida o SAF 2 e por último os SAFs 1 e 5 em menor quantidade. Isto indica o potencial dos SAFs para produção de massa biológica como fonte de energia, pois as árvores absorvem carbono durante a fotossíntese e estocam o excesso na forma de biomassa (SOUZA et al., 2012).

Tabela 2: Quantidade de indivíduos arbóreos e arbustivos, biomassa fresca e seca, estoques de carbono em quilogramas (kg) e toneladas (t), redução do dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq) e os valores de créditos gerados em sistemas agroflorestais biodiversos no Município de Bonito, região Sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul.

SAFs	Nº de Indivíduos	Biomassa Fresca (kg)	Biomassa Seca (kg)	Estoque de C (kg)	Estoque de C (t)	Redução de GEE CO ₂ (eq)	Valor em US\$*.ano ⁻¹	Valor em R\$**.ano ⁻¹
1	199	8473,67	5084,20	2482,14	2,48214	9,1094538	73,1489140	294,79
2	379	33064,79	19838,87	9638,26	9,63826	35,3724142	284,040486	1.144,68
3	284	21139,18	12683,50	6160,54	6,16054	22,6091818	181,5517299	731,65
4	349	48635,09	29181,05	14099,07	14,09907	51,7435869	415,5010028	1.674,46
5	275	8689,05	5213,43	2628,11	2,62811	9,6451637	77,45066451	312,12
Total	1486	120001,80	72001,08	35008,12	35,00812	128,4798	1031,692797	4.157,70
Média	297,2	24000,36	14400,21	7001,62	7,001624	25,69596	206,3385594	831,54

* Valor de US\$8,03 t CO₂(eq)⁻¹, ICE, Market Data, (Bolsa do Clima de Chicago-CCX), disponível em <<https://www.theice.com/index>> . Acesso em 06 de janeiro de 2016.

** Cotação do dólar em janeiro de 2016. US\$1,00 = R\$4,034.

Com relação ao estoque de carbono em quilogramas (kg) e em toneladas (t) e o dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq), destacam-se com maior quantidade os SAFs 3 e 4; em seguida o SAF 2 e em menor abundância os SAFs 1 e 2. Os SAFs estudados estariam aptos a receber uma quantia total de R\$4.157,70 ano⁻¹ e, em média, R\$841,54 ano⁻¹ pelo serviço de fixação e estocagem de carbono. Destaque maior aos SAFs 2 e 4 que apresentaram os melhores resultados, que corresponderia a R\$1.144,68 ano⁻¹ e R\$1.674,46 ano⁻¹, respectivamente; após, o SAF 3 com R\$731,65 ano⁻¹ e por último os SAFs 1 e 5 com R\$294,79 ano⁻¹ e R\$312,12 ano⁻¹, respectivamente.

Percebe-se que os SAFs 2 e 4 possuem maiores estoques de carbono na biomassa das plantas, consequentemente geram maior quantidade de créditos de carbono. No entanto, o

valor gerado nos SAFs refere-se que as áreas estão em processo de recuperação da degradação, pois a quantidade da produção de biomassa e carbono pode variar de acordo com o componente arbóreo, quantidade de indivíduos, tamanho das árvores (diâmetro e altura), idade, densidade básica da madeira e o estágio sucessional das áreas (SOUZA et al., 2012).

De acordo com Amaro et al. (2013), sobre o estoque de biomassa e carbono em uma floresta estacional semidecidual em Viçosa, MG, resultaria no valor total de biomassa de 181,48 t ha⁻¹ e com o estoque de carbono total entre 35,33 a 108,98 t ha⁻¹. Essa alta variabilidade de estoque de carbono pode ocorrer devido às diferenças na estrutura interna das áreas, tais como: altura, composição das espécies, distribuição diamétrica e as distintas metodologias adotadas.

O estudo do estoque de carbono no componente arbustivo-arbóreo na Região Sudeste do Estado de MS, realizado por Silva et al. (2014b), resultaram na avaliação de 3750, 2100 e 1680 indivíduos por ha⁻¹ na área de vegetação nativa, no reflorestamento e em um SAF, respectivamente. As médias para peso fresco foram 47,47; 24,35 e 16,98 kg, respectivamente. As médias para peso seco foram 28,48; 14,61 e 10,19 kg, respectivamente, e os valores de estoque de C na biomassa vegetal foram 51,26; 14,72 e 8,21 Mg C ha⁻¹, respectivamente, na vegetação nativa, no reflorestamento e no SAF. Esses resultados corroboram com os obtidos neste estudo, indicando que os SAFs contemplam aspectos sociais, ambientais e econômicos visando à sustentabilidade do sistema produtivo.

A avaliação financeira do sequestro de carbono na Serra de Baturité, Ceará, realizada por Fajardo e Timofeiczuk Junior (2015), resultou que a Área de Proteção Ambiental apresenta grande potencial de sequestro de carbono, em média 84,63 t CO₂ ha⁻¹, que de acordo com o mercado de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo-MDL, corresponde a receitas de R\$187,00 ha⁻¹, considerando que a validação e verificação dos créditos de carbono tendem a crescer de acordo com o tamanho e a extensão dos projetos. Assim, a organização dos pequenos agricultores em grupos, visam a geração de créditos de carbono com características semelhantes a essas estimadas nesse trabalho.

A Lei Nº 11.284, de Março de 2006, dispõe sobre a gestão de florestas para a produção sustentável e institui na estrutura do Ministério do Meio Ambiente o Serviço Florestal Brasileiro-SFB. O Art. 14 dessa lei considera que a concessão florestal tem como objetivo a exploração de produtos e serviços florestais, através da comercialização de créditos decorrentes da emissão evitada de carbono em florestas naturais. Já no caso de reflorestamento de áreas degradadas para uso alternativo do solo, o direito de comercializar crédito de carbono poderá ser incluído no objetivo da concessão, nos termos de regulamento.

O Brasil possui uma extensão territorial favorável para a geração de mecanismos limpos e resgate de carbono da atmosfera, através da vigência do Protocolo de Kyoto, a partir de 16 fevereiro de 2005, direcionado principalmente para a redução de emissão de Gases de Efeito Estufa como MDL (SOARES; HIGUCHI, 2006).

Em específico no Estado de Mato Grosso do Sul, a recuperação de áreas degradadas através da implantação de SAFs biodiversos com potencialidades para o sequestro de carbono, aliado à viabilidade econômica, ambiental e social, que contribuem para a disponibilidade de matéria prima florestal e outros serviços ambientais (WOLF et al., 2012).

Segundo Balbinot et al. (2008), através de um experiência de PSA no estado do Paraná, em uma área de reflorestamento com potencial de remoção de CO₂ atmosférico, considerando uma média de 376,6 Mg de CO₂ removidos com um valor de comercialização de US\$ 4,00 sob cotação do dólar de R\$2,20, tem-se uma remuneração dos serviços de estocagem e fixação de carbono com aproximadamente R\$ 3.314,08 por 1.600 árv ha⁻¹.

