

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E ECONOMIA
PROGRAMA DE MESTRADO EM AGRONEGÓCIOS**

**VALORAÇÃO DE SERVIÇOS AMBIENTAIS EM SISTEMAS
AGROFLORESTAIS BIODIVERSOS**

VANDERSON APARECIDO DE SOUZA

**DOURADOS – MS
2019**

VANDERSON APARECIDO DE SOUZA

**VALORAÇÃO DE SERVIÇOS AMBIENTAIS EM SISTEMAS
AGROFLORESTAIS BIODIVERSOS**

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

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Luciana Ferreira da Silva

Coorientador: Prof. Dr. Milton Parron Padovan

**DOURADOS – MS
2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S729v Souza, Vanderson Aparecido De
VALORAÇÃO DE SERVIÇOS AMBIENTAIS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS
BIODIVERSOS [recurso eletrônico] / Vanderson Aparecido De Souza. -- 2019.
Arquivo em formato pdf.

Orientadora: Luciana Ferreira da Silva.

Coorientador: Milton Parron Padovan.

Dissertação (Mestrado em Agronegócios)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2019.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Valoração Ambiental. 2. Serviços Ambientais. 3. Sistemas Agroflorestais. I. Silva, Luciana Ferreira Da. II. Padovan, Milton Parron. III. 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.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E ECONOMIA
PROGRAMA DE MESTRADO EM AGRONEGÓCIOS**

**VALORAÇÃO DE SERVIÇOS AMBIENTAIS EM SISTEMAS
AGROFLORESTAIS BIODIVERSOS**

VANDERSON APARECIDO DE SOUZA

BANCA EXAMINADORA

ORIENTADORA: Prof.^a Dr.^a Luciana Ferreira da Silva - UFGD

Prof.^o Dr.^o Antônio Carlos Vaz Lopes - UFGD

Prof.^a Dr.^a Shaline Séfara Lopes Fernandes – UEMS

**DOURADOS – MS
2019**



UFGD

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA POR **VANDERSON APARECIDO DE SOUZA**, ALUNO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM AGRONEGÓCIOS, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO "EM AGRONEGÓCIOS E DESENVOLVIMENTO".

Aos treze dias do mês de agosto de dois mil e dezenove, às 09 horas, em sessão pública, realizou-se na Universidade Federal da Grande Dourados, a Defesa de Dissertação de Mestrado intitulada "**Valoração de Serviços Ambientais em Sistemas Agroflorestais Biodiversos**" apresentada pelo mestrando **Vanderson Aparecido de Souza**, do Programa de Pós-Graduação em AGRONEGÓCIOS, à Banca Examinadora constituída pelos membros: Prof.^a Dr.^a Luciana Ferreira da Silva /UFGD (presidente/orientadora), Prof.^a Dr.^a Shaline Séfara Lopes Fernandes UEMS (membro titular), e Prof. Dr. Antônio Carlos Vaz Lopes/UFGD (membro titular). Iniciados os trabalhos, a presidência deu a conhecer ao candidato e aos integrantes da Banca as normas a serem observadas na apresentação da Dissertação. Após o candidato ter apresentado a sua Dissertação, os componentes da Banca Examinadora fizeram suas arguições. Terminada a Defesa, a Banca Examinadora, em sessão secreta, passou aos trabalhos de julgamento, tendo sido o candidato considerado aprovado, fazendo *jus* ao título de **MESTRE EM AGRONEGÓCIOS**. Nada mais havendo a tratar, lavrou-se a presente ata, que vai assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Dourados, 13 de agosto de 2019.

Prof.^a Dr.^a Luciana Ferreira da Silva _____

Prof. Dr. Antônio Carlos Vaz Lopes _____

Prof.^a Dr.^a Shaline Séfara Lopes Fernandes _____ (Participação Remota)

ATA HOMOLOGADA EM: ___/___/___, PELA PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA / UFGD.

Pró-Reitoria de Ensino de Pós-Graduação e Pesquisa
Assinatura e Carimbo

SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	7
GENERAL ABSTRACT.....	7
INTRODUÇÃO GERAL	9
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11
CAPÍTULO I.....	12
O ESTADO DA ARTE DA VALORAÇÃO DE SERVIÇOS AMBIENTAIS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS.....	12
RESUMO	12
ABSTRACT	12
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
3 METODOLOGIA	16
3.1 Delineamento de pesquisa	17
4 RESULTADOS	17
5 DISCUSSÃO.....	22
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
REFERÊNCIAS	24
CAPÍTULO II.....	28
VALORAÇÃO DE COMPONENTES DA FERTILIDADE EM UM NEOSSOLO QUARTZARÊNICO SOB SISTEMAS AGROFLORESTAIS BIODIVERSOS.....	28
1 INTRODUÇÃO.....	29
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	30
2.1 Pagamento de Serviços Ambientais: experiências em Sistemas Agroflorestais Biodiversos	30
3 METODOLOGIA	33
3.1 Caracterização da Área de Estudo e dados amostrais.....	33
3.2 Valoração de alguns componentes da fertilidade do solo.....	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
REFERÊNCIAS	43
6 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	46

RESUMO GERAL

Os sistemas agroflorestais biodiversos (SAFs) são caracterizados como um modelo integrado de uso da terra com a finalidade de produção florestal, agrícola e pecuário para subsistência familiar, sistemas estratégicos para a restauração e posterior conservação de ambientes degradados. Os SAFs fornecem uma variedade de serviços ambientais (SAs), que de forma direta ou indireta promovem benefícios ao ser humano e ao meio ambiente. No Brasil, atualmente os estudos sobre sistemas agroflorestais estão voltados mais aos aspectos técnicos, biológicos e sociais do que aos econômicos. Face a intensificação da agropecuária devido à crescente demanda populacional, os SAFs passam a representar uma possível solução para a obtenção de produções contínuas, aliando-se as práticas conservacionistas e melhoria do uso dos recursos naturais, dentro das premissas da sustentabilidade. Nesse contexto, essa dissertação foi organizada em dois capítulos sob a forma de artigos. O primeiro sob o título “O estado da arte da valoração de serviços ambientais em sistemas agroflorestais” que traz uma revisão das bases nacionais e internacionais acerca do tema. Já o segundo artigo sob o título “Valoração de componentes da fertilidade do solo em um Neossolo Quartzarênico sob sistemas agroflorestais biodiversos” traz o estudo de caso, em quatro SAFs na região de Dourados, em que foi possível aplicar o método de valoração para a estimativa dos respectivos serviços ambientais. Desta forma o segundo capítulo objetivou quantificar os custos internos de erosão através do método de custo de reposição. Os SAFs não apresentaram resultados positivos, pois cada propriedade possuíam uma singularidade nos manejos aplicados, o que variava a biologia do solo em cada área. Uma melhora nas técnicas de manejo utilizadas auxiliariam os produtores rurais na aceitação da utilização dos SAFs bem como nos retornos ambientais e econômicos.

Palavras-chave: Valoração ambiental, serviços ambientais, sistemas agroflorestais.

GENERAL ABSTRACT

Biodiversity agroforestry systems (SAFs) are characterized as an integrated land use model for the purpose of forest, agricultural and livestock production for family subsistence, strategic systems for restoration and subsequent conservation of degraded environments. SAFs provide a variety of environmental services (SAs) that directly or indirectly promote benefits to humans and the environment. In Brazil, studies on agroforestry systems are currently focused on technical, biological and social rather than economic aspects. Faced with the intensification of agriculture due to the growing population demand, SAFs represent a possible solution to obtain continuous production, combining conservation practices and improving the use of natural resources, within the premises of sustainability. In this context, this dissertation was organized in two chapters in the form of articles. The first under the title “The state of the art of valuation of environmental services in agroforestry systems” that brings a review of national and international bases on the subject. The second article under the title “Valuation of soil fertility components in a Quartzarenic Neossol under agroforestry systems” brings the case study in four SAFs in the Dourados region, where it was possible to apply the valuation method to estimate respective environmental services. Thus the second chapter aimed to quantify the internal erosion costs through the replacement cost method. The SAFs did not present positive results, because each property had a singularity in the applied management, which varied the soil biology in each area. An

improvement in the management techniques used would help farmers to accept the use of AFS as well as environmental and economic returns.

Keywords: Environmental valuation, environmental services, agroforestry systems.

INTRODUÇÃO GERAL

Nas últimas décadas mudanças nos ambientes naturais foram promovidas pela humanidade com a finalidade de produção de alimentos tanto para subsistência, como para geração de lucros. Logo, essas transformações trouxeram consequências drásticas devido à grande expansão das áreas agricultáveis através de desmatamento de terras para sistemas de monocultivos e, também pela ação impactante com o uso intenso de defensivos agrícolas (SANGALLI et al., 2018).

Desta forma, a ciência tem como objetivo externalizar os impactos, tanto negativos como os positivos, gerados pela produção de alimentos dentro dos modelos sustentáveis. Pegorare et al. (2018) afirma que é necessário uma integração de sistemas sustentáveis de produção com as questões sociais e econômicas, garantindo a longevidade de uma atividade e da capacidade do meio ambiente em suportar esta ação gerada pela produção.

De acordo com Camargo et al. (2019) a biodiversidade promovida pelos Sistemas Agroflorestais (SAFs) representam uma solução para a diminuição dos impactos causados pela intensificação da produção de alimentos. Esse modelo de produção, como o uso de SAFs, entra em acordo com as 17 metas propostas pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), das quais 11 são voltadas para desenvolvimento sustentável, com foco na produção de alimentos, geração de renda e desenvolvimento humano.

Os SAFs se caracterizam como um modelo integrado de uso da terra com a finalidade de produção florestal, agrícola e pecuário, tendo como atributos a presença deliberada dos componentes florestais com o objetivo de produzir alimentos e prestar serviços ambientais a comunidade (NASCIMENTO, 2016).

Dentre os serviços ambientais providos pelos Sistemas Agroflorestais biodiversos (SAFs) encontram-se os benefícios diretos e indiretos alcançados pelo homem através da relação dos ecossistemas com as condições edafoclimáticas, além de proporcionar bem-estar a sociedade (SAMPAIO, 2013; RODRIGUES et al., 2012). Os principais serviços ambientais dividem-se nas seguintes categorias: serviços de provisão (alimento, água); serviços de regulação (regulação do clima, inundações); serviços de suporte e apoio (formação do solo, ciclagem de nutrientes); e serviços culturais (benefícios recreativos) (BERNARDES & SOUZA, 2010).

Observando a importância dos serviços ambientais prestados pela natureza involuntariamente, torna-se necessário atribuir valores a esses benefícios. Entretanto, a falta

de mercados formais com essa finalidade dificulta esse processo e estudos em economia ambiental fazem-se necessários para fomentar o debate sobre temas que se relacionam com serviços ambientais entre agricultores, políticos e a população em geral (NASCIMENTO, 2016).

Essa busca é consequência do fato de que o capital natural está mais escasso, e discussões como essas têm como objetivo a indução do pensamento em relação ao aumento da preocupação com o fim dos recursos naturais. Nesse sentido, essas demandas vem apoiar a tomada de decisão dos responsáveis pelas mudanças políticas, buscando uma harmonia entre o consumo dos bens naturais e a sociedade.

Os resultados apontados por Padovan et al. (2016) na região centro-sul do Mato Grosso do Sul demonstram a percepção dos produtores rurais pela necessidade de que as instituições de pesquisa possam de fato contribuir no atendimento das demandas da região acerca desse tema. Com relação a essas demandas, é possível destacar o suporte técnico por profissionais qualificados, a desburocratização dos meios de acesso ao crédito rural, o aperfeiçoamento e especialização das normativas que regem a utilização dessas florestas como fontes de renda para a comunidade, além de normatização das formas de remuneração sobre estes serviços ambientais prestados (PADOVAN et al., 2016).

Ferreira et al. (2014) discutem ainda sobre a geração de conhecimentos relacionados a valoração dos serviços ambientais oriundos de práticas agroecológicas que foram adotadas pelos produtores agrícolas nos SAF.

É nesse contexto que se coloca a pergunta da pesquisa: Qual o valor dos sistemas agroflorestais biodiversos pelo fornecimento de diversos serviços ambientais para a sociedade no âmbito da restauração de solos degradados?

