

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
AMBIENTAL**

**TRANSFORMANDO O AGRONEGÓCIO: UM ESTUDO SOBRE
ESTADO DA ARTE DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO BRASIL**

Ana Paula Kozaka da Encarnação

**DOURADOS-MS
2024**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
AMBIENTAL**

**TRANSFORMANDO O AGRONEGÓCIO: UM ESTUDO SOBRE
ESTADO DA ARTE DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO BRASIL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Grande Dourados – Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental.

Discente: Ana Paula Kozaka da Encarnação

Orientadora: Prof^a Dr^a Zefa Valdivina Pereira

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

E56t Encarnação, Ana Paula Kozaka Da

Transformando o agronegócio: um estudo sobre estado da arte de sistemas agroflorestais no Brasil [recurso eletrônico] / Ana Paula Kozaka Da Encarnação. -- 2024.

Arquivo em formato pdf.

Orientadora: Prof.a Dra. Zefa Valdivina Pereira .

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2024.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Sistema Agroflorestal. 2. Reserva Legal. 3. Área de Preservação Permanente. 4. Sustentabilidade. 5. Agronegócio. I. Pereira, Prof.a Dra. Zefa Valdivina. II. 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.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Fundação Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologias



TERMO DE APROVAÇÃO

Após apresentação, arguição e apreciação pela banca examinadora, foi emitido o parecer Aprovada, para a dissertação/tese intitulada: "TRANSFORMANDO O AGRONEGÓCIO: UM ESTUDO SOBRE ESTADO DA ARTE DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO BRASIL", de autoria de Ana Paula Kozaka da Encarnação, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Grande Dourados.



Documento assinado digitalmente
ZEFA VALDIVINA PEREIRA
Data: 25/07/2024 10:48:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Zefa Valdivina Pereira
Presidente da Banca Examinadora



Documento assinado digitalmente
MARCELO FOSSA DA PAZ
Data: 06/03/2024 20:25:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Marcelo Fossa da Paz
Membro Examinador(*instituição*)



Documento assinado digitalmente
NEI DE FREITAS NUNES NETO
Data: 24/07/2024 22:01:06-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Nei de Freitas Nunes Neto
Membro Examinador(*instituição*)

Dourados/MS, 06 de março de 2024.

EPÍGRAFE

A diversidade biológica tem valor intrínseco, merecendo respeito independentemente de seu valor para o homem ou potencial para uso humano (BRASIL, 2002)

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
LISTA DE ABREVIATURAS	10
LISTA DE QUADROS	11
LISTA DE TABELAS	13
LISTA DE FIGURAS.....	14
INTRODUÇÃO GERAL.....	15
Metodologia Geral	17
Capítulo 1 – revisão de literatura	19
1. Sistemas agroflorestais	19
1.1. Conceitos e Classificações.....	21
1.2. Benefícios ambientais dos sistemas agroflorestais (SAFs).....	26
1.3. Benefícios socioeconômicos dos sistemas agroflorestais (SAFs).....	29
1.4. Publicações sobre sistemas agroflorestais (SAFs).....	33
2. Uso da terra – a importância da conservação da biodiversidade nativa e do desenvolvimento/uso de agrossistemas sustentáveis	38
3. Serviços ecossistêmicos	43
4. Reserva legal e Área de preservação permanente.....	51
4.1. Reserva legal.....	56
4.2. Área de preservação permanente	59
REFERÊNCIAS.....	63
Capítulo 2 – Artigo: Avanços e desafios dos sistemas agroflorestais no Brasil para a restauração de app e Reserva Legal e produção sustentável (<i>advances and challenges of agroforestry systems in brazil for the restoration of apps and legal reserves and sustainable production</i>).....	75
RESUMO.....	75
ABSTRACT.....	76
1. INTRODUÇÃO	77
2. MATERIAL E MÉTODOS	79
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	81
3.1 Aumenta o interesse pela agrofloresta	81
3.2 Publicações sobre agroflorestas no Brasil	84
3.3 Características das agroflorestas no Brasil	91
3.3.1 Principais temas abordados sobre agroflorestas	91

3.3.2 As agroflorestas nos diferentes biomas brasileiros.....	96
3.3.3 Principais arranjos e espécies vegetais	97
3.4 Sugestões para pesquisas e políticas públicas.....	99
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	102
REFERÊNCIAS.....	103

TRANSFORMANDO O AGRONEGÓCIO: UM ESTUDO SOBRE ESTADO DA ARTE DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO BRASIL