Destaca-se a importância do PSA em áreas de matas ciliares e reflorestamentos, pois auxiliam no equilíbrio ambiental para manutenção da estrutura e função dos ecossistemas, assegurando a manutenção da biodiversidade vegetal e animal. Costanza et al. (1997) consideram que um hectare de mata ciliar em estágio clímax proporcionam US\$ 889 em serviços ambientais por ano, mostrando o potencial dessas áreas em diminuir as emissões de gases (CO₂) causadores do efeito estufa.

Com relação aos resultados de variáveis intangíveis (*i*), foram consideradas para análise o método dos serviços ambientais que são prestados pelos SAFs biodiversos à sociedade, os quais são produzidos em decorrência do manejo da propriedade. Os resultados dos valores de *i* estão representados por um quantificador na Tabela 3.

Tabela 3. Valores dos quantificadores atribuídos pelos entrevistados aos serviços ambientais prestados por sistemas agroflorestais biodiversos no Município de Bonito, na região Sudoeste de Mato Grosso do Sul e o grau de importância médio dos serviços ambientais e seus respectivos indicadores utilizados na matriz de valoração, segundo resultados de consultas aos especialistas.

Serviços ambientais	Grau Médio de Importância	Indicadores (i)	Quantificadores – Alto (8-10); Médio (4-7); Baixo (0-3); Inexistente (0)					Grau Médio de Importância
			SAF 1	SAF 2	SAF 3	SAF 4	SAF 5	
Serviços de provisão-SP	8,60	Sistemas Agroflorestais Biodiversos						
		Alimentos do SAF são consumidos pela família-ACF	8	10	10	10	10	8,88
		O SAF contribui para geração de renda-GR	8	9	10	10	4	8,11
		Produtos primários são processados-PPP	8	10	0	9	2	6,11
		SAF tem sido associado com animais-AA	5	8	8	10	2	7,33
		Espécies vegetais são utilizadas para alimentação animal-EVAA	2	0	3	4	2	6,77
		O SAF associado com apicultura-AAP	0	0	3	0	0	7,88
		Espécies do SAF possuem boa florada-EBF	10	6	6	10	8	8,16
		Espécies do Saf são utilizadas para fins medicinais-EFM	6	7	10	10	1	7,44
Espécies do Saf são utilizadas para artesanatos ou decorações-EAD	10	0	0	4	0	6,05		
Espécies do Saf são utilizadas como fonte de energia (madeira)-EFE	0	5	10	10	2	6,83		
Serviços de regulação-SR	8,13	A qualidade do ar mudou após a implantação do Saf-QAM	10	10	10	10	5	7,33
		Melhorou a regulação climática após a implantação do Saf-RG	10	10	10	10	5	8,33
		Existiam processos erosivos antes de implantar o Saf-PE	10	5	6	6	5	8,44
		Após a implantação do Saf diminuiu o escoamento superficial da água-DES	10	8	10	10	10	8,33
		Relaciona a qualidade da água ao Saf-QA	10	7	10	10	7	7,88
		Presença de polinizadores no Saf-PP	10	10	10	10	2	8,77
		Presença de dispersores no Saf-PD	10	10	10	10	10	8,66
		Espécies de cultivo têm sido atacadas por inseto-praga-EAI	6	7	5	0	8	6,88
		Percebeu a presença de inimigos naturais no Saf-PIN	10	0	0	10	0	8,72
O Saf tem funcionado como quebra vento-QV	10	10	10	10	10	8,77		
O Saf contribui para fixação de carbono-FC	10	10	9	10	3	9,61		
Serviços culturais-SC	7,22	Atribui o Saf a algum sentimento-AS	10	10	10	10	10	7,68
		O Saf possui alguma importância religiosa ou tradicional-IRT	10	10	10	10	10	5,66
		Identifica-se com o Saf-IS	10	10	10	10	10	6,55
		Utiliza locais do Saf para lazer-LL	10	10	8	10	10	5,22
		Saf é estritamente técnico ou sente prazer em cuida-lo-TP	7	7	7	8	7	7,55
Serviços de suporte e apoio-SSA	8,44	Com o Saf aumentou a matéria orgânica no solo-AMO	10	10	9	10	5	8,77
		Em dias chuvosos a água infiltra no solo-AIS	9	10	6	10	10	8,44
		Em dias chuvosos a água escorre pela superfície-AES	6	0	3	0	0	2,44
		O ar que respira dentro do Saf é mais puro que fora dele-ARM	10	10	10	10	5	7
		No solo tem a presença de fungos-PF	9	10	5	10	4	7,44
		A coloração e a umidade do solo mudaram com o Saf-CUM	10	10	8	10	10	8,88

		A produtividade das espécies aumentou ao longo do tempo-PEA	8	10	7	10	10	7,16
		Aumentou a produtividade de espécies após deixar cobertura no solo-APCS	10	10	10	10	10	8,38
		O Saf tem sido habitat ou refúgio para animais-HRA	10	10	7	10	7	8,33
		O solo do Saf ao ser removido é compactado-SRC	8	0	3	0	8	2,66
		O solo do Saf ao ser revolvido apresenta uma boa areação-SRA	7	10	9	10	8	7,44
		Houve mudança na fertilidade do solo após a implantação do Saf-MFS	10	10	10	10	10	8,94
Biodiversidade-B	8,16	Índice de Shannon-Weaver (H^2)-ISW	3	5	7	6	3	7,61
		Espécies ameaçadas de extinção-EAE	3	0	3	3	0	7,61
		Somatório de <i>in</i>	303	304	300	400	240	

Esses indicadores utilizados para a valoração dos serviços ambientais foram selecionados de acordo com a possibilidade de quantificá-los dentro dos SAFs biodiversos estudados. Então, observa-se que os SAFs 4 e 2 possuem maiores valores na somatória dos indicadores dos serviços ambientais. Esses resultados mostram que os entrevistados responsáveis pelo manejo das áreas observam o potencial e as funções exercidas pelos serviços ambientais para a manutenção e o desenvolvimento dos SAFs.

Com relação ao grau médio de importância dos serviços ambientais para a valoração econômica, de acordo com as consultas aos especialistas, considerou-se que o serviço de provisão (8,60) se destacou com maior importância; em seguida o serviço de suporte e apoio (8,44); serviço de regulação (8,13) e por último os serviços de biodiversidade e culturais. Percebeu-se que, para os especialistas, os indicadores mais importantes com potencial econômico foram à contribuição dos SAFs para fixação de carbono, melhoria da fertilidade do solo após implantar os SAFs, o consumo dos alimentos pela família e a mudança da coloração e umidade do solo após a implantação dos SAFs, respectivamente.