Esse estudo teve por objetivo investigar a existência de pesquisas voltadas para a valoração dos Serviços Ambientais (SAs) em SAFs, bem como, valorar por meio dos atributos químicos do solo a evolução de ambientes anteriormente degradados que foram recuperados por meio de SAFs.

Como metodologia adotou-se uma revisão sistemática sobre o tema, caracterização da região estudada, quantificação das condições do solo, categorização dos dados e uma estimativa do valor dos serviços ambientais prestados.

A estrutura dessa dissertação foi apresentada na forma de dois artigos:

No primeiro artigo – “O estado da arte da valoração de serviços ambientais em sistemas agroflorestais” teve-se como objetivo identificar os processos de valoração de

serviços ambientais em sistemas agroflorestais, realizando um levantamento da produção científica publicada em periódicos nacionais e internacionais entre os anos de 2012 a 2018.

No segundo artigo – “Valoração de componentes da fertilidade do solo em um Neossolo Quartzarênico sob sistemas agroflorestais biodiversos” objetivou-se valorar os atributos químicos do solo de ambientes degradados restaurados por meio de SAFs.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

CAMARGO, Giseli Mendonça et al. SISTEMAS AGROFLORESTAIS BIODIVERSOS: UMA ALTERNATIVA PARA PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 15, n. 1, 2019.

FERREIRA, D. C.; POMPEU, G. S. S.; FONSECA, J. R.; SANTOS, J. C. Sistemas agroflorestais 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.

NASCIMENTO, J. S. Estudos multidisciplinares em arranjos agroflorestais biodiversos na região Sudoeste de Mato Grosso de Sul. 2016. 128p. **Dissertação** (Mestrado em agronegócios) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados. 2016.

PADOVAN, Milton Parron et al. Percepção de agricultores e técnicos sobre sistemas agroflorestais de base agroecológica na região Centro-Sul de Mato Grosso do Sul. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 2016.

PEGORARE, Alexander Bruno et al. ANÁLISE DO IMPACTO DA PRODUÇÃO FLORESTAL NO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E AMBIENTAL DE MATO GROSSO DO SUL. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 8, n. 4, p. 9-18, 2018.

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.

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

SANGALLI, Adriana Rita; MIRANDA, Tatiana Mota; PADOVAN, Milton Parron. Sistemas Agroflorestais em Bases Agroecológicas. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 2, p. 10-10, 2018.

CAPÍTULO I

O ESTADO DA ARTE DA VALORAÇÃO DE SERVIÇOS AMBIENTAIS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS

RESUMO

A valoração econômica de serviços ambientais (SAs) produzidos por sistemas agroflorestais biodiversos (SAFs) representa uma alternativa importante para demonstrar aos diferentes segmentos da sociedade, alguns dos benefícios proporcionados por esses agroecossistemas. No Brasil, os estudos sobre SAFs estão mais voltados aos aspectos técnicos, biológicos, sociais do que aos econômicos. Esse trabalho teve como objetivo identificar processos de valoração de SAs em SAFs a partir de uma revisão sistemática da produção científica publicada em periódicos nacionais e internacionais entre os anos de 2012 a 2018. Na base de dados nacionais Scielo e Spell, buscou-se a combinação das palavras “Valoração ambiental + Serviços ambientais + Sistemas agroflorestais”, e na base de dados internacional *Web of Science e Scopus*, utilizou-se na busca a combinação das palavras “Agroforestry + Ecosystem Services + Economic Valuation”. Na base de dados nacional não foi encontrado nenhum artigo, já na base internacional foram encontrado 8 artigos, voltados para serviços ambientais com temas retratando sobre os benefícios e suas perspectivas. As palavras chaves mais frequentes foram “Ecosystem”, “Service”, “Land”. Até o presente estudo, pesquisas focando na valoração dos SAs em SAFs ainda são escassas. Há falta de mercados formais que dificultam a percepção dos produtores rurais sobre a valoração econômica dos serviços ambientais produzidos pelos SAFs.

Palavras-chave: Valoração ambiental, serviços ecossistêmicos, agroecossistemas

ABSTRACT

The economic valuation of ecosystem services (SAs) produced by biodiverse agroforestry systems (SAFs) represents an important alternative to demonstrate to the different segments of society some of the benefits provided by these agroecosystems. In Brazil, SAF studies are more focused on technical, biological, social than economic aspects. The objective of this study was to identify SA assessment processes in SAFs based on a systematic review of the scientific production published in national and international periodicals between the years 2012 to 2018. In the national database Scielo and Spell the combination was searched of the words "Environmental Assessment + Environmental Services + Agroforestry Systems", and in the international database Web of Science and Scopus, the search for the combination of the words "Agroforestry + Ecosystem Services + Economic Valuation" was used in the search. In the national database no articles were found, already in the international database were found 8 articles, aimed at environmental services with themes portraying the benefits and their perspectives. The most frequent keywords were "Ecosystem", "Service", "Land". Until the present study, research focusing on the valuation of SAs in SAFs is still scarce. There is a lack of formal markets that hinder the perception of rural producers about the economic valuation of environmental services produced by SAFs.

Keywords: Environmental valuation, environmental services, agroforestry systems.

1 INTRODUÇÃO

Por séculos, a humanidade utilizou os recursos ambientais de forma infundável, sem a preocupação de que esses recursos poderiam ser esgotáveis, sendo assim, poucos estudos retratavam sobre sua valoração econômica (TÔSTO, 2010). No entanto, nos tempos atuais a valoração dos recursos naturais é um tema emergente e de grande relevância que precisa ser discutido pela sociedade.

A quantidade excessiva de gases do efeito estufa (carbono, metano, óxido nitroso e clorofluorcarbonetos) na atmosfera tem desencadeado alterações climáticas globais irreversíveis, e mesmo o CO₂ não sendo o mais abundante, seu excesso pode estar diretamente relacionado às atividades humanas, como a combustão de combustíveis fósseis, transporte, desmatamento de terras para fins agrícolas, que foram intensificados após a revolução industrial, em outras palavras, o aumento da quantidade de emissões de CO₂ intensificam as mudanças climáticas e os problemas ambientais (ÖZOKCU e ÖZDEMİR, 2017).

Uma das alternativas para atenuar os impactos nas mudanças climáticas e no meio ambiente em decorrência da má gestão do ser humano dos recursos naturais do planeta, tem sido por meio de sistemas agroflorestais biodiversos (SAFs). Caracterizam-se por serem sistemas de manejo e cultivo do solo que combinam espécies herbáceas ou rastejantes com arbustos e espécies arbóreas, visando a produção de alimentos, restauração ambiental e conservação, além do fornecimento de diversos serviços ambientais (MARTINS et al., 2018).

Os SAFs representam uma possibilidade de obtenção de produções contínuas, aliado à conservação e melhoria de recursos naturais (PADOVAN, 2018), consistem em alternativas viáveis em que os recursos naturais são utilizados de forma sustentável (NAIR, 2010) principalmente por atenderem as necessidades dos produtores pela obtenção de alimentos e ainda assim a comercialização dos seus excedentes, gerando renda (ALTIERI e NICHOLLS, 2011).

Devido a sua grande importância na restauração de áreas degradadas pelo fornecimento de diversos serviços ambientais e pelo fortalecimento da subsistência familiar em regiões inóspitas, questiona-se a existência de métodos para valoração econômica dos serviços ambientais prestados em SAFs no mundo.

A valoração econômica dos recursos naturais tem sido um desafio para ciência econômica, devido à necessidade de avaliar todo o complexo ecossistêmico e a existência de valores ecológicos e sociais (MAY, 2010). No processo de valoração busca-se a conexão

entre a relação da sustentabilidade das atividades humanas e a eficácia econômica (ANDRADE, 2010).

A valoração econômica é a investigação sobre a importância financeira para bens e serviços, no caso recurso ambiental, através do cálculo estimado do seu valor monetário em relação a outros bens e serviços, de mesma categoria, encontrados na economia (MOTTA, 1997). De acordo com Mattos et al. (2005), a valoração dos recursos ambientais vem a ser a demonstração monetária sobre valor dos benefícios alcançados através de sua utilização, conservação ou preservação, sendo avaliado a partir da percepção de cada pessoa.

De acordo com Liu et al. (2010), a utilização de medidas monetárias pode indicar a pré-disposição da sociedade em negociar serviços ambientais. Mattos et al. (2005) ainda afirmam que os ecossistemas e a economia não possuem definições específicas, mesmo sabendo que ser sustentável é uma característica imprescindível.

A microeconomia tem tratado esse assunto para demonstrar, que os custos dos produtos podem ser tratados a parte dos recursos ambientais, ou seja, reconhece-se a necessidade de se criar valores para os recursos ambientais (AMAZONAS, 2006). Vilar et al. (2010) explicitam sobre a necessidade de uma correta valoração dos serviços prestados pelo meio ambiente para que estes sejam utilizados no futuro na criação de políticas públicas relacionadas a este tema.

Nesse contexto, Tôsto (2010) destaca que a valoração dos serviços ambientais visa demonstrar os benefícios que são proporcionados pela adoção desses agroecossistemas, possibilitando uma gestão sustentável dos recursos ambientais, contribuindo com dados no processo de tomada de decisão e formulação de políticas públicas.

Com a perspectiva de avançar nessa temática, por meio desse trabalho tem-se o objetivo de identificar a existência de estudos de valoração econômica de serviços ambientais em SAFs a partir de uma revisão sistemática da produção científica publicada em periódicos nacionais e internacionais entre os anos de 2012 a 2018.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com Silva e Corrêa (2015), existem pelo menos 24 métodos para realizar a valoração ambiental. Já Pompermyer et al. (2016) trouxe a valoração ambiental como um desafio no quesito metodológico, principalmente quando o objetivo é valorizar serviços ambientais sobre recursos hídricos e envolve-los com os impactos na sociedade. Gonçalves e

Gonçalves (2018) discorrem sobre dois vieses dentro da valoração ambiental, sendo um seguindo uma abordagem econômico-ambiental e outra com seguimento econômico ecológico.

Sobre a afirmação de Silva e Corrêa (2015), onde eles contabilizam 24 métodos, ao buscar sobre a definição de cada um levantado por eles encontrou-se que tais metodologias eram apenas extensões dos 8 métodos descritos por Constantino et al. (2018). Porém Gonçalves e Gonçalves (2018) levantam duas novas abordagens dentro da questão da valoração ambiental.

Dentro das definições atuais, tem-se a metodologia com viés econômico ecológico, onde se utiliza o método de avaliação exergético, que referencia-se a capacidade de deterioração total de um produto (GONÇALVES & GONÇALVES, 2018). Para um melhor entendimento sobre a avaliação exergética, volta-se aos princípios físicos das leis da termodinâmica, que definem que um produto ao deteriorar-se emite compostos capazes de produzir energia e que este processo pode ser valorado (FREITAS et al., 2016).

Dentro dos métodos mais conhecidos e citados por Constantino et al. (2018), estão os de Função de Produção, composto pelos métodos de Produtividade Marginal e o de Bens Substitutos e, o de Função de Demanda, que abrange os métodos da Valoração Contingente, de Mercado de Bens e os métodos Complementares. Tais definições e suas divisões são menos complexos e de fácil aplicação (MOTTA, 1997).

O método de Função de Produção traz a facilidade na utilização e por isso torna-se mais empregado, segundo Constantino et al. (2018), e se baseiam no valor de recursos particulares mas que encontram-se disponíveis no mercado, garantindo assim poucas ou nenhuma variação do mercado. Já o método de Função de Demanda são mais flexíveis quanto as variações ocorrentes no mercado de acordo com a acessibilidade que os recursos naturais possuem (CONSTANTINO et al., 2018).

Outros autores são mencionados por Constantino et al. (2018) e estes trazem outras abordagens sobre os métodos de valoração dos serviços ambientais. Estes dividem em dois grupos também, mas com definições diferenciadas, os Métodos Indiretos e os Métodos Diretos (SOUZA, 2010). Os métodos indiretos trazem a simplicidade e menor onerosidade e, preveem o valor de acordo com as danificações que foram causadas através das modificações, pelo Homem, ao meio ambiente (MAIA et al., 2004). Os métodos diretos mensuram o valor sobre o serviço ambiental de forma individualizada, estudando a disponibilidade da população interessada de pagarem pela preservação ambiental, assim pagam pelo valor do ambiente utilizado e não apenas pelo uso do mesmo (MAIA et al., 2004).