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo analisar o Estado da Arte de Sistemas Agroflorestais (SAFs) no Brasil em artigos disponíveis em bases de dados *online*. Os SAFs são agrossistemas baseados no potencial produtivo da integração de componente florestal perene a outras culturas, buscando otimizar os benefícios de diferentes espécies para diversificar a produção, aumentar a produtividade e reduzir riscos e custos. Foram analisados artigos publicados entre 1990 e 2023 nas bases de dados Google Acadêmico, *Web of Science*, *Science Direct* e *Scopus*. A área (Reserva Legal, Área de Preservação Permanente e/ou Área Produtiva) e o objetivo de implantação dos SAFs (recuperação ambiental, produção agropecuária para subsistência e/ou venda da produção), nortearam a pesquisa, enfatizando o potencial destes agrossistemas para a recuperação de áreas degradadas e para um desenvolvimento efetivamente sustentável do agronegócio e do Brasil. Deste modo, observaram-se a evolução de abordagens ao longo do tempo, o uso de palavras-chave e os tópicos emergentes em publicações nacionais e internacionais procurando identificar tendências e lacunas da pesquisa agroflorestal ao longo do tempo, de modo a inspirar políticas públicas e novas pesquisas. Foi identificado o subaproveitamento do potencial socioeconômico e ambiental da agrofloresta. Os SAFs são excelentes zonas de amortecimento para a proteção da vegetação nativa, ferramenta didática e como método para reduzir/eliminar custos e acelerar a restauração de Reserva Legal e Área de Preservação Permanente. Os SAFs, particularmente os biodiversos agroecológicos, têm grande potencial para a produção agropecuária e substituem com diversas vantagens ambientais e econômicas as pastagens artificiais e as monoculturas. Contudo, é fundamental enfatizar que diversos estudos destacam que a vegetação nativa, florestal ou não, é insubstituível, e as Reservas Legais e Áreas de Preservação Permanente devem ser protegidas (e restauradas quando necessário). Portanto, o aumento da produção deve vir do melhor uso da terra, não do desmatamento. Haja vista a flexibilidade e importância estratégica desses agrossistemas para o enfrentamento de diversos desafios socioambientais, e o subaproveitamento desse potencial, identificaram-se a urgência de aprimoramento e criação de políticas públicas de incentivo à produção e pesquisa agroflorestal. Destacam-se também a necessidade de qualificação profissional de técnicos e agricultores para implantação dos SAFs, gestão da propriedade, captação de crédito e de investimentos e a criação de projetos de extensão rural em todo Brasil. Também é importante investir em educação ambiental e divulgar o potencial das agroflorestas agroecológicas para que o produtor e o consumidor compreendam e valorizem a agrofloresta e os produtos agroflorestais.

Palavras-chave: Agrofloresta; Sistema Agroflorestal; Reserva Legal; Área de Preservação Permanente; Sustentabilidade; Agronegócio.

ABSTRACT

This work aimed to analyze the State of the Art of Agroforestry Systems (AFSs) in Brazil in articles available in online databases. SAFs are agroecosystems based on the productive potential of integrating a perennial forest component with other crops, seeking to optimize the benefits of different species to diversify production, increase productivity and reduce risks and costs. Articles published between 1990 and 2023 were analyzed in the Google Scholar, Web of Science, Science Direct and Scopus databases. The area (Legal Reserve, Permanent Preservation Area and/or Productive Area) and the objective of implementing the AFSs (environmental recovery, agricultural production for subsistence and/or sale of production), guided the research, emphasizing the potential of these agroecosystems for recovery of degraded areas and for an effectively sustainable development of agribusiness and Brazil. In this way, we observe the evolution of approaches over time, the use of keywords and emerging topics in national and international publications to identify trends and gaps in agroforestry research over time, in order to inspire public policies and new research. Underutilization of the socioeconomic and environmental potential of agroforestry was identified. AFSs are excellent buffer zones for the protection of native vegetation, a teaching tool and a technically and economically viable method to reduce/eliminate costs and accelerate the restoration of Legal Reserves and Permanent Preservation Areas. AFSs, particularly agroecological and biodiverse ones, also have great potential for agricultural production and replace artificial pastures and monocultures with several environmental and socioeconomic advantages. However, it is essential to emphasize that several studies highlight that native vegetation, whether forest or not, is irreplaceable, and Legal Reserves and Permanent Preservation Areas must be protected (and restored when necessary). Therefore, increased production must come from better land use, not deforestation. Given the flexibility and strategic importance of these agroecosystems for facing various socio-environmental challenges, and the underutilization of this potential, the urgency to improve and create public policies to encourage agroforestry production and research was identified. Also highlighted is the need for professional qualification of technicians and farmers to implement AFSs, property management, attracting credit and investments and creating rural extension projects throughout Brazil. It is also important to invest in environmental education and publicize the potential of agroecological agroforests so that producers and consumers understand and value agroforestry and agroforestry products.

Keywords: Agroforestry; Agroforestry Systems; Legal reserve; Permanent preservation area; Sustainability; Agribusiness.

LISTA DE ABREVIATURAS

APP(s)	Área(s) de Preservação Permanente
APR(s)	Área(s) Produtiva(s)
CAFE	Comunidade Acadêmica Federada
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
EUA	Estados Unidos da América
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
ILPF	Integração Lavoura-Pecuária-Floresta
ILP	Integração Lavoura-Pecuária
Plano ABC+	Plano setorial para adaptação à mudança do clima e baixa emissão de carbono na agropecuária com vistas ao desenvolvimento sustentável (2020-2030)
PROSAFs	Programa de Desenvolvimento de Sistemas Agroflorestais de Base Agroecológica
RL(s)	Reserva(s) Legal(is)
SAF(s)	Sistema(s) Agroflorestal(is)
UNEP	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Classificação de Sistemas Agroflorestais segundo os aspectos ecológicos, econômicos e funcionais de acordo com o arranjo dos componentes e da estrutura.....	21
Quadro 2- Três tipos principais de transições “agroflorestais”	25
Quadro 3- Três palavras-chave mais usadas, exceto “Agrofloresta” e “Sistema agroflorestal” em artigos sobre SAFs em inglês na Web of Science entre 1990 e 2018.....	34
Quadro 4- Palavras-chave mais utilizadas pelos países que mais publicaram em inglês na Web of Science entre 1990 e 2018.....	34
Quadro 5- Serviços socioambientais produzidos por sistemas agroflorestais biodiversos, segundo a percepção dos agricultores responsáveis pelos agroecossistemas conforme levantamentos de Padovan et al. (2016 e 2017).	36
Quadro 6- Quantificação das áreas destinadas à proteção e preservação da vegetação nativa e demais usos e ocupação das terras no Brasil (2018)	39