De acordo com os resultados da consulta aos especialistas, visando à valoração dos serviços ambientais promovidos pelos SAFs biodiversos, foram incluídos indicadores que possam facilitar a valoração dos recursos naturais e inclusão dos agricultores em sistemas de PSA para cada serviço valorado.

Esses resultados mostram a importância desses serviços ecossistêmicos para as atividades econômicas, pois proporcionam os recursos necessários para a produção de bens e serviços para a manutenção da biodiversidade e para a espécie humana, que é dependente dos serviços ecossistêmicos (ANDRADE et al., 2012).

Segundo Araújo et al. (2015), a valoração econômica ambiental surge com o conceito de PSA como ferramenta para mostrar o custo que a degradação pode gerar, atribuindo um valor monetário aos serviços prestados pelos ecossistemas ou agroecossistemas, incentivando a manter e conservar os recursos naturais.

A valoração dos serviços ambientais é uma ferramenta fundamental para a formulação e avaliação de políticas públicas orientadas ao desenvolvimento sustentável e à preservação dos recursos naturais, onde busca-se subsidiar a tomada de decisão do poder público e da sociedade civil sobre a gestão desses recursos e proporciona a realização de uma análise socioambiental do custo e do benefício para reservas naturais (NASCIMENTO et al., 2013).

Os resultados dos fatores de ponderação (fp), sendo intrasserviços ambientais ponderando os indicadores selecionados para cada serviço ambiental, e interserviços

considerando o grau médio de importância atribuído aos indicadores avaliados, calculados nos cinco SAFs biodiversos são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Fatores de ponderação (fp) e somatório ponderado das variáveis intangíveis (*in*) utilizadas para valoração econômica dos serviços ambientais prestados em sistemas agroflorestais biodiversos no Município de Bonito, região Sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul, em 2015.

SAFs	Somatório de <i>in</i>	Fator de ponderação (fp)	Porcentagem	Somatório de <i>in</i> ponderado
1	303	0,90	18	54,54
2	304	0,85	17	51,68
3	300	0,88	17,6	52,8
4	400	0,98	19,6	78,4
5	240	0,67	13,4	32,16

Cálculo: $FP = 8,60 * SP + 8,13 * SR + 7,22 * SC + 8,44 * SSA + 3,49 * B/329,13$

*329,13 refere-se à \sum da média dos serviços ambientais ponderados para cada indicador.

SAFs 1: $FP = 8,60 * 5,73 + 8,13 * 9,69 + 7,22 * 9,30 + 8,44 * 9,21 + 3,49 * 2,92/329,13FP = 0,90$

Regra de três simples: fp-%; 5-100; 0,90 de 5= 18; 18 de 303= 54,54 - Somatório de *in* ponderado.

Os resultados mostram que os SAFs 4 e 1 apresentaram valores superiores no fator de ponderação, o que significa a prioridade em relação aos demais sistemas avaliados. Com relação ao somatório das variáveis intangíveis ponderadas, os SAFs 4 e 1 também obtiveram maiores valores. Esses resultados explicam a ponderação expressiva em relação ao somatório das variáveis.

Na Tabela 5 são apresentados os Valores Estimados de Referência para os Benefícios Ambientais (VERB) promovidos por cada SAF estudado, com base no somatório das variáveis intangíveis e tangíveis.

Tabela 5. Valores Estimados de Referência para os Benefícios Ambientais promovidos em sistemas agroflorestais biodiversos no Município de Bonito, região Sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul, em 2015.

SAFs	Variáveis Intangíveis	Variáveis Tangíveis	Valores em R\$/ano
	Somatório de <i>in</i>	Somatório de <i>qn</i> Carbono (R\$)	
1	303	294,79	89.321,37
2	304	1.144,68	347.982,70
3	300	731,65	219.495,00
4	400	1.674,46	669.784,00
5	240	312,12	74.908,80
Total	1547	4.157,70	1.401.491,89
Média	309,4	831,54	280.298,37

O produto do somatório das variáveis intangíveis pelas variáveis quantificáveis gerou Valores Estimados de Referência para os Benefícios Ambientais – VERB médio que foi igual a R\$280.298,37 ano⁻¹, que corresponde a R\$23.358,19 mês⁻¹. O maior valor de VERB foi atribuído ao SAF 4, correspondendo a R\$669.784,00, que estaria muito valorizado pela

produção de serviços ambientais para a população, o qual apresentou o maior somatório das variáveis intangíveis e tangíveis. Em seguida destaca-se o SAF 2, com valor de R\$347.982,70 ano⁻¹; após o SAF 3 e por último os SAFs 1 e 5.

Com base nesses valores como referência, a valorização dos SAFs biodiversos na região Sudoeste de Mato Grosso do Sul se deve à presença e disponibilidade dos recursos naturais e ao sistema de manejo e manutenção desenvolvidos pelos agricultores potencializando a ocorrência dos serviços ambientais.

Adotando-se esses valores como referência, a valorização desses sistemas como a quantia a ser paga ao agricultor deverá incentivá-lo a preservar áreas que prestam serviços ambientais à sociedade. No entanto, também contribuirão para formulação e implementação de políticas públicas de conservação ambiental que contribuam à melhoria da qualidade do meio ambiente.

O estudo realizado por Villar (2009) para valoração econômica de serviços ambientais em propriedade rurais no estado de Minas Gerais, resultou no VERB médio de R\$16.942,21 ano⁻¹, que corresponde a R\$1.411,85 mês⁻¹ e com uma propriedade que estaria supervalorizada em R\$56.786,23 ano⁻¹ pela produção de serviços ambientais para a população. Assim, considera-se que os valores atribuídos à natureza possibilitam a valoração das condições ecológicas como direitos comunitários das populações tradicionais como patrimônio de recursos naturais.

O estudo realizado por Wolf et al. (2012) destaca que os serviços ambientais prestados pelos sistemas agroflorestais são a ciclagem de nutrientes, a formação do microclima, aumento da biodiversidade, aumento do estoque de biomassa e sequestro de carbono pelas árvores e pelas forrageiras que compõem esses arranjos. No entanto, esse estudo realizado em Mato Grosso do Sul evidencia que há diversos outros serviços prestados por esses agroecossistemas à sociedade.

Uma experiência de políticas públicas para PSA voltados para o manejo de bacias hidrográficas em Costa Rica considerou o país mais desenvolvido. No entanto, países como o Equador e o Brasil também têm avançado, destacando-se para o Brasil que utiliza o programa de PSA para manter a qualidade e quantidade dos recursos hídricos brasileiros, através do Projeto Conservador das Águas Extrema de Minas Gerais e o Projeto Oásis nos Mananciais da Região de São Paulo (BERNARDES; SOUSA JÚNIOR, 2010).