Retornando aos oito métodos levantados por Constantino et al. (2018): o Método de Valoração Contingente (MVC) – identifica o valor que a população aceita pagar pelo uso do meio ambiente e estima estes valores de acordo com a tipologia dos recursos e sua abundância; o Método de Preços Hedônicos (MPH) – que estima um valor a um imóvel ou outro tipo de construção de acordo com o local e as questões ambientais; Método de Custo de Viagem (MCV) – prevê um valor sobre um bem ambiental baseando-se em questões turísticas ou recreativas que possam ser usufruídas por pessoas; Método de Produtividade Marginal (MPM) – cria um valor de acordo com o nível de utilização do meio ambiente, considerando o tipo do recurso e sua quantidade disponível no ambiente.

Ainda temos, Método do Custo Evitado (MCE) – atribui o valor de acordo com o que foi aplicado ao meio ambiente, buscando assim a prevenção de possíveis danos sobre o ambiente em questão; Método de Custo de Controle (MCC) – dá valor através dos gastos sobre medidas preventivas aos danos ambientais; Método de Custo de Reposição (MCR) – baseia-se no mercado para calcular os custos com a reposição sobre o ambiente, alegando que o recurso ambiental seja ressarcível; Método de Custo de Oportunidade (MCO) – similar ao MCC, porém abrange muito mais as questões da preservação do meio ambiente, expressando uma possível perda como consequência do uso.

3 METODOLOGIA

Para a realização desse trabalho, foram necessárias indagações sobre o que foi publicado cientificamente até o momento relacionado à temática em questão. E após esse questionamento é que se pôde delinear a pesquisa e definir a metodologia.

Ponte et al. (2007) expõem o método que é o documento de caráter investigatório, onde se utiliza de dados secundários oriundos de outros artigos sobre uma temática já pré-determinada e assim faz-se uma conclusão sobre o preenchimento ou não das lacunas dentro do assunto. Essa metodologia também embasa a pesquisa bibliográfica, mas neste caso ela se junta com uma outra ferramenta que é a revisão sistemática.

A revisão sistemática foi abordada por Gomes e Caminha (2014) como sendo um método que corresponde exatamente com a busca por lacunas dentro de um tema de pesquisa. E é com base nessa investigação é que se é possível formular hipóteses sobre um tema ou definir uma problemática a ser resolvida.

3.1 Delineamento de pesquisa

A metodologia se constituiu de duas etapas, a primeira consistiu em buscas por conhecimento científico sobre o tema, levantando conceitos e teorias que se relacionavam com o assunto, já a segunda etapa para a pesquisa bibliométrica, e então levantou-se o número de trabalhos científicos realizados entre os anos de 2012 a 2018, sobre a temática escolhida. O principal motivo de elencar o ano de 2012 foi por esse ser o ano referente à publicação do Novo Código Florestal do Brasil. As palavras foram pesquisadas sem os operadores booleanos pois com as restrições nas buscas não foram encontrados trabalhos científicos.

Com a análise do conteúdo de artigos publicados em bases nacionais como o *Scientific Electronic Library Online – SciELO* e *Scientific Periodicals Electronic Library – SPELL* e dos artigos publicados em bases internacionais como o *Web of Science e Scopus*, foram identificados e considerados todos os trabalhos que citassem os temas pesquisados (Tabela 1) em seus conteúdos, títulos e palavras-chave. Os termos foram pesquisados nas bases nacionais e internacionais (Tabela 1).

Tabela 1. Descritores utilizados no estado da arte

Bases Nacionais	
Termo pesquisado	
Spell	Valoração ambiental+ Serviços ambientais+ Sistemas Agroflorestais
SciELO	Valoração ambiental+ Serviços ambientais+ Sistemas Agroflorestais
Bases Internacionais	
Termo pesquisado	
Web of science	Agroforestry + Environmental Service + Environmental Valuation Agroforestry + Ecosystem Services + Economic Valuation
Scopus	Agroforestry + Environmental Service + Environmental Valuation Agroforestry + Ecosystem Services + Economic Valuation

Com a utilização do software online Word Cloud Art (TAGUL, 2016) foi elaborada a nuvem de palavras com as palavras chaves dos artigos selecionados na pesquisa. Para fazer a rede de autores foi utilizado o software Unicet (BORGATTI et al., 2002).

4 RESULTADOS

A intenção da busca pelas palavras-chaves identificadas na Tabela 1, foi contextualizar sobre cada modelagem que se insere no principal objeto de estudo que é o

Serviço Agroflorestal. Desta forma foi possível explanar sobre a importância de cada descritor utilizado com uma fundamentação científica (Tabela 2).

Tabela 2 – Caracterização dos descritores pesquisados.

Descritor	Categoria	Caracterização
Valoração Ambiental	Ferramenta de análise	Ela identifica numericamente todos os atributos e/ou serviços que são prestados pelo recurso ambiental estudado direcionando o agente ambiental para aplicar as políticas que conciliam com a preservação do meio ambiente e desenvolvimento sustentável (LIMA, 2018).
Sistemas Agroflorestais	Objeto analisado	Um modelo integrado do uso da terra que objetiva a produtividade florestal, agrícola e pecuária de forma integrada com a finalidade de produzir alimentos e prestar serviços ambientais à comunidade (NASCIMENTO, 2016; PADOVAN <i>et al.</i> , 2016).
Serviços Ambientais	Objeto analisado	Emprega-se a todos os resultados, produtivos ou não, oriundos de ações dos ecossistemas, sendo estes manejados ou não pela mão do homem (GJORUP <i>et al.</i> , 2016).
Serviços Ecosistêmicos	Objeto analisado	Benefícios obtidos através da naturalidade dos ecossistemas, sendo estes capazes de produzir atributos economicamente eficientes para a sociedade que o entorna (GOMES <i>et al.</i> , 2018).
Valoração Econômica	Ferramenta de análise	Conjunto de indicadores econômicos e/ou financeiros que atribuem valores aos serviços prestados por determinado produto ou sistema produtivo (MOTTA, 1997). No caso do valor ambiental é a contribuição econômica dos benefícios alcançados através da utilização, conservação ou preservação de ecossistemas (LOMBARDI <i>et al.</i> , 2015).

Na junção dos termos pesquisados nas bases nacionais não foi identificado nenhum artigo científico que valorasse os serviços ambientais em sistemas agroflorestais.

Os artigos excluídos foram aqueles que estavam duplicados e que não tratavam do objeto da pesquisa, desta forma foram excluídos 76 artigos que constavam nas 2 bases internacionais analisadas (Tabela 3).

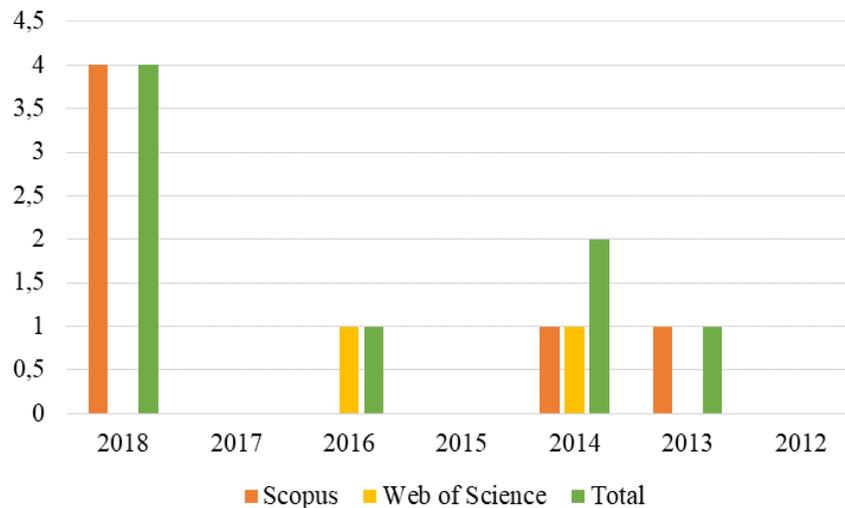
Tabela 3. Pesquisa realizada em bases internacionais, 2018

Fonte	Data da Pesquisa	Termo Pesquisado	Ordenação	Resultados obtidos	Excluídos os repetidos	Utilizados
Web of Science	28/09/2018	Agroforestry + Environmental Service + Environmental Valuation	Coleção principal	10	10	0

Web of Science	28/09/2018	Agroforestry + Ecosystem Services + Economic Valuation	Coleção principal	7	5	2
Scopus	28/09/2018	Agroforestry + Environmental Service + Environmental Valuation	Coleção principal	40	34	6
Scopus	28/09/2018	Agroforestry + Ecosystem Services + Economic Valuation	Coleção principal	27	27	0
Total				84	76	8

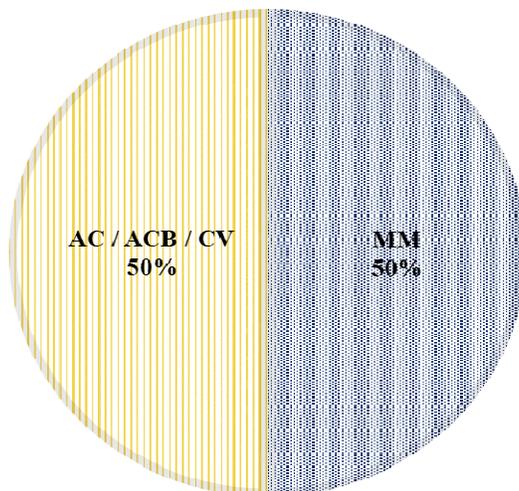
Nas bases internacionais, o ano que apresentou maiores publicações dentre os termos pesquisados foi em 2018, sendo a base Scopus com maiores publicações voltadas para valoração de serviços ambientais em sistemas agroflorestais (Figura 1).

Figura 1. Produção científica nas bases internacionais no período (2012 – 2018).



Os termos “Agroforestry + Ecosystem Services + Economic Valuation” quando pesquisados na base Web of Science encontrou-se a existência de 2 artigos: o primeiro artigo Alam et al. (2014) fornece uma estrutura geral para a quantificação e avaliação de serviços ecossistêmicos através de modelos matemáticos realizados em Quebec, no Canadá; e o segundo artigo Sanchez e Munoz (2016) realizado na Espanha fornece uma visão geral da evolução que acompanhou a pesquisa sobre a avaliação dos serviços ecossistêmicos prestados pelos agroecossistemas aonde os métodos de valoração mais utilizados foram a análise de custo-benefício, a avaliação contingente e o método do custo de viagem (Figura 2). A base Web of Science foi assertiva na buscas dos termos propostos.

Figura 2. Métodos utilizados nos artigos científicos encontrados



Base: Web of Science; Termos utilizados: “Agroforestry + Ecosystem Services + Economic Valuation”: MM – Modelo Matemáticos, AC – Avaliação Contingente, ACB – Análise de Custo-benefício, CV – Custo de Viagem.

Na base Scopus, a busca pelos termos “Agroforestry + Environmental Service + Environmental Valuation”, resultou em 6 artigos, sendo em 2018 o ano com maior número de publicações. Logo, quando pesquisado os termos “Agroforestry + Ecosystem Services + Economic Valuation”, verificou-se que os artigos se repetiram, fato que demonstra que as bases internacionais são bem assertivas por meio de palavras-chave.

Nos 8 artigos científicos as palavras-chave mais citadas foram “Ecosystem”, “Service”, “Land” e “Valuation”, como observado na nuvem de palavras na figura 3.