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1- Valor intrínseco x Serviços (e desserviços) ecossistêmico	45
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Termos de busca, operadores booleanos e filtros.....	81
Tabela 2- Evolução do uso de palavras-chave entre 1990 e 2023 (155 artigos)	89
Tabela 3- Principais vantagens e desvantagens/dificuldades da agrofloresta em relação a sistemas dominantes de produção (como monoculturas)	95
Tabela 4- Sugestões para pesquisas e políticas públicas	100

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Resumo da metodologia utilizada na pesquisa e apresentação dos resultados	80
Figura 2- Países com maior número de artigos publicados sobre sistemas agroflorestais nas bases de dados Scopus (utilizando o termo “AGROFORESTRY” em “título” OU “resumo” OU “palavra-chave”) e Web of Science (utilizando o termo “AGROFORESTRY” em “tópico”) entre 1990 e 2023	82
Figura 3- Países que mais publicaram artigos em inglês na Web of Science entre 1990-2018 e 1990-2023 utilizando o termo “AGROFORESTRY” em “título” OU “palavras-chave do autor” OU “Palavra-chave Plus ®”	83
Figura 4- Número de artigos encontrados para Sistemas agroflorestais em Área de Preservação Permanente, Reserva Legal e Área Produtiva	84
Figura 5- Número de artigos publicados sobre agroflorestas nas bases de dados online Google Acadêmico, Web of Science, Science Direct e Scopus entre 1990 e 2023 utilizado os termos, operadores booleanos e filtros descritos na metodologia.	85
Figura 6- Periódicos com maior número de artigos sobre agroflorestas	86
Figura 7- Autores com maior número de publicações sobre agroflorestas no Brasil entre 1990 e 2023	86
Figura 8- Autores que mais publicaram artigos sobre Sistemas Agroflorestais no Brasil entre 1990 e 2023	87
Figura 9- Principais palavras-chave utilizadas entre 1990-2023 (155 artigos)	89
Figura 10- Principais temas abordados por artigos sobre agroflorestas no Brasil entre 1990 e 2023	91
Figura 11- Número de artigos por bioma brasileiro	97
Figura 12- Principais conjuntos de espécies.....	98
Figura 13- Plantas perenes mais encontradas	99

INTRODUÇÃO GERAL

As mudanças climáticas, a desertificação, a perda de biodiversidade, a degradação do solo e de recursos hídricos), a alteração de processos ecológicos, o aumento da incidência de pragas e doenças, desmatamento, desnutrição, insegurança alimentar e outros problemas socioambientais têm sido agravados por atividades humanas como a expansão desordenada de pastagens, monoculturas e uso de agroquímicos (CASSANO et al., 2016; CORDEIRO et al., 2017; ARAÚJO-SANTOS et al., 2021; FAO, 2022; DA SILVA et al., 2023; PADOVAN et al., 2023).

Além disso, o crescimento da população humana no planeta aumenta a demanda por alimentos (KOPNINA; WASHINGTON, 2016; LIU et al., 2019; SENE; BACHA, 2023), e torna outros recursos essenciais como água e áreas cultiváveis mais escassos a cada dia (CORDEIRO et al., 2017; PALHARES et al., 2018; DOS SANTOS BASTOS et al., 2023). Dessa forma, é urgente o desenvolvimento e implantação de tecnologias e políticas públicas para aumentar a produção de modo sustentável (MEDEIROS et al., 2018; PADOVAN et al., 2023), recuperar recursos já degradados e proteger a biodiversidade e os recursos naturais remanescentes (MICCOLIS et al., 2019; DEVELEY, 2021; DE MAGALHÃES et al., 2021; CANDIOTTO; LEITE, 2023).

Diante da restrição de abertura de novas fronteiras agrícolas, a ampliação da produção vegetal por unidade de área, através de métodos sustentáveis, é a alternativa para aumentar o fornecimento alimentício. Essa sustentabilidade normalmente é atingida pela aplicação de sistemas que integram aspectos sociais, econômicos e ambientais no uso da terra (DOS SANTOS BASTOS et al., 2023)

Particularmente no Brasil, um país megabiodiverso (UNEP, 2019), com alta dependência econômica e influência política do agronegócio (DA SILVA et al., 2023) e alta ineficiência do uso de recursos, particularmente da terra (VIEIRA FILHO, 2022), é fundamental a implantação e o desenvolvimento de tecnologias efetivamente sustentáveis que valorizem a biodiversidade e os recursos naturais e humanos, de modo que as cadeias produtivas e sociedade se beneficie e proteja a riqueza local (GAMA-RODRIGUES, et al., 2021; FAO, 2022; PADOVAN et al., 2023).

O Decreto Nº 4.339, de 22 de agosto de 2002, que “institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade”, traz como 1º princípio que “a diversidade biológica tem valor intrínseco, merecendo respeito independentemente de seu valor

para o homem ou potencial para uso humano” (BRASIL, 2002). Assim, seja pelo valor intrínseco (BRASIL, 2002; MCCAULEY, 2006), e/ou pelos serviços ecossistêmicos prestados à sociedade, e/ou para o agronegócio, “a substituição de áreas de vegetação nativa por pastagens cultivadas ou culturas de baixa renda parece ser totalmente irracional e inapropriada” (METZGER et al., 2019, p.112).