Segundo o projeto de lei 5367/2009, o qual instituiu o Código Ambiental Brasileiro, é possível observar a previsão do pagamento pelos serviços ambientais, como a remuneração por serviços ambientais, com os objetivos de compensar os proprietários das áreas que possuem

características ambientais pela conservação da manutenção destes serviços ambientais, compensar os proprietários pela limitação de uso econômico da área e tornar viável a proteção dos recursos naturais frente à vantagem econômica oriunda de sua utilização.

Dentre os estudos realizados sobre o PSA no Estado de Mato Grosso do Sul, destacam-se Silva et al. (2014a) no cerrado; Zago (2007), envolvendo a valoração de recursos hídricos; Wolf e Barbosa (2012), que avaliaram serviços ambientais em SAFs; e especificamente no Município de Bonito, Araújo et al. (2015) analisaram os serviços turísticos como potencial de valoração ambiental.

Silva et al. (2014a) realizaram um estudo envolvendo SAFs diversificados e concluíram que esses sistemas contribuem para a segurança alimentar das famílias, com a quantidade e qualidade de alimentos, melhoram as propriedades do solo, aumentam as fontes de renda, melhoram a qualidade ambiental, biodiversidade, qualidade do ar e, principalmente, o bem-estar das famílias.

Assim, é importante garantir a provisão dos serviços ambientais em quantidade e qualidade adequadas para a sociedade. No entanto, com o crescimento da população e dos níveis de consumo, tornam-se insuficientes vários desses serviços, e ainda a sua degradação surgem como um dos principais problemas ambientais. Diante disto, tornam-se indispensáveis alternativas que garantam a preservação e manutenção dos recursos naturais e dos serviços ambientais (NOVAES, 2014).

Segundo Novaes (2014) e López Netto e Assis (2015), as políticas alternativas incentivam os provedores de serviços ambientais pela manutenção e uso sustentável, através dos mecanismos de pagamentos e compensação, pois consideram que toda a sociedade depende e beneficia-se desses serviços. Dessa forma, a Política Nacional dos Serviços Ambientais cria o Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais, que busca estimular a conservação dos ecossistemas, combater a degradação ambiental, fomentar e promover o desenvolvimento sustentável, social, econômico e cultural de populações tradicionais, povos indígenas e agricultores familiares.

Silveira et al. (2013) estimaram o valor econômico de uma área de proteção ambiental estadual da Cachoeira das Andorinhas com extensão de 18.700 hectares no Município de Ouro Preto, Estado de Minas Gerais. Com esse trabalho, chegou-se no valor do recurso ambiental em R\$10.398.030,12. Assim, torna-se evidente a importância das políticas públicas realizando investimentos financeiros para a conservação dos recursos naturais em prol de toda a sociedade.

Com base no potencial de PSA, a Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Estado do Amazonas implementou uma política pública denominada Programa Bolsa Floresta, com o objetivo de valorizar a floresta em pé e também gerar emprego, renda e promover a conservação ambiental. Essa política inovadora para promoção do desenvolvimento sustentável, combate à pobreza e mudanças às climáticas, através do desenvolvimento de sistemas agroflorestais para agricultura familiar, beneficiou 8.000 famílias em reservas extrativistas e reservas de desenvolvimento sustentável (PORRO; MICCOLIS, 2011).

Considera-se que o aumento da conservação ambiental está relacionado com a degradação dos valores florestais ou o desmatamento. Assim, as experiências de PSA surgem como alternativa para minimizar esses impactos ao meio ambiente, pois a disposição a pagar pode aumentar por meio de políticas públicas criadas para apoiar a implantação e desenvolvimento dos sistemas agroflorestais biodiversos com potencial de recuperação de áreas degradadas, produção de alimentos e geração de renda.

No entanto, o sistema de PSA possui alguns gargalos, tais como: os serviços ambientais geram um benefício social difuso, onde os custos pela manutenção incidem sobre poucos indivíduos privados; outro fator é que os bens e serviços não possuem direito à propriedade, pois são gerados livremente pela natureza sem existência de um proprietário e não possuem transação no mercado e são utilizados até serem esgotados (RIGHI; BERNARDES, 2015).

Diante deste contexto, da complexidade das cadeias produtivas e do PSA, é necessário existir alguma empresa privada, organizações não governamentais, governos estaduais ou municipais e pessoas físicas que demandem o serviço e estejam dispostas a pagar. Após, precisa-se de um provedor que ofereça o serviço, e também tem que existir uma valoração econômica do serviço, com a finalidade de recompensar e incentivar os produtores dos serviços ambientais (RIGHI; BERNARDES, 2015).

4. Conclusões

Os cinco sistemas agroflorestais biodiversos estariam aptos a receber uma quantia total de R\$4.157,70 ano⁻¹ e, em média, R\$841,54 ano⁻¹ pelo serviço de fixação e estocagem de carbono realizado pelas espécies arbustivas e arbóreas presentes nos sistemas.

O SAF 4 destaca-se com maior quantidade de biomassa fresca e seca, e com 14,09907 t de carbono por 0,5 ha⁻¹, contribuindo para a redução de gases de efeito estufa (dióxido de

carbono) de 51,7435869 CO₂ (eq) e ainda apto a receber R\$1.674,46 ano⁻¹ pelo serviço de fixação e estocagem de carbono.

O produto do somatório das variáveis intangíveis, pelas variáveis quantificáveis dos cinco SAFs gerou Valores Estimados de Referência para os Benefícios Ambientais médios igual há R\$280.298,37 ano⁻¹, que corresponde a R\$23.358,19 mês⁻¹. O maior valor de VERB foi atribuído ao SAF 4, correspondendo a R\$669.784,00, que estaria muito valorizado pela produção de serviços ambientais para a população. Esses valores podem ser entendidos como quantias a serem pagas ao agricultor para incentivá-lo a manter e incrementar os SAFs biodiversos, que prestam serviços ambientais à sociedade. Além disso, esses valores servem de referência para a formulação e implementação de políticas públicas que estimulem a conservação e melhoria ambiental no Brasil.

5. Referências bibliográficas

ALAVALAPATI, J. R. R.; SHRESTHA, R. K.; STAINBACK, G. A.; MATTA, J. R. Agroforestry development: An environmental economic perspective. **Agroforestry Systems**, v. 61, n. 1-3, p. 299-310, 2004.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 3 ed. Síntese Universitária. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. 54 p.

AMARO, M. A.; SOARES, C. P. B.; SOUZA, A. L.; LEITE, H. G.; SILVA, G. F. Estoque volumétrico, de biomassa e de carbono em uma Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 37, n. 5, p. 849-857, 2013.