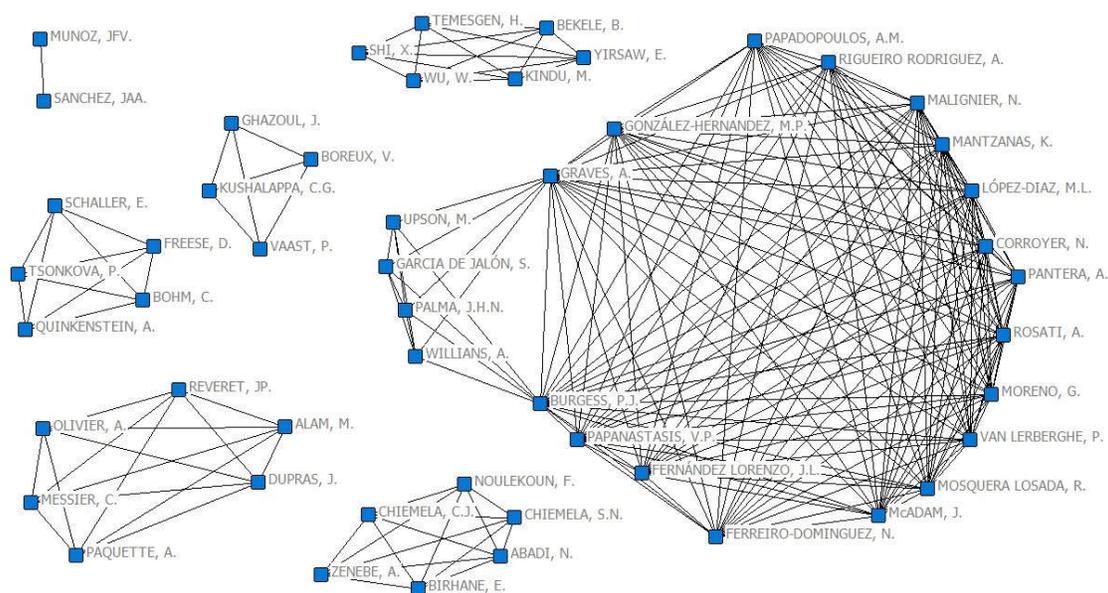
Figura 3 – Nuvem de palavras-chave dos artigos científicos encontrados em bases internacionais



Fonte: Elaborada pelos autores utilizando o software on line Word Cloud Art.

A rede de autores evidencia a existência de 7 grupos onde a troca de informação entre os pesquisadores representam regularidade.

Figura 4 – Rede de autores dos artigos científicos encontrados em bases internacionais



Do total dos artigos encontrados, 37,5% pertencem ao periódico Agroforestry Systems, com 18 citações, 12,5% pertencem ao periódico Ecological Indicators com 9 citações, , 12,5% pertencem ao periódico Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America com 49 citações; os demais correspondem a 12,5% (Tabela 3).

Tabela 3. Informações dos pesquisadores influentes nas bases internacionais de 2012-2018

Citações	Artigos	Autor	Origem da pesquisa	Ano	Periódico / Revista
1	Agroforestry for high value tree systems in Europe	Pantera et al.	Greece	2018	Agroforestry Systems
0	Conversion of degraded agricultural landscapes to a smallholder agroforestry system and carbon sequestration in drylands	Chiemela et al.	Niger	2018	International Journal of Climate Change Strategies and Management
9	Ecosystem services assessment tool for agroforestry (ESAT-A): An approach to assess selected ecosystem services provided by alley cropping systems	Tsonkova et al.	Germany	2014	Ecological Indicators

49	Interactive effects among ecosystem services and management practices on crop production: Pollination in coffee agroforestry systems	Boreux et al.	Switzerland	2013	Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America
2	Modelling and valuing the environmental impacts of arable, forestry and agroforestry systems: a case study	García de Jalón et al.	United Kingdom	2018	Agroforestry Systems
1	Variation in ecosystem service values in an agroforestry dominated landscape in Ethiopia: Implications for land use and conservation policy	Temesgen et al.	China	2018	Sustainability (Switzerland)
15	A general framework for the quantification and valuation of ecosystem services of tree-based intercropping systems	Alam et al.	Canada	2014	Agroforestry Systems
0	Valuation of ecosystem services in the Spanish agroecosystems: a state of the question	Sanchez, JAA., Munoz, JFV.	Spain	2016	Observatorio Medioambiental

5 DISCUSSÃO

A pesquisa nas bases nacionais Scielo e Spell no Brasil, demonstraram que existem diversas lacunas que precisam ser preenchidas sobre o assunto. Após as buscas com a junção dos termos nas bases, não se encontrou artigos relacionados a valoração econômica dos serviços ambientais em SAFs, os trabalhos encontrados estão mais voltados aos aspectos técnicos, biológicos e sociais do que na área econômica.

Os 8 trabalhos selecionados nas bases internacionais a partir da pesquisa sistemática utilizada para este trabalho foram separados por métodos de valoração econômica. Alguns trabalhos foram realizados antes de 2015, sendo eles: o de Boreux et al. (2013); o de Alam et al. (2014); e de Tsonkova et al. et al. (2014).

Boreux et al. (2013) objetivou realizar um estudo estratégico dos serviços ecossistêmicos em sistemas de produção agrícola. Estes autores avaliaram os serviços ecossistêmicos sem especificar um modelo de valoração ambiental. Concluíram que tais serviços não são desdobrados de forma singular e sim que eles interagem entre si para que haja uma quantificação sobre o valor de tal atividade. Outros autores que não especificam um modelo de valoração foram os Pantera et al. (2018), que objetivaram estudar a interação entre sistemas de produção agroflorestas e pastagens, focando em produção de frutas. Eles identificaram que o valor pode ser quantificado a partir da venda de produtos advindos deste tipo de produção, no caso a venda das frutas, da carne e lenha.

No ano seguinte a Boreux et al. (2013), Alam et al. (2014) levantaram dez serviços ecossistêmicos que quantificam através de modelos matemáticos econométricos que baseiam-se em equações específicas para valorar os serviços ecossistêmicos. Estes concluíram que apesar de algumas incertezas sobre esta quantificação, o trabalho ofereceu uma possibilidade de estimar qual a contribuição econômica de SAFs.

Ao analisar a evolução dos estudos sobre os SAFs, Sanchez et al. (2016) trouxeram uma visão onde encontravam-se as pesquisas dentro deste tema na Espanha. Eles identificaram que pelo menos 40% dos estudos voltavam-se para análises econométricas e que apenas 24,7% compunham análises biofísicas. Isto traz a necessidade de estudos mais avançados sobre quantificar economicamente este tipo de serviços, não só na Espanha como no mundo todo.

Sobre os sistemas agroflorestais específicos, os autores Tsonkova et al. (2014) e Temesgen et al. (2018) trazem em suas pesquisas modelagens de valoração por via de modelos detalhados em condições específicas através de estudos de caso. Tsonkova et al. (2014) utiliza um software ao estudar a agrossilvicultura na Alemanha, e assim possibilitar a praticidade ao quantificar os SAFs de forma econômica, concluindo que a ferramenta estudada por eles, a ESAT-A, torna-se um passo importante para tornar este tipo de valoração bem-sucedida.

Já Temesgen et al. (2018) estudaram os SAFs na Etiópia e identificaram, através do desenvolvimento de um modelo de avaliação por via da combinação geoespacial, cerca de 120 valores que compuseram um banco de dados para então criar coeficientes através do método de transferência de benefícios. Finalizaram sobre a importância de se utilizar destes serviços para contribuir com a necessidade de uma produção mais limpa e sustentável, trazendo uma consciência agroecológica mais enfática e facilitadora na tomada de decisão.

E por fim, Jalón et al. (2018) traz a valoração dos SAFs em modelos específicos de produção, voltando-se principalmente para arborização de ambientes de produção agrícolas, através do conceito de que as árvores pode trazer benefícios que auxiliam no aumento de produtividade e assim elevam os lucros com a atividade. Concluíram então que no método convencional, ou seja com aração e revolvimento contínuo da terra, havia muita perda da estrutura do solo e com a implantação do SAF, isso poderia ser amenizado tanto na questão de GEEs, devido a um maior sequestro de carbono, como na redução do excedente dos nutrientes depositados no solo através da adubação. Com base no sequestro de carbono, Chiemela et al. (2018) identificaram que este sistema trouxe ganhos econômicos significativos devido a comercialização de créditos de carbono para pequenos produtores que adotaram o SAF.

Como pode ser observado na Figura 3 Nuvem de palavras, as palavras chaves utilizadas na etapa de elaboração da base de dados, estão de acordo com os principais termos utilizados nas publicações internacionais.

Na rede de autores, os pesquisadores representam elos nas pesquisas correspondem aos pontos de centralidades, que se consideram referência para a produção científica com maior possibilidade de receber informações de toda a rede, o que está relacionado com o pesquisador com mais experiência no tema ou em pesquisa (Tomaél & Marteleto, 2006).

Portanto os periódicos se tornam a principal fonte de informações para a pesquisa e o ensino. Com dados atuais os pesquisadores fornecem informações que resultam em melhores tomadas de decisões com intuito de resolver problemas e tornar o futuro melhor para as próximas gerações.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo demonstra que a produção científica sobre esse tema, tendo em vista a importância dos serviços ambientais, ainda é pequena. Assim como fora explanado nos itens anteriores, foi possível concluir que a temática possui importância mundial, porém pouco volume de trabalhos mesmo quando se ampliou geograficamente para todos os países. Ao restringir à países da América Latina e especificadamente o Brasil, observou-se que a quantidade de pesquisas realizadas caíram drasticamente, mesmo ressaltando a importância de tal tema.

Uma das limitações desse estudo foi a ausência de parâmetros que validem os indicadores e estimativas de valores dos recursos ambientais estudados nos artigos levantados neste trabalho. A criação de um inventário brasileiro que contenha indicadores sobre a localização dos SAFs, bem como seus resultados econômicos ambientais vem como uma sugestão de trabalhos futuros a serem realizados pela ciência nacional.

REFERÊNCIAS

ALAM, M.; OLIVIER, A.; PAQUETTE, A.; DUPRAS, J.; REVÉRET, J. P. & MESSIER, C. A general framework for the quantification and valuation of ecosystem services of tree-based intercropping systems. **Agroforestry systems**, v. 88, n. 4, p. 679-691, 2014.

ALTIERI, M.; NICHOLLS, C. I. O potencial agroecológico dos sistemas agroflorestais na América Latina. **Revista Agriculturas: experiências em agroecologia**, v. 8, n. 2, 2011.

ANDRADE, D. C. Modelagem e valoração de serviços ecossistêmicos: uma contribuição da economia ecológica. 2010.268 f. **Tese** (Doutorado em Desenvolvimento Econômico Espaço e Meio Ambiente) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SANCHEZ, J.A.A. & MUNOZ, J.F.V. Valuation of ecosystem services in the Spanish agroecosystems: a state of the question. **OBSERVATORIO MEDIOAMBIENTAL**, v. 19, p. 165-180, 2016.

VILAR, M.B.; DE OLIVEIRA, A.C.C.; JACOVINE, L.A.G.; FERREIRA, M.G. & SOUZA, A.L. Valoração ambiental de propriedades rurais de municípios da bacia hidrográfica do Rio Xopotó, MG. **Cerne**, v. 16, n. 4, 2010.

BORGATTI, S.P.; EVERETT, M.G.; FREEMAN, L.C. **Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis**. Harvard, MA: Analytic Technologies. 2002.

BOREUX, V.; KUSHALAPPA, C.G.; VAAST, P. & GHAZOUL, J. Interactive effects among ecosystem services and management practices on crop production: pollination in coffee agroforestry systems. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 110, n. 21, p. 8387-8392, 2013.

BRASIL. Lei nº. 12.651/2012. **Novo Código Florestal**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 08 maio 2018.

CHIEMELA, S.N.; NOULÈKOUN, F.; CHIEMELA, C.J.; ZENEBE, A., ABADI, N. & BIRHANE, E. Conversion of degraded agricultural landscapes to a smallholder agroforestry system and carbon sequestration in drylands. **International Journal of Climate Change Strategies and Management**, v. 10, n. 3, p. 472-487, 2018.

CONSTANTINO, M.A.; GRZEBIELUCKAS, C.; DOS SANTOS, J.S.C.; DA COSTA NASCIMENT, A.R. & RIBEIRO, M.A. Valoração atribuída aos serviços ambientais de acordo com os diferentes métodos: Uma revisão de literatura no período de 2005 a 2015. **Desenvolvimento em questão**, v. 16, n. 44, p. 168-191, 2018.

DA SILVA, Thais Brasil Barros; CORRÊA, Rodrigo Studart. Comparação entre métodos de valoração de danos ambientais para fins periciais. **Revista Brasileira de Criminalística**, v. 4, n. 3, p. 7-14, 2015.

DE CARVALHO AMAZONAS, Maurício. Valor ambiental em uma perspectiva heterodoxa institucional-ecológica. **Economia e Sociedade**, v. 18, n. 1, p. 183-212, 2006.