As mudanças climáticas, intensificadas pela mudança de uso da terra, podem reduzir a produtividade (MAGALHÃES et al., 2020) e mesmo inviabilizar atividades do agronegócio (DENNY, 2021):

O agronegócio, por uma série de questões históricas, e conjunturais, pode ser apontado como vilão, vítima e solução para grande parte dos problemas ultra complexos que se enfrentam atualmente em escala global. Por exemplo, se realizado em áreas de desmatamento ilegal (em áreas especialmente protegidas, áreas de proteção permanente e reserva legal) se tornam um dos principais vilões de desmatamento. Por outro aspecto, em virtude de serem uma “indústria a céu aberto”, são um dos primeiros a sofrerem as consequências das mudanças climáticas, enfrentando quebras de safras mais frequentes, escassez hídrica, temperaturas elevadas, eventos extremos assim, se o setor não se engajar para evitar o aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEEs), estará praticando “agrocídio”, inviabilizando sua própria produtividade no longo prazo (DENNY, 2021, pp.1-2).

Tomando como exemplo a produção de café (GOMES et al., 2020):

As mudanças climáticas podem impor sérios desafios aos agricultores para manter os níveis de produção agrícola no futuro. Neste estudo, analisamos o efeito das mudanças climáticas projetadas na área apta para a produção de café em 2050 e o potencial dos sistemas agroflorestais para mitigar esses efeitos em uma importante região produtora de café no sudeste do Brasil. [...]. Os modelos climáticos indicaram que a temperatura média anual do ar deverá aumentar $1,7\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,3$ na região de estudo, o que levará a uma redução de quase 60 % na área apta para a produção de café em plantações a céu aberto até 2050. No entanto, a adoção de sistemas agroflorestais com 50% de sombreamento pode reduzir as temperaturas médias e manter 75% da área apta para a produção de café em 2050, especialmente entre 600 e 800 m de altitude (GOMES et al., 2020, p.1, tradução nossa¹).

Neste contexto, a agrofloresta, modo ancestral de cultivar ou manejar árvores com outras culturas (e/ou animais) na mesma unidade produtiva, sob arranjos espaciais e temporais ecologicamente eficientes, para aumentar a produtividade, a qualidade e a diversidade da produção, conservar e/ou recuperar serviços ecossistêmicos, destaca-se como opção para o desenvolvimento de um agronegócio realmente sustentável que tem atraído crescente interesse

¹ The climate models indicated that the annual mean air temperature is expected to increase $1.7\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.3$ in the study region, which will lead to almost 60 % reduction in the area suitable for coffee production in unshaded plantations by 2050. However, the adoption of agroforestry systems with 50 % shade cover can reduce the mean temperatures and maintain 75 % of the area suitable for coffee production in 2050, especially between 600 and 800 m altitude.

das pesquisas nacionais e internacionais e políticas de desenvolvimento agrícola (CORDEIRO et al., 2017; LIU et al., 2019; SABINO et al., 2022; SILVA et al., 2022):

Quando devidamente implementada, a integração de árvores, culturas e gado pode maximizar a produção agrícola e preservar os recursos ambientais [...]. Os benefícios ambientais podem incluir a restauração de terras degradadas, manutenção e reconstituição de florestas, conservação da água e do solo, fixação de carbono e nitrogênio, reciclagem de nutrientes, biorremediação do solo e preservação de serviços ecossistêmicos [...]. Os benefícios econômicos podem incluir o aumento da produtividade, a melhoria do emprego e do rendimento agrícola, a adoção de boas práticas agrícolas e o alinhamento da produção agrícola com a legislação ambiental [...] (MAIA et al., 2021, p.1, tradução nossa²).

Com base no contexto acima, o presente trabalho tem como objetivo analisar o Estado da Arte de Sistemas Agroflorestais no Brasil através de artigos disponíveis nas bases de dados online Google Acadêmico, *Web of Science*, *Science Direct* e *Scopus* publicados entre 1990 e 2023, procurando abranger a maior diversidade e representatividade de dados possível.

A área de implantação de SAF estudados (recuperação ou uso Reserva Legal, Área de Preservação Permanente e/ou Área Produtiva) foi um fator que norteou a pesquisa, para destacar o potencial dos SAFs para a recuperação de áreas degradadas e para o desenvolvimento sustentável do agronegócio e do Brasil. Também observaram-se a evolução de abordagens ao longo do tempo e o uso de palavras-chave, os tópicos emergentes (como “serviço ecossistêmico”) e lacunas, com o objetivo de identificar tendências da pesquisa agroflorestal ao longo do tempo, para inspirar políticas públicas e novas pesquisas. Foram utilizados os termos de busca específicos para cada base de dados em inglês, e português, quando possível.

Metodologia Geral

O referencial teórico foi organizado conforme as áreas de instalação do sistema agroflorestal, área produtiva (APR), Reserva Legal (RL) e/ou Área de Preservação Permanente (APP). As APPs e RLs são fundamentais para a recuperação/conservação da biodiversidade e manutenção de serviços ecossistêmicos. As áreas produtivas são importantes pelo elevado potencial produtivo das agroflorestas e pela dificuldade para monoculturas (e outras práticas predominantes), ainda que extremamente produtivas e “tecnológicas”, serem efetivamente

² When properly implemented, the integration of trees, crops, and livestock can maximize farm production and preserve environmental resources (Balbino et al., 2011; Nair, 1984). The environmental benefits may include restoring degraded lands, maintaining and reconstituting woodlands, water and soil conservation, carbon and nitrogen fixation, nutrient recycling, soil bioremediation, and preservation of ecosystem services (de Moraes et al., 2014; Gnonlonfon et al., 2019; Koch et al., 2019; Schembergue et al., 2017; Thamo et al., 2017). The economic benefits may include increased yield, improvements in employment and farm income, the adoption of good agricultural practices, and the alignment of the agricultural production with the environmental legislation (Cortner et al., 2019; Costa et al., 2018; Gasparini et al., 2017).

sustentáveis e garantirem a função social da terra, por sua necessidade de grandes entradas de insumos externos, uniformidade genética, valor agregado limitado, risco eventos naturais desfavoráveis e de queda de preço (METZGER et al., 2019; BORSATTO et al., 2022; FAO, 2022; SCHULER et al., 2022). A metodologia, resultados e considerações finais serão apresentados no formato de artigo.