AMOROZO, M. C. M.; MING, L. C.; SILVA, S. M. P. (ed.) **Métodos de coleta e análise de dados em etnobiologia, etnoecologia e disciplinas correlatas**. Rio Claro, SP: SBEE, 2002.

ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R.; FASIABEN, M. C. R.; GARCIA, J. R. Dinâmica do uso do solo e valoração de serviços ecossistêmicos: notas de orientação para políticas ambientais. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, PR, v. 25, n. 25, p. 53-71, 2012.

ARAÚJO, J. B. C. N. **Análise de risco em Sistema Agroflorestal (SAF)**. 2014. 67 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2014.

BAILEY, K. *Methods of social research*. New York: The Free Press, 1994.

BARRIOS, L. G.; ONG, C. K. Ecological interactions, management lessons and design tools in tropical agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, v. 61, n. 1-3, p. 221-236, 2004.

BELO, C. C.; COELHO, I.; ROLO, J.; REIS, P. Sistemas agroflorestais em Portugal continental. Parte II: montados, condições de uso do solo e evolução. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, Portugal, v. 37, n. 2, p. 122-130, 2014.

BERNARDES, C.; SOUSA JÚNIOR, W. C. Pagamento por serviços ambientais: experiências brasileiras relacionadas à água, Florianópolis, SC, 2010. **Anais... ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS**, 5, Florianópolis, SC, 2010.

- BUENO, M. L.; RESENDE, U. M.; RANIER, T. G. Levantamento Florístico nas Trilhas Turísticas da RPPN São Geraldo. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, RS, v. 5, n. 2, p. 189-191, 2007.
- CERDOURA, K. B.; GARDIN, C. Conhecendo o Município de Bonito, MS através do Olhar de seus Habitantes: Paisagens, Lugares e a Valorização da Experiência. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, 4, 2008, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF, 2008. p. 1-195.
- COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; GROOT, R.; FABER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; ONEILL, R.; PARUELO, J.; RASKIN, R. G.; SUTTON, P. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Revista Nature**, v. 387, p. 253-260, 1997.
- COUTINHO, H. L. da C.; GARCEZ, A. J. S.; GIMENES, P. S.; INÁCIO, C. de T.; SEIDEL, E. R.; COSTA JUNIOR, E. D.; CARDOSO, S.; HERNANI, L. C.; MAURO, R. de A.; SILVA, M. P. **Promoção da transição agroecológica em Bonito, MS (Projeto GEF Rio Formoso)**. Embrapa Solos, 2011, 2. Ed., 21 p. (Embrapa Solos, Documentos, 138).
- DONATO, L.; LIMA, M. das G. Distribuição geográfica do sistema agroflorestral na região do Vale do Ribeira. **Geografia**, Londrina, PR, v. 22, n. 3, p. 47-64, 2014.
- FAJARDO, A. M. P.; TIMOFEICZYK JUNIOR, R. Financial Feasibility of Carbon Sequestration in Serra de Baturité, Ceara state, Brazil in 2012. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, RJ, v. 22, n. 3, p. 391-399, 2015.
- FERREIRA, D. C.; POMPEU, G. S. S.; FONSECA, J. R.; SANTOS, J. C. Sistemas agroflorestrais comerciais em áreas de agricultores familiares no município de Altamira, PA. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, RS, v. 9, n. 3, p. 104-116, 2014.
- FIGUEIREDO, T. D.; FERREIRA, E. G.; DINIZ, C. E. Avaliação do nível de degradação ambiental por processos erosivos na comunidade de Utinga-Santa Rita, PB. **Revista Ambiental**, v. 1, n. 2, p. 76-85, 2015.
- FREITAS, K. A. A.; BARBOSA FILHO, J.; PIO, N. S.; SILVA, F. F.; MORAES, L. S.; Valoração econômica dos benefícios ambientais percebidos pela população da bacia do Educandos provenientes do PROSAMIM. **Acta Amazonica**, Manaus, AM, v. 40, p. 509-514, 2010.
- RIGHI, C. A.; BERNARDES, M. S. Serviços ambientais em sistemas agroflorestrais. **Cadernos da Disciplina Sistemas Agroflorestrais**. 2015. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, v.1, p. 79, 2015. Disponível em: http://www4.esalq.usp.br/biblioteca/sites/www4.esalq.usp.br/biblioteca/files/Cadernos_Disciplina_SAFs_2013_Montagem.pdf#page=13. Acesso em: 10 jan. 2016.
- KITAMURA, P. C.; RODRIGUES, G. S. Valoração de serviços ambientais em sistemas agroflorestrais: métodos, problemas e perspectivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 3. 2001, **Anais....**Manaus, AM, p. 55. Manaus, AM, 2001.
- LAL, R. Agroforestry systems and soil surface management of a tropical alfisol. II: water runoff, soil erosion, and nutrient loss. **Agroforestry Systems**, v. 8, n. 2, p. 97-111, 1989.
- LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**, American Psychological Association, v. 22, n. 140, p. 5-53, 1932.
- LÓPEZ NETTO, A.; ASSIS, R. L. Políticas públicas para a sustentabilidade em ambientes de montanha no Brasil. **Revista Produção e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, RJ, v. 1, n. 2, p. 1-14, 2015.