DE JALÓN, S.G.; GRAVES, A.; PALMA, J.H.; WILLIAMS, A.; UPSON, M. & BURGESS, P.J. Modelling and valuing the environmental impacts of arable, forestry and agroforestry systems: a case study. **Agroforestry systems**, p. 1-15, 2018.

DOS SANTOS FREITAS, Daiane; MARQUES, José Jailton; PERLINGEIRO, Carlos Augusto Guimarães. Estudo da viabilidade de aproveitamento de CO2 offshore visando à produção de ureia. **Scientia Plena**, v. 12, n. 5, 2016.

GJORUP, A.F.; FIDALGO, E.C.C.; PRADO, R.B. & SCHULER, A. E. Análise de procedimentos para seleção de áreas prioritárias em programas de pagamento por serviços ambientais hídricos. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, n. 1, p. 225-238, 2016.

GOMES, Isabelle Sena; CAMINHA, Iraquitana de Oliveira. Guia para estudos de revisão sistemática: uma opção metodológica para as Ciências do Movimento Humano. **Movimento**, v. 20, n. 1, p. 395-411, 2014.

DOS SANTOS GOMES, Aldair; NETO, José Dantas; SILVA, Viviane Farias. Serviços ecossistêmicos: conceitos e classificação. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 4, p. 12-23, 2018.

GONÇALVES, Djane de Souza Lima; GONÇALVES, Tiago Estevam. MECANISMOS DE GESTÃO AMBIENTAL: DA AVALIAÇÃO À VALORAÇÃO AMBIENTAL. **Geo UERJ**, n. 32, p. 29592, 2018.

LIMA, Joyce Lázaro. A valoração econômica ambiental no Brasil. **Revista Diálogos: Economia e Sociedade**, v. 2, n. 1, p. 147-163, 2018..

LIU, S.; COSTANZA, R.; FARBER, S.; TROY, A. Valuing ecosystem services: theory, practice, and the need for a transdisciplinary synthesis. **Annals of the New York Academy of Sciences**, n. 1185, p. 54-78, Jan. 2010.

MAIA, Alexandre Gori; ROMEIRO, Ademar Ribeiro; REYDON, Bastiaan Philip. Valoração de recursos ambientais—metodologias e recomendações. **Texto para Discussão, Instituto de Economia/UNICAMP**, n. 116, 2004.

MARTINS, Pedro Buss et al. Recovery of a Green Area Inside the Campus of the Federal University of Santa Catarina Through Agroecological Agroforestry Systems. In: **Towards Green Campus Operations**. Springer, Cham, 2018. p. 685-700.

MATTOS, K. M. C.; MATTOS, K. M. C.; MATTOS, A. **Valoração econômica do meio ambiente dentro do contexto do desenvolvimento sustentável**. Revista Gestão Industrial. São Carlos - SP, vol. 1 nº 2, p. 109-121, 2005.

MAY, P. Apresentação da segunda edição. In: MAY, P. (Org.) **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p. ix-xvi.

MOTTA, R. S. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Rio de Janeiro: IPEA/MMA/PNUD/CNPq, 1997.

NAIR, P. K. R.; NAIR, V. D.; KUMAR, M. B.; SHOWALTER, M. J. Chapter Five - Carbon Sequestration in Agroforestry Systems. **Advances in Agronomy**. v. 108, p. 237-307, 2010.

ÖZOKCU, Selin; ÖZDEMİR, Özlem. Economic growth, energy, and environmental Kuznets curve. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 72, p. 639-647, 2017.

PADOVAN, M. P. Sistemas Agroflorestais em Bases Agroecológicas: Produção de Alimentos, Geração de Renda e Recuperação Ambiental. In: PEZARICO, C. R.; RETORE, M. (Ed.). **Tecnologias para a agricultura familiar**. 3. ed. rev. e atual. Dourados: Embrapa

Agropecuária Oeste, 2018. p. 98-102. il. color. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 122).

PANTERA, A. et al. Agroforestry for high value tree systems in Europe. **Agroforestry systems**, v. 92, n. 4, p. 945-959, 2018.

POMPERMAYER, Raquel; ANGELO, Humberto; ALMEIDA, Alexandre Nascimento de. Social Cost of Water Quality Degradation for Public Supply. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 3, p. 320-329, 2016.

PONTE, et al. **Análise das metodologias e técnicas de pesquisas adotadas nos estudos brasileiros sobre balanced scorecard: um estudo dos artigos publicados no período de 1999 a 2006**. Anais do I Congresso da Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Ciências Contábeis. Gramado, 2007.

SOLOS, Embrapa. Sistema brasileiro de classificação de solos. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro**, 2013.

SOUZA, F. P. Aplicação de métodos de valoração ambiental como ferramenta para gestão de sistemas lagunares urbanos. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego. Campos dos Goytacazes/RJ**, v. 4, n. 2, p. 53-73, 2010.

TAGUL, Word Cloud Art. Ferramentas on-line para a criação de nuvens de palavras. 2016.

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.

TEMESGEN, Habtamu et al. Variation in ecosystem service values in an agroforestry dominated landscape in ethiopia: Implications for land use and conservation policy. **Sustainability**, v. 10, n. 4, p. 1126, 2018.

TÔSTO, S. G. Sustentabilidade e valoração de serviços ecossistêmicos no espaço rural do Município de Araras, SP. 2010. 217p. **Tese** (Doutorado em Desenvolvimento Econômico) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2010.

TSONKOVA, Penka et al. Ecosystem services assessment tool for agroforestry (ESAT-A): an approach to assess selected ecosystem services provided by alley cropping systems. **Ecological indicators**, v. 45, p. 285-299, 2014.

CAPÍTULO II

VALORAÇÃO DE COMPONENTES DA FERTILIDADE EM UM NEOSSOLO QUARTZARÊNICO SOB SISTEMAS AGROFLORESTAIS BIODIVERSOS

RESUMO: Os sistemas agroflorestais biodiversos (SAFs) são alternativas viáveis para pequenos produtores na geração de renda, além de promoverem diversos serviços ambientais. Os agricultores que possuem esses agroecossistemas são compensados de forma incipiente, somente pelos produtos comercializados, carecendo de compensações especiais, como o pagamento por serviços ambientais. Nesse contexto, torna-se relevante a valoração desses processos de perda e de melhoria da fertilidade do solo, como uma estratégia de sensibilizar os formuladores ou gestores de políticas públicas, bem como aos agricultores, quanto a importância desses sistemas para recuperar áreas degradadas, visando aumentar seu potencial de produção e geração de renda. O objetivo foi valorar alguns dos componentes da fertilidade do solo sob sistemas agroflorestais biodiversos na região do cerrado brasileiro. Caracterizou-se pelo estudo de 4 (quatro) sistemas agroflorestais biodiversos, uma área de vegetação nativa e um sistema de cultivo com culturas anuais. Para estimar o valor econômico das perdas de solo, utilizou-se como parâmetro a relação de preços dos fertilizantes encontrados no mercado, aplicando a equação de custo interno da degradação. Os SAFs não apresentaram valores economicamente positivos para cada propriedade, pois tais possuíam uma singularidade no manejo, variando assim a biologia do solo em cada área. Apesar do retorno de nutrientes para o solo, não foi o suficientemente adequado quanto aos compostos químicos necessários para que se considere um solo fértil ou equilibrado.

Palavras-chave: Custo de reposição; Sistema Agroflorestal; Valoração de serviços ambientais.

ABSTRACT: Biodiversity agroforestry systems (SAFs) are viable alternatives for small producers to generate income, besides promoting various environmental services. Farmers who own these agroecosystems are incipiently compensated only for marketed products, needing special compensation, such as payment for environmental services. In this context, it is relevant to value these processes of loss and improvement of soil fertility, as a strategy to sensitize policy makers or managers, as well as farmers, about the importance of these systems to recover degraded areas, aiming at increase their potential for production and income generation. The objective was to evaluate some of the components of soil fertility under biodiverse agroforestry systems in the Brazilian Cerrado region. It was characterized by the study of four (4) biodiverse agroforestry systems, an area of native vegetation and a cropping system with annual crops. To estimate the economic value of soil losses, the price ratio of fertilizers found in the market was used as a parameter, applying the internal cost equation of degradation. The SAFs did not present economically positive values for each property, because they had a singularity in the management, thus varying the soil biology in each area. Despite the return of nutrients to the soil, it was not adequate enough for the chemical compounds needed to consider fertile or balanced soil.

Keywords: Cost of replacement; Agroforestry System; Valuation of environmental services.

1 INTRODUÇÃO

Dentro da produção agropecuária mundial o Brasil se encontra em posição de destaque entre os países tidos como desenvolvidos economicamente, apesar de ser nomeado como um país em desenvolvimento. O país ocupa as primeiras posições em quase todos os insumos alimentícios que compõem a base da alimentação humana e animal, grãos e proteína animal. Tornando a atividade agropecuária de extrema importância para a economia brasileira.

No entanto um aumento da produção de alimentos traz consigo a ideia de maior degradação do ecossistema natural. Assim, tem-se a necessidade do desenvolvimento de produções de alimentos de formas mais sustentáveis, como é o caso dos sistemas agroflorestais, que trazem o conceito de utilizar práticas de manejo agrícola junto da arborização do meio e, conseqüentemente, da biodiversidade da fauna (EWERT et al., 2016).

Cosenza et al. (2016) conceituam os sistemas agroflorestais (SAFs) como uma prática antiga porém muito útil nas condições atuais de produção, por trazer uma ideia de produção mais sustentável. Oliveira et al. (2018) ainda ressaltam a importância dos SAFs sobre as questões da qualidade do solo, com melhor utilização da matéria orgânica e biodisponibilização de componentes químicos importantes para a nutrição do solo.

Assim, face a intensificação da agropecuária devido a necessidade de aumento da produção de alimentos e de outros produtos para que se atenda a demanda populacional, cita-se os agroecossistemas implementados pelo Homem. Os SAFs passam a representar uma possível solução para a obtenção de produções contínuas, aliando-se a práticas conservacionistas e melhoria do uso dos recursos naturais (PADOVAN, 2018). Esses sistemas são considerados mais complexos e demandam maior quantidade de manejos e um planejamento mais aprofundado do que as convencionais monoculturas (NAIR, 1993; MONTAGNINI; NAIR, 2004). Segundo Alao e Shuaibu (2013) a utilização de variedades específicas florestais somadas à agricultura e/ou pecuária em um mesmo espaço, beneficia o meio ambiente e a biodiversidade local.

Entretanto Nascimento (2016) observou que existe uma carência de estudos científicos que demonstrem quais são os serviços ambientais produzidos e a representação de seus montantes financeiros, que oportunizariam a concepção e o aprimoramento de políticas públicas e ações estruturadas que apoiem a adoção e implementação adequada de SAFs. Nesse contexto, torna-se relevante a valoração desses processos de perda e de melhoria da fertilidade do solo, como uma estratégia para atrair a atenção de formuladores ou gestores de políticas públicas, bem como aos agricultores, evidenciando a importância desses sistemas

para a recuperação de áreas degradadas, aumentar seu potencial de produção e geração de renda.

Assim, desenvolveu-se esse estudo com o objetivo de valorar alguns componentes da fertilidade do solo sob sistemas agroflorestais biodiversos, comparando-os com outra forma de exploração agrícola e um sistema natural. Desta forma, questiona-se se a implantação dos SAFS na área estudada, no que se refere aos custos de manutenção da fertilidade natural do solo, são viáveis comparados aos outros tipos de manejo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Pagamento de Serviços Ambientais: experiências em Sistemas Agroflorestais

Biodiversos

Segundo Assad et al. (2013) um dos últimos relatórios divulgados pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC – sigla em inglês) existem seis cenários para descrever as possíveis alterações climáticas e suas consequências ambientais. Dentro destas afirmações são abordados principalmente o aquecimento global e sua relação com os gases de efeito estufa (ASSAD et al., 2013). O IPCC afirmou neste relatório que até o final do século em que estamos existe a certeza de que haverá um aumento das temperaturas de pelo menos 1,4°C (pensando com otimismo) mas que pode chegar a 5,4°C, já com consequências trágicas para toda a biodiversidade mundial.