Capítulo 1 – Revisão de Literatura

Esta revisão teve como objetivo analisar o Estado da Arte de Sistemas Agroflorestais (SAFs) no Brasil em artigos publicados e disponíveis online entre 1990 e 2023. Foram realizadas análises bibliométricas e qualitativas de 155 artigos. A área e o objetivo de implantação nortearam a pesquisa, observando o potencial dos SAFs para recuperação de áreas degradadas, para produção, tendências e lacunas da pesquisa agroflorestal, de modo a inspirar políticas públicas, investimentos privados e novas pesquisas.

Os SAFs são agrossistemas baseados na integração de um componente florestal perene a outras culturas, buscando aumento de produtividade e redução de riscos e custos de produção através do aproveitamento sustentável dos recursos e das interações entre as espécies e entre as espécies e o ambiente. Foi identificado um elevado – e subaproveitado – potencial socioeconômico e ambiental das agroflorestas. Os SAFs podem produzir diversos serviços ecossistêmicos, são excelentes zonas de amortecimento para a proteção da vegetação nativa, ferramentas didáticas e técnica economicamente viável para acelerar a restauração de Reserva Legal e Área de Preservação Permanente.

As agroflorestas substituem com diversas vantagens pastagens artificiais e monoculturas, mas não se comparam à complexidade, diversidade, prestação de serviços ecossistêmicos e valor intrínseco da vegetação nativa, que florestal ou não, é insubstituível. Assim, o aumento da produção agrícola deve vir do melhor uso da terra, não do desmatamento.

1. Sistemas agroflorestais

Sistemas agroflorestais (SAFs) são um “instrumento inovador para o desenvolvimento da agricultura” (ALVES; DE ALENCAR, 2020, p.43) no qual são cultivadas ou manejadas espécies perenes como árvores, arbustos, palmeiras, entre outras (PADOVAN et al. 2023), e outras espécies (vegetais e/ou animais, nativos e/ou exóticos) em uma mesma unidade produtiva. Os SAFs são organizados em arranjos espaciais e temporais que buscam aumentar a produtividade através dos benefícios conferidos pelas interações entre as espécies (SABINO et al., 2022) e utilização inteligente de recursos como água e solo (SILVA et al. 2022). “Os SAF trazem os princípios de funcionamento dos ecossistemas florestais, decodificados pelos povos originários e, atualmente, compreendidos à luz da Agroecologia” (FELIPE, 2023, p.10). Além disso:

segundo a FAO (2017), aproximadamente 1,2 bilhão de agricultores praticam no mundo, defendem e dependem desses agroecossistemas [SAFs] por serem geradores de diversos benefícios socioeconômicos e serviços ambientais e culturais. Felipe et al.

(2023) ressaltam que esses agroecossistemas biodiversos, complexos, são tradicionais e foram as primeiras modalidades de cultivos praticados pela humanidade, pautando-se em conhecimentos ancestrais e em bases ecológicas (PADOVAN et al., 2023, p. 8100).

Os SAFs foram desenvolvidos e aperfeiçoados na América por diversos povos milhares de anos antes da chegada dos europeus. Na Amazônia oriental, a base de subsistência para o desenvolvimento de sociedades complexas começou há aproximadamente 4.500 anos com a adoção da policultura agroflorestal, que se intensificou com o desenvolvimento das terras escuras amazônicas combinando o cultivo de culturas anuais múltiplas com o enriquecimento progressivo de espécies florestais comestíveis e a exploração dos recursos aquáticos (MAEZUMI et al., 2018). Além disso, diversos povos ameríndios domesticaram e dispersaram várias espécies de plantas, sendo encontrada hiper dominância de espécies úteis nas proximidades de locais habitados por esses povos (BHAGWAT et al., 2008; SHEPARD; RAMIREZ, 2011; LEVIS, et al., 2012; 2017; ROBINSON et al., 2018; CAMPOS et al., 2019; THEVENIN; THEVENIN, 2019; PEREIRA CRUZ et al., 2020).

Na Europa também eram cultivados pomares ricos em espécies e tecnologias agroecológicas complexas, desenvolvidas ao longo de séculos (GÖTSCH, 2019):

Uma vez, há não mais do que dois séculos e meio, a agricultura de nossos ancestrais estava ancorada em perenes e era dominada por perenes. Todos os seus agro-ecossistemas eram movidos pelas dinâmicas que eles alcançavam com a poda anual de seus sistemas de múltiplos andares complexos e inteligentemente organizados. Perenes também eram a principal fonte de alimentos.

Mesmo para nós, descendentes indiretos daqueles antigos, quase duzentos anos depois, até a primeira década da minha vida, as perenes compunham a maior parte de nossos cardápios do dia-a-dia.