- MAGALHÃES, J. G. de S.; SILVA, M. L.; SALLES, T. T.; REGO, L. J. S. Economic analysis of the agroforestry systems by using differential equations. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 38, n. 1, p. 73-79, 2014.
- MAIA, S. M. F.; XAVIER, F. A. S.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S.; ARAÚJO FILHO, A. Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no semi-árido cearense. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 5, p. 837-848, 2006.
- MARTINEZ, E. A.; LIMA, A. C.; CASALINHO, H.; SILVA, D.; WINCKEL, T. Serviços Ambientais ofertados por diferentes agroecossistemas de base familiar no Território Zona Sul do RS. **Cadernos de Agroecologia**, Cruz Alta, RS, v. 8, n. 2, p. 1-5, 2013.
- MOURA, M. C. F.; OLIVEIRA, L. C. S. Atividade agrícola: produção, impacto e sustentabilidade. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aracajú, SE, v. 4, n. 1, p. 6-14, 2013.
- 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, n. 1, p. 10-23, 2009.
- NAIR, P. K. Classification of agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, v. 3, n. 2, p. 97-128, 1985.
- NASCIMENTO, S. T. M. F.; RIBEIRO, E. S.; SOUSA, R. A. T. de M. Economic valuation of a unit conservation urban, Cuiabá, Mato Grosso. **Revista Interações**, Campo Grande, MS, v. 14, n. 1, p. 79-88, 2013.
- NOVAES, R. M. L. Monitoramento em programas e políticas de pagamentos por serviços ambientais em atividade no Brasil. **Estudos Sociedade e Agricultura**, Rio de Janeiro, RJ, v. 22, n. 2, p. 408-431, 2014.
- OLIVEIRA, L. F. C.; CALIL, P. M.; RODRIGUES, C.; KLIEMANN, H. J.; OLIVEIRA, V. Á. Potencial do uso dos solos da bacia hidrográfica do alto rio Meia Ponte, Goiás. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, SP, v. 8, n. 1, p. 222-238, 2013.
- PAIXÃO, R. B.; BRUNI, A. L.; BECKER, J. L.; TENÓRIO, R. M. Evaluation of professional master's program: construction and analysis of indicators in the face of multidimensionality. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, RJ, v. 22, n. 83, p. 505-532, 2014.
- PENEIREIRO, F. M. **Sistemas agroflorestais dirigidos pela sucessão natural**: um estudo de caso. 1999. 148 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 1999.
- PICHARILLO, C.; OGASHAWARA, I. Análise multitemporal da expansão turística e os seus reflexos nas mudanças da cobertura do solo do município de Bonito-MS por meio de imagens de satélite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 26. 2013. Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Foz do Iguaçu, PR, p. 7148-7155., 2013.
- PORRO, R.; MICCOLIS, A. Políticas públicas para o desenvolvimento agroflorestal no Brasil. **ICRAF - World Agroforestry Centre**, Belém, PA, 2011.80 p.
- RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social: Métodos e Técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999. 200 p.
- RODRIGUES, D. M.; SILVA, M. M.; ALMEIDA, L. S.; SOUZA, J. T. R.; YARED, J. A. G. SANTANA, A. C. Agrobiodiversidade e os serviços ambientais: perspectivas para o manejo ecológico dos agroecossistemas no estado do Pará. **Revista Agroecossistemas**, Belém, PR, v. 4, n. 1, p. 12-32, 2012.

RODRIGUES, E. R.; CULLEN JUNIOR, L.; BELTRAME, T. P.; MOSCOGLIATO, A. V.; SILVA, I. C. Avaliação econômica de sistemas agroflorestais implantados para recuperação de reserva legal no Pontal do Paranapanema, São Paulo. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 5, p. 941-948, 2007.

SAMPAIO, J. A. G. **Disponibilidade de serviços ecossistêmicos de um sistema agroflorestral na região de Cerrado no Brasil Central**, 2013. 73 p. Monografia (Curso de pós-graduação em Gestão Ambiental). Universidade de Brasília, Planaltina, 2013.

SILVA, A. C. da C.; PRATA, A. P. N.; SOUTO, L. S. S.; MELLO, A. A. Aspects of landscape ecology and threats to biodiversity in a protected area in Caatinga, Sergipe. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 37, n. 3, p. 479-490, 2013.

SILVA, S. M.; CASTRO, S. A.; BRITO, M.; PEREIRA, Z. V.; FERNANDES, S. S. L.; PADOVAN, M. P.; MOITINHO, M. R. Sistemas Agroflorestais Diversificados no Cerrado: um estudo de caso no assentamento Lagoa Grande, em Mato Grosso do Sul. **Cadernos de Agroecologia**, Cruz Alta, RS, v. 9, n. 4, p. 1-10, 2014a.

SILVA, S. M.; FERNANDES, S. S. L.; BRITO, M.; CARNEIRO, L. F.; PEREIRA, Z. V.; PADOVAN, M. P. Estoque de Carbono no componente arbustivo-arbóreo em sistemas de restauração ambiental na Região Sudeste do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Cadernos de Agroecologia**, Cruz Alta, RS, v. 9, n. 4, p.1-10, 2014b.

SILVEIRA, V. C.; CIRINO, J. F.; PRADO FILHO, J. F. Valoração econômica da Área de Proteção Ambiental Estadual da Cachoeira das Andorinhas–MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 37, n. 2, p. 257-266, 2013.

SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS. Brasília, DF: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

SOARES, T. J.; HIGUCHI, N. A convenção do clima e a legislação brasileira pertinente, com ênfase para a legislação ambiental no Amazonas. 2006. **Acta Amazônica**, Manaus, AM, v. 36, p. 573-580, 2006.

SOUZA, A. L.; BOINA, A.; SOARES, C. P. B.; VITAL, B. R.; GASPAR, R. O.; LANA, J. M. Estrutura fitossociológica, estoques de volume, biomassa, carbono e dióxido de carbono em Floresta Estacional Semidecidual. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 36, n. 1, p. 169-179, 2012.

SOUZA, C. R.; AZEVEDO, C. P.; ROSSI, L. M. B.; SILVA, K. E.; SANTOS, J.; HIGUCHI, N. Dynamics and carbon storage in primary forest in the region of Manaus/AM. **Acta Amazonica**, Manaus, AM, v. 42, n. 4, p. 501-506, 2012.

SOUZA, H. N. de. **Sistematização da experiência participativa com sistemas agroflorestais**: rumo à sustentabilidade da agricultura familiar na zona da mata mineira. 2006. 127 p. Tese (Doutorado em solos e nutrição de plantas). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

TORRES, C. M. M. E.; JACOVINE, L. A. G; OLIVEIRA NETO, S. N.; BRIANEZI, D.; ALVES, E. B. B. M. Sistemas Agroflorestais no Brasil: Uma abordagem sobre a estocagem de carbono. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, PR, v. 34, n. 79, p. 235-244, 2014.

VIEIRA, J. F. L. **Voucher único um modelo de gestão da atividade turística em Bonito-MS**. 2003. 138 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Local). Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, MS, 2003.

VILAR, M. B. **Valoração econômica de serviços ambientais em propriedades rurais**. 2009. 146 f. Tese (Doutorado em Ciência florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

WANDELLI, E.; OCIDENTAL, E. A. Serviços ambientais de sistemas agroflorestais. **Embrapa Amazônia Ocidental-Capítulo em livro técnico-científico**. p. 53-55, 2011. Editora, Embrapa, Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/113896/1/Acr6A.tmp.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2015.

WOLF, R.; BARBOSA, F. R. G. M.; SILVA, L. F.; PADOVAN, M. P. Sistemas agroflorestais: potencial para sequestro de carbono e produção de outros serviços ambientais, **Revista Cadernos de Agroecologia**, Cruz Alta, RS, v. 7, n. 2, p 1-5, 2012.

WUNDER, S. The efficiency of payments for environmental services in tropical conservation. **Conservation Biology**, v. 21, n. 1, p. 48-58, 2007.

YOUNG, A. **Agroforestry for Soil Management**. 2 ed. Nairobi: CAB Internacional, 1997. 320 p.

ZAGO, V. C. P. A valoração econômica da água-uma reflexão sobre a legislação de gestão dos recursos hídricos do Mato Grosso do Sul. **Interações**, Campo Grande, MS, v. 8, n. 1, p. 27-32, 2007.