Pensando nas mudanças climáticas previstas durante a 15ª reunião da Conferência das Partes a COP15 ocorrida em Copenhague em 2009, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) em 2009 criou a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), instituída pela lei nº 12.187/2009 para que o governo desenvolvesse planos setoriais que possibilitassem o alcance dos compromissos assumidos pelo Brasil com relação as mudanças climáticas mundiais. Neste contexto criou-se o programa da Agricultura de Baixa emissão de Carbono (Plano ABC) de vigência entre os anos de 2010 e 2020.

Um dos maiores focos do Plano ABC é a redução em pelo menos 80% do desmatamento ocorrente na região amazônica e em 40% na região do cerrado. E subsequentemente fala-se também em recuperação de áreas de pastagens degradadas, promoção do uso de Integração de Lavoura Pecuária (ILP) e sistemas de plantio direto entre outras ações importantes para a manutenção da biodiversidade vegetal e animal (Brasil, 2009).

Os SAFs definem-se em alternativas viáveis onde os recursos naturais são utilizados mais sustentavelmente. Assim a união de animais de produção com pastagens e florestas integradas passa a demonstrar uma preocupação favorecendo o respeito ao meio ambiente (NAIR, 1993). Neste cenário, Padovan et al. (2017a) e Nijmeijer et al. (2018) ressaltam que a adoção de sistemas agroflorestais biodiversos é uma estratégia valiosa para a melhoria da qualidade do solo e recuperação dessas áreas, pois têm boa capacidade de produzirem grande diversidade de serviços ambientais. Além disso, produzem alimentos diversificados às famílias que possuem esses sistemas, e geram renda continuamente (MICCOLIS et al., 2016).

Leite (2017) ressalta que se adotados manejos adequados, utilizando-se arranjos de produção com elevada capacidade de produção de materiais orgânicos e disponibilização contínua ao solo, esse recurso natural pode ser melhorado fisicamente, favorecendo a melhoria de atributos químicos.

No Cerrado brasileiro tem-se inúmeros solos a serem descritos, mas com maior representatividade temos os Neossolos Quartzarênicos (RQs) que ocupam cerca de 15% ou 30 milhões de hectares desse bioma (CAETANO et al., 2013). Nesses solos há poucos nutrientes que se concentram na matéria orgânica, são considerados homogêneos, apresentando textura de areia ou areia franca até 2 m de profundidade, com teor de argila inferior a 15% (FRAZÃO et al., 2008). O que leva o RQs ter uma característica de baixa fertilidade que é natural, limitando cultivos devido sua acidez elevada, além de possuir menor retenção de umidade diminuindo a absorção de adubos fosforizados (GOEDERT, 1988). Portanto infere-se que os RQs são solos que necessitam de maior intervenção humana para que se tornem agricultáveis e eficientemente produtivos, o que vem a gerar maiores custos financeiros e principalmente ambientais (CARNEIRO et al., 2009).

Apesar do potencial de sistemas agroflorestais biodiversos recuperarem áreas degradadas, participarem na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, entre outros benefícios à toda a sociedade, os agricultores que possuem esses agroecossistemas são compensados de forma incipiente, somente pelos produtos comercializados, face aos grandes benefícios que proporcionam, carecendo de compensações especiais, como o pagamento por serviços ambientais, por exemplo (PADOVAN et al., 2017a).

Diversos estudos demonstram que os SAFs promovem muitos benefícios quando os relacionamos com o manejo do solo, pois se usufrui do sinergismo entre plantas, animais e solo, resultando em aumento das concentrações de matéria orgânica no meio (BONINI et al., 2016).

Arco-Verde e Amaro (2014) utilizaram como instrumento de análise para avaliar sistemas agroflorestais no Brasil alguns indicadores econômicos como a relação Benefício Custo (B/C), Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Valor Presente Líquido (VPL), entre outros indicadores, calculando-os por um período de 20 anos. Os autores constataram que os SAFs não apresentaram redução de produtividade, demonstrando a viabilidade econômica.

No entanto, Arco-Verde e Amaro (2008) enfatizam que se necessita de outros métodos que avaliem de forma mais eficiente o desempenho de SAFs, tanto econômico quanto ambiental. Em contrapartida, Oliveira et al. (2000) afirmam que no Brasil, os estudos sobre sistemas agroflorestais estão mais voltados aos aspectos técnicos, biológicos e sociais do que na área econômica. Salientando então a necessidade do aprofundamento sobre os aspectos econômicos financeiros.

É notável que o pagamento pelos SAFs influencia toda a cadeia de produção inclusa no sistema, contribuindo com uma harmonização do meio ambiente com as questões econômico-financeiras (OLIVEIRA et al., 2018). Assim, Cosenza et al. (2016) contemplam a necessidade de se levantar fatores que justifiquem a implantação de um SAF, dando a importância no fator financeiro como um ponto crucial nas tomadas de decisão.

Esta busca por soluções dos problemas ambientais foi destinada a conscientização da sociedade para que esta passasse a pensar na racionalização do uso de recursos naturais como a água, surgindo os primeiros pensadores do tema na década de 1960 que buscavam meios de fundamentar e implantar estilos de vida com mais qualidade para a população (REIS, 2015). No Brasil, este pensamento se infiltrou no Poder Público oportunizando o uso de um instrumento que auxiliaria nos projetos de preservação dos recursos naturais, como a água, já estando disseminado em outros países latino-americanos que é o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) (FREITAS e ORTIGARA, 2018).

O uso do termo Pagamento de Serviços Ambientais (PSA) nasceu da necessidade de se pensar na preservação da biodiversidade dentro dos SAFs (SIMÕES e ANDRADE, 2016). Desta forma o PSA tornou-se um método estratégico que passou a ser utilizado nos países da América Central e do Sul com a finalidade de financiar os projetos de conservação ambiental no final da década de 1990 (MELO e GONZÁLEZ, 2017). Então estes projetos passaram a ter o apoio econômico de agências internacionais multilaterais, como o Banco Mundial, com a finalidade de determinar uma compensação financeira pelos SAFs prestados pelos próprios agropecuaristas (MELO e GONZÁLEZ, 2017).

Dentre os métodos de valoração de serviços ambientais, tem-se no método de custo de reposição uma alternativa para criar um valor financeiro para um SAF, que mensura quanto é

o custo para que um recurso ambiental seja repostado ou restaurado, quando este está prejudicado (GONÇALVES e GONÇALVES, 2018). Autores como Pugliesi (2007) utilizaram esta metodologia para dar valor econômico que foi perdido devido a uma agressão ambiental, a erosão. Garcia et al. (2015) conceituam o custo de reposição como uma metodologia que estima o reestabelecimento do ambiente em sua forma original ou o mais aproximado possível.

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da Área de Estudo e dados amostrais

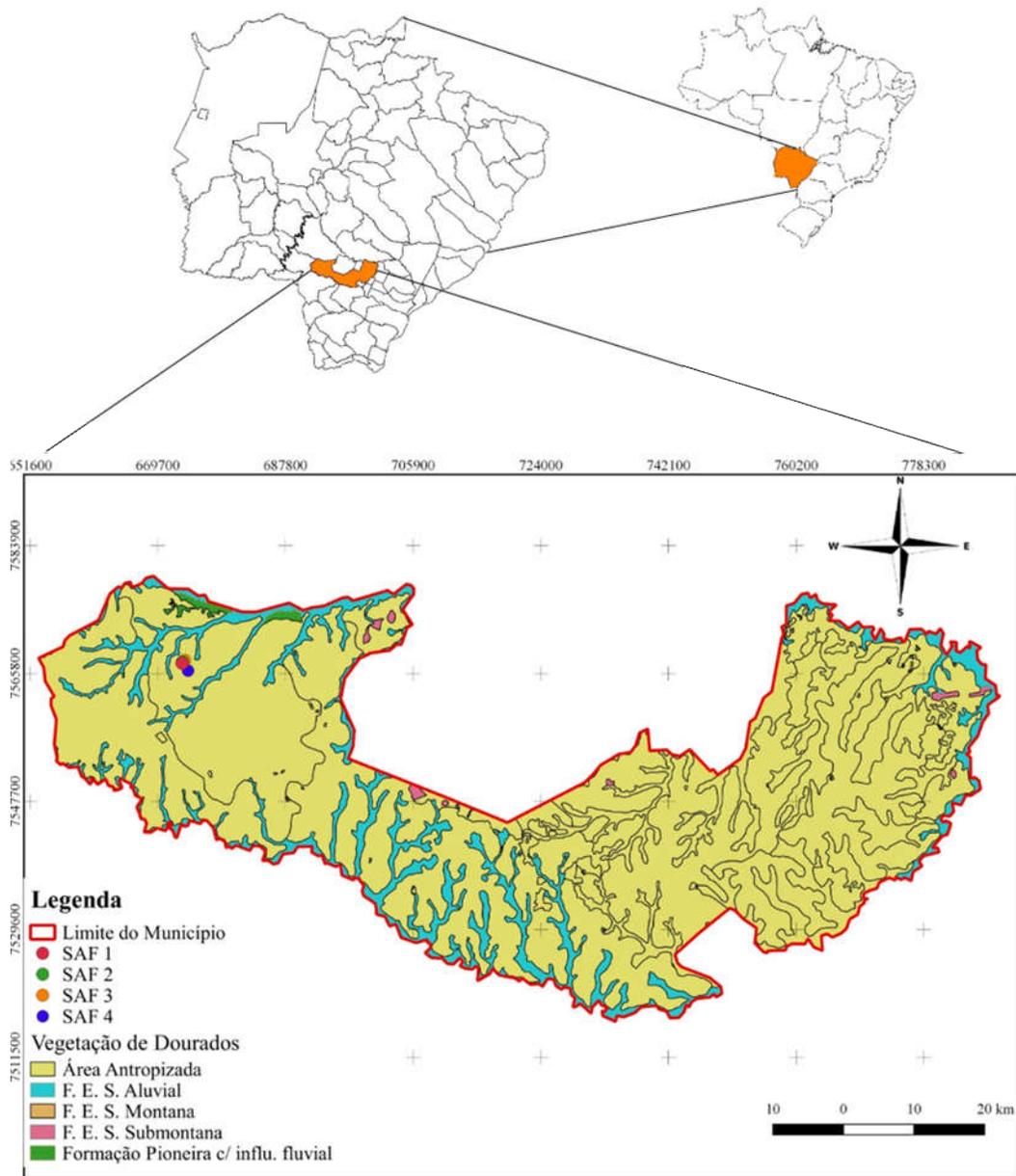
O clima da região, segundo a classificação climática de Koppen-Geiger, é do tipo Cfa – Clima Subtropical Húmido, que apresenta no mês mais frio uma amplitude térmica que vai de -3° C a 0 °C, e pelo menos um mês do ano com temperatura média acima de 22 °C e cerca de quatro meses com médias acima de 10 °C (ALVARES et al., 2013).

O solo é classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico Típico de acordo com a classificação brasileira de solo da Embrapa (2013). Para os dados referentes ao solo, foram utilizadas informações oriundas de coletas de amostras do solo realizadas em 2015 pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Agropecuária Oeste do Município de Dourados - MS. Para a elaboração do mapa, os limites políticos foram obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2019) e foram adaptados para local de estudo utilizando o *software* QGIS® versão 2.14.16 (QGIS Development Team, 2016).

Para a coleta dos dados de produção dos SAFs estudados, utilizou-se de visitas aos locais e com base em relatos obtidos através de conversas com os proprietários das áreas obteve-se as informações de caracterização produtiva dos SAFs. Para a análise financeira utilizou-se da junção das informações dos proprietários com os dados fornecidos pela EMBRAPA.

Os sistemas agroflorestais biodiversos foram implantados com o intuito de quebra vento, sombreamento para os animais, bem estar da família, além de fornecimento de alimentos para a subsistência da família; foram utilizadas diversas mudas frutíferas naturalizadas com nativas com aplicação na cova de adubação orgânica disponível na propriedade (Figura 1).

Figura 1. Localização das áreas de estudo e vegetação característica no Assentamento Lagoa Grande, em Dourados, MS.



Os SAFs estão próximos de remanescentes florestais, mas conforme o inventário do IBGE estão localizados numa área antropizada.

O estudo foi realizado em quatro sistemas agroflorestais biodiversos (SAF1, SAF2, SAF3 e SAF4) pertencentes ao Assentamento Lagoa Grande, Distrito de Itahum, Dourados/MS (Tabela 1).