Ainda no início dos anos 50 do século passado, restavam sobras, embora poucas, mas, como mostrarei neste artigo, remanescentes decisivos do fundamento para uma enorme riqueza, que nossos antigos construíram durante centenas de anos. Tudo indica que aqueles eram um tanto diferentes do conceito que nos é ensinado em nossas lições da história, classificando-os como materialmente pobres e simplórios [...]

- Criaram economias infinitivas em termos de plantações complexas e perenes que perduraram por séculos;

- Eles construíram uma infraestrutura sólida, extremamente bem-sucedida e um forte fundamento cultural.

E, além disso, passaram grande parte de todo esse tesouro, solidificado, na forma de um impressionante patrimônio material e cultural para as gerações futuras;

- Eles tinham o espírito e o conhecimento para plantar pomares, que dois ou três séculos depois ainda estavam produzindo enormes quantidades dos frutos dos mais diversificados e de melhor qualidade;

- E eles também tinham tempo livre, artesanato e as condições materiais para projetar e construir casas e celeiros, que duravam séculos. Os melhores domicílios feitos do melhor material (GÖTSCH, 2019, p.5).

Pela complexidade dos sistemas agroflorestais, e por se tratar de sistemas produtivos tradicionais que otimizam recursos culturais e ambientais (SABINO et al., 2022) “agricultores

têm conhecimento experimental substancial e inestimável sobre seus sistemas” (CARDOSO et al., 2001, pp. 236-237). Assim, é fundamental que projetos agroflorestais reconheçam e valorizem tais conhecimentos (CARDOSO et al., 2001; FREIRE, 2014; 2022; GÖTSCH, 2019).

1.1. Conceitos e classificações

Os SAFs “existentes em diferentes lugares são tão complexos e diversos que precisam ser agrupados e classificados em diferentes categorias para avaliá-los e desenvolver alguns planos de ação para sua melhoria” (NAIR, 1991, p.10, tradução nossa³), podendo ser usados diversos critérios para classificá-los. De um modo lógico e simples, com base em seus componentes, há três tipos básicos de sistemas agroflorestais: Silviagrícolas (cultivos e árvores); Silvipastoris (pasto/animais + árvores) e Agrossilvipastoris (cultivos + pasto/animais + árvores) (NAIR, 1991; BALBINO et al., 2012).

Conforme o SENAR (2017), os SAFs podem ser classificados (Quadro 1), entre outros, segundo aspectos ecológicos, conforme sua localização e complexidade biológica; econômicos, se são comerciais, de subsistência ou intermediários; funcionais, se têm como objetivo a produção ou a proteção; ou com base em sua estrutura, como silviagrícolas, silvipastoris ou agrossilvipastoris (SENAR, 2017):

Quadro 1- Classificação de Sistemas Agroflorestais segundo os aspectos ecológicos, econômicos e funcionais de acordo com o arranjo dos componentes e da estrutura

CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS	
Classificação quanto aos aspectos ecológicos, econômicos e funcionais	
Aspectos ecológicos	• Localização geográfica e situação topográfica • Complexidade biológica
Aspectos econômicos	• Comerciais • De subsistência • Intermediários
Aspectos funcionais	• De produção • De proteção
Classificação com base no arranjo dos componentes	
Arranjo no tempo	• Sequenciais • Simultâneos ou complementares
Arranjo no espaço	• Sistemas contínuos • Sistemas zonais • Sistemas mistos

³ These AF systems existing in different places are so complex and diverse that they need to be grouped and classified into different categories in order to evaluate them and develop some action plans for their improvement.

Continuação do quadro 1

Classificação com base na estrutura	
Sistemas silviagrícolas	Espécie(s) perene(s) (como árvores, arbustos e palmeiras) + outra(s) espécie(s) vegetal(is)
Sistemas silvipastoris	Espécie(s) perene(s) + animal(is)
Sistemas agrossilvipastoris	Espécie(s) perene(s) + outra(s) espécie(s) vegetal(is) + animal(is)

Fonte: SENAR (2017).

Existem outros tipos de SAFs, por exemplo, “apicultura com árvores, aquicultura envolvendo árvores e arbustos e lotes de árvores multiuso” (NAIR, 1991, p.10, tradução nossa⁴).

Atualmente, a FAO define Sistema Agroflorestal como um nome coletivo para sistemas e tecnologias de uso da terra onde plantas perenes lenhosas e culturas agrícolas e/ou animais, são manejadas em uma unidade produtiva em alguma forma de arranjo espacial ou temporal (LIU et al., 2019). Assim, há um consenso na literatura que a agrofloresta combina a produção de múltiplos resultados com a proteção de recursos como água e solo (SABINO et al., 2022), enfatiza o uso plantas nativas com múltiplas funções, é adequada para ambientes frágeis; envolve a interação de valores socioculturais e é estrutural e funcionalmente mais complexa que a monocultura (NAIR, 1991; LEITÃO; GIMENES; PADOVAN, 2022).

Há Sistemas Agroflorestais que consistem basicamente de consórcios simples, cujo paradigma é o mesmo da monocultura, da competição, sendo a combinação de algumas espécies utilizada para aproveitar melhor fatores de produção, os insumos e a mão de obra; enquanto outros SAF, mais complexos, baseiam-se em outro paradigma, buscando os fundamentos na própria floresta, em seus princípios ecológicos (MARTINS; RANIERI, 2014, p.81).

Assim, qualquer consórcio de culturas que tenha um componente arbóreo perene, nativo ou não, é considerado um sistema agroflorestal (MICCOLIS et al., 2019; REIS et al., 2020). Mas, no caso da utilização de SAFs para restauração e recuperação das Áreas de Preservação Permanentes e da Reserva Legal, prevista na Instrução Normativa No - 5, de 8 de setembro de 2009, é fundamental observar a diversidade e a estrutura das espécies vegetais (BRASIL, 2009; EMBRAPA, 2018) para a recuperação e manutenção dos serviços ecossistêmicos e da biodiversidade (METZGER et al., 2019; DURIGAN et al., 2022).