ZAGO, A. K. **A tutela jurídica do patrimônio paisagístico natural nos destinos turísticos mediante o sistema de pagamento por serviço ambiental**. 2012. 97 f. Dissertação (Mestrado em Direito). Programa de Pós-graduação em Direito, Caxias do Sul, RS, 2012.

ANEXOS

Anexo A-Questionário

Percepção do agricultor dos serviços ambientais prestados pelos Sistemas Agroflorestais biodiversos:

Você já ouviu falar de serviços ambientais?

0 = sim 1 = não

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Serviços de Provisão: produtos obtidos dos ecossistemas

Os alimentos fornecidos pelos SAF são consumidos pela família?

0 = sim 1 = não 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

A produção obtida no SAF é convertida para geração de renda?

0 = sim 1 = não 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Os produtos primários obtidos são processados e transformados em produtos secundários (doces, geleias, sorvetes)?

0 = sim 1 = não 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Quais espécies têm possibilitado a produção _____

O SAF tem sido associado com animais?

0 = sim 1 = não 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Quais? _____

Se não, algumas espécies vegetais do SAF tem sido utilizada como fonte de alimento para os animais?

0 = sim 1 = não 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Quais? _____

Existem outras associações (apicultura)?

0 = sim 1 = não 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

As espécies do SAF possuem uma florada e uma produção de mel abundante?

0 = sim 1 = não 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

As espécies do SAF têm sido utilizadas para fins medicinais?

0 = sim 1 = não 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Quais? _____

As espécies do SAF têm sido utilizadas para a confecção de artesanatos e ornamentação (decoreção)?

0 = sim 1 = não 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

A poda, se realizada no SAF, tem fornecido madeira como fonte de combustível (uso em fogão a lenha)?

0 = sim 1 = não 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Serviços de regulação: benefícios ao homem

A qualidade do ar mudou ao longo do tempo desde a implantação do SAF?

0 = sim 1 = não 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

A regulação climática (o clima) melhorou no SAF e nas proximidades?

0 = sim 1 = não 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Existia processos erosivos ou uma declividade acentuada no local?

0 = sim 1 = não 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Independente, com a implantação do SAF percebe-se uma diminuição no escoamento superficial da água em dias chuvosos?

0 = sim 1 = não 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Você relaciona a qualidade da água ao SAF?

0 = sim 1 = não 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Tem visualizado a presença de polinizadores no SAF?

0 = sim 1 = não 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Quais? _____

Tem visualizado a presença de dispersores no SAF?

0 = sim 1 = não 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Quais? _____

As espécies de cultivo nos SAFs não têm sido atacadas por insetos-praga?

0 = sim 1 = não 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Percebeu a presença de inimigos naturais no SAF?

0 = sim 1 = não 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

O SAF tem funcionado como quebra vento?

0 = sim 1 = não 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Na sua avaliação o SAF tem contribuído para a fixação de carbono emitidos na atmosfera por meio de fontes poluidoras?

() 0 = sim () 1 = não () 0() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10

Serviços culturais: benefícios intangíveis

Você atribui ao SAF algum sentimento?

() 0 = sim () 1 = não () 0() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10

O SAF para você tem alguma importância religiosa ou tradicional?

() 0 = sim () 1 = não () 0() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10

Você se identifica com o SAF?

() 0 = sim () 1 = não () 0() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10

Você utiliza locais do SAFs para lazer?

() 0 = sim () 1 = não () 0() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10

O cuidado que você tem com o SAF é estritamente técnico ou sente prazer em cuidá-lo?

Serviços de suporte ou apoio: serviços necessários para a produção de todos os outros serviços ecossistêmicos

Com o SAF você percebeu o aumento de matéria orgânica no solo?

() 0 = sim () 1 = não () 0() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10

Em dias chuvosos água infiltra no solo?

() 0 = sim () 1 = não () 0() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10

Em dias chuvosos água escorre pela superfície?

() 0 = sim () 1 = não () 0() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10

O ar que respira dentro do SAF é mais puro que fora dele?

() 0 = sim () 1 = não () 0() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10

Quando revolve o solo tem visualizado a presença de fungos?

() 0 = sim () 1 = não () 0() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10

A coloração e a umidade do solo mudou com a implantação do SAF?

() 0 = sim () 1 = não () 0() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10

A produtividade das espécies aumentou com o tempo?

() 0 = sim () 1 = não () 0() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10

Você percebeu um aumento da produtividade de espécies ao deixar restos de poda sob o solo do SAF?

() 0 = sim () 1 = não () 0() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10

O SAF tem sido habitat ou refúgio para animais?

() 0 = sim () 1 = não () 0() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10

O solo dentro do SAF ao ser revolvido é compactado?

() 0 = sim () 1 = não () 0() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10

O solo dentro do SAF ao ser revolvido apresenta uma boa aeração?

() 0 = sim () 1 = não () 0() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10

Você percebeu mudanças na fertilidade do solo?

() 0 = sim () 1 = não () 0() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10

Anexo B

Tabela 1: Grau de importância dos serviços ambientais e seus respectivos indicadores elencados pelos especialistas utilizados na matriz de valoração.

Serviços ambientais	Grau de Importância	Indicadores (i)	
		Sistemas Agroflorestais Biodiversos	Grau de Importância
Serviços de provisão	8,60	Alimentos do SAF são consumidos pela família	8,88
		O SAF contribui para geração de renda	8,11
		Produtos primários são processados	6,11
		SAF tem sido associado com animais	7,33
		Espécies vegetais são utilizadas para alimentação animal	6,77
		Existe apicultura	7,88
		Espécies do SAF possuem boa florada	8,16
		Espécies do Saf são utilizadas para fins medicinais	7,44
		Espécies do Saf são utilizadas para artesanatos ou decorações	6,05
		Espécies do Saf são utilizadas como fonte de energia (madeira)	6,83
		A qualidade do ar mudou após a implantação do Saf	7,33
		Melhorou a regulação climática após a implantação do Saf	8,33
		Existiam processos erosivos antes de implantar o Saf	8,44