Tabela 1. Informações dos sistemas agroflorestais biodiversos

Área de estudo	Coordenadas	Implantação dos SAFs
SAF1	21°59'26.13"S/ 55°19'22.66"O	2001
SAF2	21°59'19.54"S/ 55°19'21.09"O	2006
SAF3	21°59'13.20"S/ 55°19'10.03"O	1997
SAF4	21°59'59.88"S/ 55°18'52.85"O	1998

Ambos os SAFs possuem características gerais que são similares, porém o que os diferencia são algumas utilizações da terra. No caso do SAF 1, atualmente é composta por grande diversidade vegetal nativa com diversas finalidades, a principal frutífera é a manga, além de produção de suínos para consumo próprio e cultivo de madeira de lei peroba, cedro e jatobá (Figura 2).



Figura 2. Sistemas Agroflorestais Biodiversos 1, Assentamento Lagoa Grande, Distrito de Itahum, Dourados/MS.

O SAF 2 foi introduzido com o intuito de promover um quebra-vento, a principal espécie frutífera é a banana para a fabricação de doces artesanais para venda (Figura 3).



Figura 3. Sistemas Agroflorestais Biodiversos 2, Assentamento Lagoa Grande, Distrito de Itahum, Dourados/MS.

O SAF 3 é o mais antigo e quando foi implantado tinha a finalidade de geração de renda através da produção de banana e coco, também a promoção de micro-climas através do sombreamento utilizando espécies arbóreas nativas (Figura 4).



Figura 4. Sistemas Agroflorestais Biodiversos 3, Assentamento Lagoa Grande, Distrito de Itahum, Dourados/MS.

No SAF 4, atualmente, possui variedades de produção, a principal espécie frutífera é a poncã e laranja (Figura 5).



Figura 5. Sistemas Agroflorestais Biodiversos 4, Assentamento Lagoa Grande, Distrito de Itahum, Dourados/MS.

A área que foi convertida no Assentamento Lagoa Grande por mais de 30 anos foi uma fazenda com cultivo de pastagens exóticas, como o capim-braquiária (*Urochloa decumbens* (Stapf) R.D.Webster). Dentro desta abrangência, tem-se a área de vegetação nativa que é uma Reserva Legal (RL) isolada desde 1998, e encontra-se em processo de regeneração natural, sendo caracterizada como vegetação típica do Bioma Cerrado (Figura 6).



Figura 6. Reserva Legal, Assentamento Lagoa Grande, Distrito de Itahum, Dourados/MS.

Já área cultivada (AC) é trabalhada sob plantio direto (SPD) há dez anos, apresentando um sistema consolidado envolvendo a sucessão milho/feijão, sendo utilizados fertilizantes sintéticos por ocasião da semeadura de cada uma das espécies agrícolas (Figura 7).



Figura 7. Área de Cultivo, Assentamento Lagoa Grande, Distrito de Itahum, Dourados/MS.

3.2 Valoração de alguns componentes da fertilidade do solo

Utilizou-se o método de custos internos de erosão, o qual baseia-se na avaliação econômica de um solo que tenha sofrido ações de degradação e/ou perdas de nutrientes devido à saída do sistema por colheitas, considerando os gastos necessários para repor a capacidade reprodutiva anterior. São assumidos os valores reais de mercado despendidos para tal, como valor da degradação ambiental limitando-se a mensurar o necessário para que se tenham os níveis produtivos desejáveis anteriores. Assim, este método está baseado na ação de reparação de fertilidade do solo, diante de danos causados a esse recurso ambiental, pela utilização de extração de nutrientes (MARQUES, 1998).

Ressalta-se que este método não capta o valor total do solo, pois lhe falta obter grau aprimorado de fungibilidade, que o substitua perfeitamente (ANDRADE, 2008), que poderá representar uma subavaliação do recurso natural diante destas dificuldades (MOTTA, 2006). Mas, segundo Marques (1998), mesmo diante de limitações de aplicação, o método é de grande utilidade para a avaliação econômica de impactos ambientais causados pela prática da produção agrícola.

Foi aplicado a equação extraída de Marques (1998), cuja ideia básica se concentra na quantificação das perdas de nutrientes pelo processo erosivo. O resultado permite estimar o valor econômico das perdas de solo, utilizando-se como parâmetro a relação de preços dos fertilizantes encontrados no mercado que se assume como o valor econômico da área estudada, tratando-os por custos internos da degradação.

$$C I = (Qn \cdot Pn) + Ca \text{ onde:}$$

CI - custos internos da erosão, expressos em reais (R\$) ha⁻¹safra⁻¹;

Qn - fertilizantes carreados pela erosão, em kg ha⁻¹ safra⁻¹; quantidade de nutrientes necessários para reposição da fertilidade do solo observada nas amostras;

Pn - preço dos fertilizantes, em reais (R\$) kg⁻¹; preço de mercado de cada fertilizante industrializado (superfosfato simples, cloreto de potássio e calcário dolomítico);

Ca - custo de aplicação dos fertilizantes, em reais (R\$) ha⁻¹.

Para fins de cálculo dos custos de reposição dos nutrientes, serão determinadas as quantidades equivalentes de insumos para reposição (fertilizantes e calcário) que seria necessário para repor as quantidades de cada nutriente que deixou as camadas superficiais do solo (até 50 cm de profundidade), seja por absorção pelas plantas cultivadas, erosão ou percolação. Para elaboração das tabelas foi utilizando o *software* Microsoft Excel® versão 2013.

Foram considerados três fertilizantes químicos (Tabela 2) e os preços médios dos fertilizantes (Pn, em R\$ kg⁻¹) foram levantados junto a empresas que atuam com venda de insumos agropecuários.

Tabela 2. Pesquisa de adubos e valores de mercado

Adubos	R\$ kg⁻¹	US\$ kg^{-1*}
Calcário Dolomítico (29% CaO + 19% MgO)	1,01	0,26
Cloreto de Potássio (60% K ₂ O)	1,76	0,46
Superfosfato Simples (19% P ₂ O ₅)	0,60	0,16
Total	3,37	0,88

*Preços referente a cotação do dólar de US\$ 3,83, no dia 11 de abril de 2019.

O custo de aplicação de fertilizantes por hectare conforme a mão de obra da região foi definido em R\$ 400,00.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os SAF1, SAF2 e SAF3 apresentaram maior custo interno de erosão na profundidade de 15 cm, reduzindo a medida a profundidade do solo é aumentada. O SAF4 apresentou maior custo interno de erosão na camada de 0-5 cm. A área cultivada apresentou os menores custo interno de erosão quando comparado com os SAFs avaliados. A área de Reserva Legal (RL) como esperado apresentou os menores custo interno de erosão (Tabela 3).

Tabela 3. Custos internos da erosão das áreas em estudo

Profundidade	CP	CD	SS	Qn	CI	
	kg ha ⁻¹ safra ⁻¹			R\$ ha ⁻¹ safra ⁻¹		
SAF1	5	54,05	1.211,47	674,46	1.939,98	6.937,73
	15	65,80	1.662,18	641,74	2.369,72	8.385,95
	30	65,80	1.459,60	234,20	1.759,60	6.329,84
	50	53,27	1.267,95	126,28	1.447,50	5.278,06
SAF2	5	40,73	1.472,34	478,15	1.991,22	7.110,42
	15	50,13	2.675,79	241,08	2.967,01	10.398,81
	30	51,70	2.510,74	251,42	2.813,86	9.882,71
	50	40,73	2.193,39	64,29	2.298,42	8.145,66
SAF3	5	68,15	1.692,96	332,93	2.094,03	7.456,89
	15	101,83	2.632,45	114,80	2.849,08	10.001,41
	30	101,05	1.927,08	36,16	2.064,29	7.356,65
	50	150,40	1.302,94	6,89	1.460,22	5.320,96
SAF4	5	267,11	2.838,11	459,78	3.565,00	12.414,07
	15	316,46	2.365,74	345,55	3.027,75	10.603,51
	30	225,59	1.211,11	120,54	1.557,24	5.647,91
	50	184,86	384,75	94,14	663,75	2.636,85
AC	5	54,83	1.260,65	56,25	1.371,74	5.022,76
	15	65,80	2.040,73	79,21	2.185,74	7.765,94
	30	49,35	1.503,48	72,33	1.625,16	5.876,78
	50	59,53	885,37	66,59	1.011,49	3.808,72
RL	5	28,20	124,43	72,33	224,95	1.158,09
	15	32,90	56,84	87,25	176,99	996,46
	30	30,55	28,42	84,38	143,35	883,09
	50	25,07	-	78,07	103,13	747,55

*CP – Cloreto de potássio; CD – calcário dolomítico; SS – superfosfato simples; Qn – fertilizantes carregados; Pn – preço dos fertilizantes (R\$ kg⁻¹): 3,37; Ca – Custo de aplicação (R\$ ha⁻¹): 400,00; CI – custos internos.

As diferenças entre os valores dos SAFs e AC em comparação com a RL podem ser relacionados com a constante extração de nutrientes das espécies nativas e exóticas frutíferas implantadas no sistema, o que evidencia a necessidade de reposição de nutrientes nesses sistemas para evitar seu declínio.

Considerando o exposto na Tabela 4, notou-se que entre os SAFs havia uma discrepância nas quantidades de adubos necessários, sendo a menor diferença o valor empregado para adubação de Cloreto de Potássio para a Reserva Legal (RL) e a maior diferença o valor do Calcário Dolomítico para o SAF2.

Tabela 4. Necessidades/ha de adubação do solo dos SAFs de acordo com análises de solo realizadas pela EMBRAPA Agropecuária Oeste – Dourados/MS

	CP	CD	SS	QN
	Kg/ha/safra			
SAF1	59,73	1.400,30	419,17	1.879,20
SAF2	45,82	2.213,07	258,74	2.517,63
SAF3	105,36	1.888,86	122,69	2.116,91
SAF4	248,51	1.699,93	255,00	2.203,44
AC	57,38	1.422,56	68,59	1.548,53
RL	29,18	52,42	80,50	162,11

CP – Cloreto de potássio; CD – calcário dolomítico; SS – superfosfato simples; Qn – fertilizantes carregados; AC – Área de Cultivo; RL – Reserva Legal.

Tabela 5. Custo/ha da reposição do solo necessário em cada SAF, de acordo com as análises da Tabela 4.

	R\$ CP	R\$ CD	R\$ SS	R\$ TOTAL
	Kg/ha/safra			
SAF1	105,20	622,76	224,31	952,27
SAF2	80,73	1.089,10	157,88	1.327,71
SAF3	185,06	795,10	162,25	1.142,41
SAF4	437,80	812,48	77,05	1.327,33
AC	101,10	728,48	-	829,58
RL	51,40	10,13	50,68	112,21

CP – Cloreto de potássio; CD – calcário dolomítico; SS – superfosfato simples; AC – Área de Cultivo; RL – Reserva Legal.

Um dos fatores que pode ter contribuído para que os SAFs não fossem melhores que as RL e AC, foi que havia em cada um alguma falha de manejo, ou seja, manejos básicos como a aplicação de compostos orgânicos (resíduos ou feses de animais compostados) no solo com a finalidade de melhorar a qualidade biológica/química do solo. Porém em outros estudos que compararam outros SAFs com áreas de RL ou AC, foi detectado que os SAFs apresentavam melhoras significativas, reconstituindo a qualidade do solo de forma que não houvesse necessidade de adubar quimicamente (MARTINELLI, 2018). Por outro lado, existe a percepção por parte dos proprietários destes SAFs, que, segundo Bezerra et al. (2018), diziam existir sim uma melhora na ciclagem de nutrientes dos solos dos SAFs.

Esperava-se que os SAFs sobressaíssem as AC e RL de cada propriedade quando comparava-se o que cada área necessitava de adubação química. Porém Brachtvogel et al. (2018) afirmam que existem SAFs que sobressaem uns sobre os outros, pois possuem manejos específicos como podas em árvores frutíferas ou adubações orgânicas no caso de hortas e outros cultivos.

Cada SAF estudado possui suas singularidades, porém o que os coloca em condições de comparações é o tipo de solo, localização geográfica e finalidade. Dentro das particularidades encontram-se os objetivos da propriedade, como geração ou não de renda familiar, pois existem SAFs que não produzem para gerar renda.