A Instrução Normativa nº5, de 8 de setembro de 2009, que “dispõe sobre os procedimentos metodológicos para restauração e recuperação das Áreas de Preservação

⁴ Other specialized AF [agroforestry] systems can also be defined, e.g., apiculture with trees, aquaculture involving trees and shrubs, multipurpose tree lots, and so on.

Permanentes e da Reserva Legal instituídas pela Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965” (BRASIL, 2009), define Sistemas agroflorestais-SAF como:

Sistemas de uso e ocupação do solo em que plantas lenhosas perenes são manejadas em associação com plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas, culturas agrícolas, forrageiras em uma mesma unidade de manejo, de acordo com arranjo espacial e temporal, com alta diversidade de espécies e interações entre estes componentes (BRASIL, 2009, p.65)

No Brasil, por sua extensão, riqueza florística e diversidade edafoclimática, são utilizados diversos arranjos agroflorestais (PADOVAN et al., 2023), destacando-se os de cacau e café sombreados (ARAÚJO-SANTOS et al., 2021), pomares, erva-mate (MONTROYA; MAZUCHOWSKI, 1994; LACERDA; HANISCH; NIMMO, 2020; URRUTH; BASSI; CHEMELLO, 2022) e outras plantas brasileiras como castanheiras, cupuaçuzeiros e palmeiras (BOLFE; BATISTELLA, 2011; VILLA et al., 2020; MAGRI et al., 2021). Adicionalmente, conforme Miccolis et al. (2019):

diferentes tipos de sistemas e práticas levam a impactos variados. Alguns tipos de SAFs simples não conseguem atender aos critérios de restauração estabelecidos pela legislação brasileira devido aos baixos níveis de biodiversidade (MMA e REBRAF, 2005) e à complexidade estrutural necessária para fornecer outros serviços ecossistêmicos, enquanto outros são claramente bastante eficazes no fornecimento de tais funções. Nesse sentido, as agroflorestas de elevada biodiversidade ou “sucessionais” constituem a opção mais avançada em termos de estrutura e função. Esses sistemas foram desenvolvidos e amplamente difundidos por um agricultor e pesquisador agroflorestal, Ernst Götsch, que liderou e inspirou uma série de práticas inovadoras em diferentes biomas brasileiros (Moressi et al., 2014; Peneireiro, 1999; Schulz et al., 1994). É importante ressaltar que a alta diversidade de espécies e a heterogeneidade funcional desses sistemas sucessionais exigem manejo intenso, capinas seletivas e podas sucessivas, o que implica disponibilidade de mão de obra como principal insumo e acesso ao conhecimento sobre práticas de manejo (MICCOLIS et al., 2019, p.212, tradução nossa⁵).

Também são encontrados estudos sobre arranjos mais simples como eucalipto, braquiária/gado e culturas anuais, como soja. Apesar de não fornecerem todos os benefícios de uma agrofloresta biodiversa (MICCOLIS et al., 2019), estes arranjos podem ser eficientes para recuperar pastagens degradadas, proporcionar bem-estar animal, diversificar a produção, reduzir riscos e custos etc. (CORDEIRO et al., 2017; JUNIOR et al., 2020).

⁵ different types of systems and practices lead to varying impacts. Some types of simple AFS do not manage to meet restoration criteria as established by Brazilian law due to low levels of biodiversity (MMA and REBRAF, 2005) and structural complexity needed to provide other ecosystem services, while others are clearly quite effective at providing such functions. In this regard, high biodiversity or ‘successional’ agroforests stand as the most advanced option in terms of structure and function. These systems were developed and widely disseminated by an agroforestry farmer and researcher, Ernst Götsch, who has spearheaded and inspired a series of innovative practices throughout different Brazilian biomes (Moressi *et al.*, 2014; Peneireiro, 1999; Schulz *et al.*, 1994). It is important to underscore that the high species diversity and functional heterogeneity of these successional systems requires intense management, selective weeding and successive pruning, which entails availability of labour as a main input and access to knowledge on management practices.

O Plano ABC+ diferencia os conceitos sistemas de integração de modo diferente da literatura encontrada, que considera os sistemas ILPF sistemas agroflorestais (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA, 2023b):

“Integração” é o ato ou efeito de integrar ou tornar inteiro, caracterizado pela combinação de partes isoladas para a formação de um conjunto que trabalha como um todo. Um de seus usos, no Brasil, é para identificar sistemas de produção agropecuária que combinam as atividades agrícola, pecuária e/ou florestal na mesma área ou gleba, constituindo um sistema de produção. Compostos por diferentes tipos, com graus variados de diversificação e complexidade, atualmente são considerados os sistemas mais sustentáveis para produção de alimentos, grãos, fibras e energia. No ABC+, dois tipos de sistemas serão fomentados: Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e Sistemas Agroflorestais (SAF).



Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) - é uma estratégia de produção sustentável que integra atividades agrícolas, pecuárias e/ou florestais em uma mesma área, seja em consórcio, sucessão ou rotação. [...] Já existem disponíveis arranjos bem definidos e consolidados para todas as regiões do Brasil, podendo ser fomentados para diferentes condições e realidades. Os sistemas ILPF são comprovadamente tecnologias agrícolas poupa-terra, de alto desempenho ambiental, especialmente no que tange a melhoria da capacidade adaptativa e da resiliência dos sistemas de produção agropecuários frente à mudança do clima, ao mesmo tempo que possibilita o aumento da produtividade via intensificação sustentável, sem a necessidade de abertura de novas áreas.