Serviços de regulação	8,13	Após a implantação do Saf diminuiu o escoamento superficial da água	8,33
		Relaciona a qualidade da água ao Saf	7,88
		Presença de polinizadores no Saf	8,77
		Presença de dispersores no Saf	8,66
		Espécies de cultivo não têm sido atacadas por inseto-praga	6,88
		Percebeu a presença de inimigos naturais no Saf	8,72
		O Saf tem funcionado como quebra vento	8,77
		O Saf contribui para fixação de carbono	9,61
Serviços culturais	36,1	Atribui o Saf a algum sentimento	7,68
		O Saf possui alguma importância religiosa ou tradicional	5,66
		Identifica-se com o Saf	6,55
		Utiliza locais do Saf para lazer	5,22
		Saf é estritamente técnico ou sente prazer em cuida-lo	7,55
Serviços de suporte e apoio	101,28	Com o Saf aumentou a matéria orgânica no solo	8,77
		Em dias chuvosos a água infiltra no solo	8,44
		Em dias chuvosos a água escorre pela superfície	2,44
		O ar que respira dentro do Saf é mais puro que fora dele	7
		No solo tem a presença de fungos	7,44
		A coloração e a umidade do solo mudaram com o Saf	8,88
		A produtividade das espécies aumentou ao longo do tempo	7,16
		Aumentou a produtividade de espécies após deixar cobertura no solo	8,38
		O Saf tem sido habitat ou refúgio para animais	8,33
		O solo do Saf ao ser removido é compactado	2,66
O solo do Saf ao ser revolvido apresenta uma boa areação	7,44		
Houve mudança na fertilidade do solo após a implantação do Saf	8,94		
Biodiversidade	8,16	Índice de Shannon-Weaver (H')	7,61
		Espéciesameaçadas de extinção	7,61

Anexo C

Cálculos da etapa de ponderação da matriz de valoração

$$SP = 8,88 * ACF + 8,11 * GR + 6,11 * PPP + 7,33 * AA + 6,77 * EVAA + 7,88 * AAP + 8,16 * EBF + 7,44 * EFM + 6,05 * EAD + 6,83 * EFE / 73,56$$

Onde:

SP= Serviços de Provisão;
 ACF= Alimentos do SAF são consumidos pela família;
 GR= O SAF contribui para geração de renda;
 PPP= Produtos primários são processados;
 AA= SAF tem sido associado com animais;
 EVAA= Espécies vegetais são utilizadas para alimentação animal;
 AAP= O SAF associado com apicultura;
 EBF= Espécies do SAF possuem boa florada;
 EFM= Espécies do Saf são utilizadas para fins medicinais;
 EAD= Espécies do Saf são utilizadas para artesanatos ou decorações;
 EFE= Espécies do Saf são utilizadas como fonte de energia (madeira).

$$SR = 7,33 * QAM + 8,33 * RG + 8,44 * PE + 8,33 * DES + 7,88 * QA + 8,77 * PP + 8,66 * PD + 6,88 * EAI + 8,72 * PIN + 8,77 * QV + 9,61 * FC / 91,72$$

Onde:

QAM= Qualidade do ar mudou após a implantação do Saf;
 RG= Melhorou a regulação climática após a implantação do Saf;
 PE= Existiam processos erosivos antes de implantar o Saf;
 DES= Após a implantação do Saf diminuiu o escoamento superficial da água;
 QA= Relaciona a qualidade da água ao Saf;

PP= Presença de polinizadores no Saf;
 PD= Presença de dispersores no Saf;
 EAI= Espécies de cultivo têm sido atacadas por inseto-praga;
 PIN= Percebeu a presença de inimigos naturais no Saf;
 QV= O Saf tem funcionado como quebra vento;
 FC= O Saf contribui para fixação de carbono.

$$SC = 7,68 * AS + 5,66 * IRT + 6,55 * IS + 5,22 * LL + 7,55 * TP/32,66$$

Onde:

AS= Atribui o Saf a algum sentimento;
 IRT= O Saf possui alguma importância religiosa ou tradicional;
 IS= Identifica-se com o Saf;
 LL= Utiliza locais do Saf para lazer;
 TP= Saf é estritamente técnico ou sente prazer em cuidá-lo.

$$SSA = 8,77 * AMO + 8,44 * AIS + 2,44 * AES + 7 * ARM + 7,44 * PF + 8,88 * CUM \\ + 7,16 * PEA + 8,38 * APCS + 8,33 * HRA + 2,66 * SRC + 7,44 * SRA \\ + 8,94 * MFS/85,88$$

Onde:

AMO= Saf aumentou a matéria orgânica no solo;
 AIS= Em dias chuvosos a água infiltra no solo;
 AES= Em dias chuvosos a água escorre pela superfície;
 ARM= O ar que respira dentro do Saf é mais puro que fora dele;
 PF= No solo tem a presença de fungos;
 CUM= A coloração e a umidade do solo mudaram com o Saf;
 PEA= A produtividade das espécies aumentou ao longo do tempo;
 APCS= Aumentou a produtividade de espécies após deixar cobertura no solo;
 HRA= O Saf tem sido habitat ou refúgio para animais;
 SRC= O solo do Saf ao ser removido é compactado;
 SRA= O solo do Saf ao ser revolvido apresenta uma boa areação;
 MFS= Houve mudança na fertilidade do solo após a implantação do Saf.

$$B = 7,61 * ISW + 7,61 * EAE/15,22$$

Onde:

ISW= Índice de Shannon-Weaver (H');
 EAE= Espécies ameaçadas de extinção.

$$FP = 8,60 * SP + 8,13 * SR + 7,22 * SC + 8,44 * SSA + 3,49 * B/329,13$$

Onde:

FP= fator de ponderação;
 SP= serviços de provisão;
 SR= serviços de regulação;
 SC= serviços culturais;
 SSA= serviços de suporte e apoio;
 B= biodiversidade.

Valores dos quantificadores atribuídos aos serviços ambientais prestados nos diferentes SAFs biodiversos

$$SP = 8,88 * 8 + 8,11 * 8 + 6,11 * 8 + 7,33 * 5 + 6,77 * 2 + 7,88 * 0 + 8,16 * 10 + 7,44 \\ * 6 + 6,05 * 10 + 6,83 * 0/73,56 \\ \mathbf{SP=5,73}$$

$$SR = 7,33 * 10 + 8,33 * 10 + 8,44 * 10 + 8,33 * 10 + 7,88 * 10 + 8,77 * 10 + 8,66 * 10 + 6,88 * 6 + 8,72 * 10 + 8,77 * 10 + 9,61 * 10 / 91,72$$

$$\mathbf{SR=9,69}$$

$$SC = 7,68 * 10 + 5,66 * 10 + 6,55 * 10 + 5,22 * 10 + 7,55 * 7 / 32,66$$

$$\mathbf{SC=9,30}$$

$$SSA = 8,77 * 10 + 8,44 * 9 + 2,44 * 6 + 7 * 10 + 7,44 * 9 + 8,88 * 10 + 7,16 * 8 + 8,38 * 10 + 8,33 * 10 + 2,66 * 8 + 7,44 * 7 + 8,94 * 10 / 85,88$$

$$\mathbf{SSA=9,21}$$

$$B = 7,61 * 3 + 7,61 * 3 / 15,22$$

$$\mathbf{B= 2,92}$$

Cálculo do Fator de Ponderação

$$FP = 8,60 * 5,73 + 8,13 * 9,69 + 7,22 * 9,30 + 8,44 * 9,21 + 3,49 * 2,92 / 329,13$$

$$\mathbf{FP= 0,90}$$