A sustentabilidade dos SAFs pode ser comprometida pois a exportação de nutrientes por meio da retirada dos frutos e grãos para comercialização, podem exaurir as reservas naturais de nutrientes do solo (SILVA et al., 2011). Dessa forma, recomenda-se a reposição de nutrientes manejando o solo por meio do plantio de adubos verdes entre os SAFs e posterior incorporação no solo; incorporação de adubos orgânicos nas árvores frutíferas como pokã, manga, goiaba, limão, entre outras, que são utilizadas para comercialização e consumo da família. Outro modelo de fácil aplicação em SAFs como os estudados é a utilização da poda que, segundo Souza et al. (2015), tal manejo viabiliza a disponibilização de material orgânico para o solo com uma velocidade mais acentuada e oportuniza uma melhor ciclagem de nutrientes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao considerar os resultados obtidos os SAFs não apresentaram valores que economicamente fossem viáveis para cada propriedade. Pois cada propriedade possuía uma singularidade no manejo, variando assim a biologia do solo em cada área. Apesar de haver um retorno de nutrientes para o solo, tais manejos não eram suficientemente adequados quanto aos compostos químicos necessários para que se considere um solo fértil ou equilibrado.

Pode ser que os processos ecológicos sejam favorecidos ao longo do tempo com um manejo mais adequado que oportunize o aporte de nutrientes. Um exemplo é a utilização da poda, que beneficia esta reintegração dos nutrientes da planta ao solo, pelo material orgânico retirado da planta e depositado no solo. Desta forma, tal solo pode vir a se tornar autossuficiente, porém para que este processo se acelere é necessário ainda a ação do homem, através de manejos que são cruciais para a manutenção da capacidade produtiva da área.

Os SAFs seriam melhores que as áreas de cultivo, se houvesse incorporação de matéria orgânica por meio de adubos verdes e adubação orgânica, o que faria com que estes apresentem futuramente características mais similares as áreas de vegetação nativa como a área de reserva legal na qual foi utilizada como estudo. Utilizando-se de manejos que facilitem tais benefícios, traria às áreas melhor retorno financeiro, dentro do que fora explanado através das modelagens de cálculo utilizadas.

Existem vários métodos de valoração onde as características locais influenciam em escolher o mais adequado dependendo da situação a ser analisada e o recurso financeiro disponível para o trabalho. Dentre tantas modelagens descritas o método de custo de reposição demonstrou uma aplicabilidade mais eficiente devido a falta de mercados formais que dificultam a percepção dos produtores rurais sobre a valoração econômica dos serviços ambientais produzidos pelos SAFs estudados.

Uma limitação desse estudo foi a falta de mais amostras do solo dos anos subsequentes que possibilitaria demonstrar a evolução ou não do aumento da fertilidade do solo a partir dos manejos sugeridos. Fica sugerido para estudos futuros as análises dos solos dos SAFs nos anos subsequentes, podendo demonstrar se houve ou não uma evolução na fertilidade do solo.

REFERÊNCIAS

ALAO, J. S. & SHUAIBU, R. B. Agroforestry practices and concepts in sustainable land use systems in Nigeria. **Journal of Horticulture and Forestry**. v. 5, n. 10, p. 156-159, 2013.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ANDRADE, D. C. Economia e meio ambiente: aspectos teóricos e metodológicos nas visões neoclássicas e da economia ecológica. **Leituras de Economia Política**, Campinas, (14): 1-31, ago/dez. 2008.

ARCO-VERDE, M. F. Sustentabilidade Biofísica E Socioeconômica De Sistemas Agroflorestais Na Amazônia Brasileira. 2008. 185p. **Tese** (Doutorado em ciências florestais) - Universidade Federal Do Paraná, Curitiba. 2008.

ARCO-VERDE, M. F.; AMARO, G. C. **Análise financeira de sistemas produtivos integrados**. Colombo: Embrapa Florestas, 2014. 74p. (Documentos. Embrapa Florestas, 274).

ASSAD, E. D. et al. Impacts of climate change on the agricultural zoning of climate risk for cotton cultivation in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 1, p. 1-8, 2013.

BEZERRA, G. J., NASCIMENTO, J. S., ALVES, J., SCHLINDWEIN, M. M., & PADOVAN, M. P. (2018). Percepção de agricultores familiares sobre o desempenho de sistemas agroflorestais biodiversos: uma análise na região centro-sul de Mato Grosso do Sul,

Brasil. **In Embrapa Agropecuária Oeste-Artigo em anais de congresso (ALICE).** Sistemas agroflorestais agroalimentares, sociobiodiversidade, saúde, educação: desafios e perspectivas - AGROECOL. Campo Grande, MS, 2018.

BONINI, Carolina dos Santos Batista et al. Forage production and soil chemical and physical attributes in integrated agricultural systems. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1695-1698, 2016.

BRACHTVOGEL, C., FERNANDES, A. C. Q., NIEDACK, L. O. C., PEREIRA, Z. V., & Padovan, M. P. Sistemas Agroflorestais Biodiversos. **Cadernos de Agroecologia**, 13(2), 10-10, 2018.

BRASIL. Lei nº. 12.187/2009. **Política Nacional sobre Mudanças do Clima - PNMC.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm>. Acesso em: 08 maio 2018.

BRASIL. Lei nº. 12.651/2012. **Novo Código Florestal.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 08 maio 2018.

CAETANO, Jeander Oliveira et al. Dinâmica da matéria orgânica de um neossolo quartzarênico de cerrado convertido para cultivo em sucessão de soja e milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 5, p. 1245-1255, 2013

CARNEIRO, Marco Aurélio Carbone et al. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 1, p. 147-157, 2009.

COSENZA, D. N. et al. Avaliação econômica de projetos de sistemas agroflorestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 88, p. 527-536, 2016.

DE OLIVEIRA, G. A. et al. Valoração Econômica de Serviços Ambientais em Sistemas Agroflorestais Biodiversos. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 2, p. 10-10, 2018.

DE SOUZA, Márcia Cristina Soares et al. Funcionalidade ecológica de sistemas agroflorestais biodiversos: uso da serapilheira como indicador da recuperação de áreas de preservação permanente. **Floresta**, v. 46, n. 1, p. 75-82, 2016

EWERT, Martin et al. Sistemas agroflorestais multiestrata e a legislação ambiental brasileira: desafios e soluções. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 36, 2016.

FRAZÃO, Leidivan Almeida et al. Propriedades químicas de um Neossolo Quartzarênico sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado mato-grossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 5, p. 641-648, 2008.

FREITAS, V. P. & ORTIGARA, R. J. O Pagamento por Serviços Ambientais e a Preservação e Gestão de Recursos Hídricos no Estado do Paraná. **Revista Argumentum-Argumentum Journal of Law**, v. 18, n. 3, p. 645-663, 2018.

GARCIA, J.R. et al. **Considerações teórico-metodológicas sobre o processo de valoração dos recursos naturais**. Embrapa Florestas-Capítulo em livro científico (ALICE), 2015.

GOEDERT, W. J.; DIAS FILHO, F. A. **Relatório bienal (1986/1987): convenio EMBRAPA/PETROFERTIL**. EMBRAPA/PETROFERTIL, 1988.

GONÇALVES, D. S. L. & GONÇALVES, T. E. MECANISMOS DE GESTÃO AMBIENTAL: DA AVALIAÇÃO À VALORAÇÃO AMBIENTAL. **Geo UERJ**, n. 32, p. 29592, 2018.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geociências**. Disponível em: <https://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm>. Acesso 03 mai. 2019.

LEITE, D. R. **Atributos químicos, físicos e biológicos de um neossolo quartzarênico sob sistemas agroflorestais biodiversos**. 2017. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Jataí, GO.

MARQUES, J.F. Custos da erosão do solo em razão dos efeitos internos e externos à área de produção agrícola. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.36, n.1, p. 61-79, jan./mar. 1998.

MARTINELLI, G. do C. Sistemas agroflorestais biodiversos: uma análise sob a perspectiva ambiental e econômica. **Embrapa Agropecuária Oeste-Tese/dissertação (ALICE)**, 2018.

MELO, T. G. & GONZÁLEZ, D. C. M. Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e práticas de agricultura sustentável: contribuições da Análise do Comportamento. **Estudos Interdisciplinares em Psicologia**, v. 8, n. 2, p. 20-42, 2017.

MICCOLIS, A.; PENEIREIRO, F. M.; MARQUES, H. R. et al. **Restauração ecológica com sistemas agroflorestais: como conciliar conservação com produção**. Brasília, DF: Instituto Sociedade, População e Natureza; Nairóbi: Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal, 2016. 266 p.

MONTAGNINI, F.; NAIR, P. K. R. Carbon sequestration: an underexploited environmental benefit of agroforestry systems. **Agroforestry Systems**. v. 61, p. 281-295, 2004.

MOTTA, R. S. **Economia ambiental**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

NAIR, P. K. R. An introduction to agroforestry / P. K. Ramachandran Nair. p. cm. Includes bibliographical references and index. 1993. ISBN 0-7923-2134-0 (alk. paper) 1. **Agroforestry**. I. Title. S494.5.A45N3543 1993634.9'9--DC20.

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

NIJMEIJER, A.; LAURI, P. É.; HARMAND, J. M. et al. Carbon dynamics in cocoa agroforestry systems in Central Cameroon: afforestation of savannah as a sequestration opportunity. **Agroforest System**. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10457-017-0182-6>. Acesso em: 05 jan. 2018.

OLIVEIRA, A. D. de; SOARES SCOLFORO, J. R.; SILVEIRA PAULA, V. de. Análise econômica de um sistema agro-silvo-pastoril com eucalipto implantado em região de cerrado. **Ciência Florestal**, v. 10, n. 1, 2000.

PADOVAN, M. P.; NASCIMENTO, J. S.; CARIAGA, J. A. et al. Serviços ambientais prestados por sistemas agroflorestais biodiversos na recuperação de áreas degradadas e algumas possibilidades de compensações aos agricultores. In: SIMPÓSIO NACIONAL RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 11., 2017, Curitiba. **Revalidando princípios / validando conceitos: anais**. [Curitiba]: Sobrade, [2017a]. 1 CD-ROM.

PADOVAN, M. P. Sistemas Agroflorestais em Bases Agroecológicas: Produção de Alimentos, Geração de Renda e Recuperação Ambiental. In: PEZARICO, C. R.; RETORE, M. (Ed.). **Tecnologias para a agricultura familiar**. 3. ed. rev. e atual. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2018. p. 98-102. il. color. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 122).

PUGLIESI, A.C.V. **Valoração econômica pelo método de custo de reposição do efeito da erosão em sistemas de produção agrícola**. 158 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. QGIS 2.14.16 Lisboa. **Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project, 2016.

REIS, J. V. dos. Pagamento por serviços ambientais: instrumento de incentivo à preservação ambiental. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 2, n. 3, p. 79-87, 2015.

SILVA, D. C. et al. Atributos do solo em sistemas agroflorestais, cultivo convencional e floresta nativa. **Revista de estudos ambientais**, v. 13, n. 1, p. 77-86, 2011.

SIMÕES, M. S. & ANDRADE, D. C. Revisitando a teoria e compreendendo a prática: análise de casos de pagamento por serviços ambientais. **Revista de Políticas Públicas**, v. 20, n. 2, p. 903-926, 2016.

6 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Considera-se que uma temática com tal relevância, dentro dos conceitos sustentáveis de produção rural, deveria ser acompanhada por um volume de pesquisas mais robusto tanto no âmbito internacional como no nacional. O que fora verificado no geral, foi que além de existirem lacunas a serem preenchidas nesta área científica, o mesmo aplica-se a prática quanto aos manejos sustentáveis aplicados no meio rural.

As limitações desta área pesquisa voltam-se para a falta de dados, bases teóricas e parâmetros que validem com maior segurança os resultados obtidos em análises que já foram

realizadas e as que ainda serão. Desta forma a sugestão da criação de um inventário brasileiro bem como seus resultados econômicos ambientais, otimizariam as futuras conclusões sobre os resultados de pesquisas.

Na utilização dos SAFs com o objetivo econômico ambiental, ainda carece de estudos sobre praticas a serem aplicadas e de profissionais qualificados para orientar e assegurar os proprietários de áreas onde tais sistemas se aplicam. Uma melhora nas técnicas de manejo utilizadas auxiliariam os produtores rurais na aceitação da utilização dos SAFs bem como nos retornos ambientais e econômicos.