Sistemas Agroflorestais (SAF) – são sistemas de uso da terra onde espécies lenhosas são utilizadas com culturas agrícolas e/ou com animais, nas mesmas unidades de produção, num determinado arranjo espacial e temporal. Abrangem desde sistemas muitos simples, como uma espécie de árvore consorciada com uma espécie de cultivo, denominados “Taungya”, a sistemas muitos complexos, assemelhados à vegetação nativa em relação às espécies; diversidade e função; estrutura horizontal e vertical, e; dinâmica sucessional. São utilizados mundialmente para produção de alimentos, especiarias, plantas medicinais, produtos madeireiros, energia, bioativos, produtos para alimentação animal, matéria-prima para construção civil (palha, bambu) e artesanato (sementes, fibras). As principais vantagens na utilização dos SAF são a produção complementar e diversificada, e a interação positiva entre seus componentes, garantindo segurança alimentar. Alguns exemplos mais utilizados no Brasil são os consórcios agroflorestais, as agroflorestas sucessionais, o manejo de capoeira, os quintais florestais e os sistemas sombreados (cabruca, café sombreado). Ao incluir os SAF no ABC+, como uma opção para obtenção de múltiplos produtos, sob variados perfis socioeconômicos de produtores e nos diferentes biomas, também se promove a otimização do uso da terra, conciliando conservação com produção de alimentos. (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA, 2023b)

As metas do Plano ABC + incluem 10 milhões de hectares para Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e 0,1 milhão de hectares para Sistemas Agroflorestais (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA, 2023a).

Os sistemas agroflorestais podem ser classificados como agroecológicos ou não (SCHULER et al., 2022) e conforme seu histórico de implantação (se houve desmatamento para a implantação do SAF ou se o SAF foi implantado em uma área degradada, por exemplo), seus objetivos e implicações sociopolíticas e ambientais. Para mais, as transições agroflorestais

(Quadro 2), de monoculturas e pecuária convencional ou vegetação nativa para agroflorestas, podem trazer benefícios e/ou desvantagens para a sociedade e para o ambiente (OLLINAHO; KRÖGER, 2021):

Quadro 2- Três tipos principais de transições “agroflorestais”

Tipo	Boa: agroecoflorestal	Ruim: agrobizsilvicultura	Feia: agrodesflorestamento
Pontos de partida típicos	terras degradadas, pastagens, monoculturas, florestas	monoculturas, pastagens, terras degradadas, florestas secundárias	florestas primárias
Intervenções típicas	plantio de espécies arbóreas nativas, outras perenes e culturas alimentares utilizando princípios agroecológicos	plantação de árvores selecionadas, espécies tipicamente exóticas, rotação de culturas, 'consorciação' em parcelas paralelas	corte raso para estabelecer plantações comerciais de árvores, tipicamente de espécies exóticas, plantando uma espécie em detrimento de outras
Alterações biofísicas típicas	aumenta a biodiversidade, aumenta a idade média de cultivo, o carbono do solo e a saúde geral do solo, imita a vegetação/florestas nativas	aumenta a produtividade e a biodiversidade (mas introduz espécies exóticas), aumenta o carbono e a saúde do solo e diversifica a produção em nível local; pode ter impactos deletérios sobre, por exemplo, a disponibilidade de água e biodiversidade; impulsiona a expansão da fronteira agrícola em níveis de sistema	degrada florestas, estimula o desmatamento, expande plantações de espécies únicas
Mudanças sociopolíticas típicas	cooperativização, descentralização da propriedade da terra, garantia fundiária, ausência de êxodo rural, vitalização do campo	concentração de terras, êxodo rural, aumento da desigualdade de renda, financeirização gradual, competição selvagem, aumento da renda agrícola dos mais aptos, enraizar ainda mais o paradigma 'fique grande ou saia'	introdução de dependência de renda monetária, crescimento de renda, desigualdades dentro e entre algumas comunidades, investimento especulativo, crescimento de proprietários ausentes, afluxo de migrantes para áreas de conservação ou florestas
Literaturas específicas que estudam a transição “agroflorestal”	agrofloresta, agroecologia, permacultura, estudos camponeses, estudos agrários críticos, economia política agrária, estudos rurais	agrofloresta industrial, agroflorestal comercial, plantações agroflorestais	REDD+, biologia da conservação

Fonte: OLLINAHO; KRÖGER (2021, p. 211) (tradução nossa).

Assim, as transições agroflorestais podem ser “boas” (agroecoflorestais), quando restauram áreas degradadas, baseiam-se em princípios agroecológicos e aproveitam todos os benefícios que as agroflorestas ecológicas oferecem, produzindo alimentos diversificados, sem agrotóxicos, com alta qualidade e valor agregado, como frutas (MICCOLIS et al., 2019; MAIA et al., 2021; SABINO et al., 2022); “ruins” (agrobizsilvicultura) quando consistem em sistemas que otimizam os lucros da propriedade, recuperando áreas degradadas, diversificando (pouco)

a produção e aumentando a produtividade e a qualidade da produção (CORDEIRO et al., 2017; JUNIOR et al., 2020), mas têm impactos sociais negativos; ou “feias” (agro desflorestamento) quando destroem a vegetação natural e causam prejuízo socioeconômico e ambiental (OLLINAHO; KRÖGER, 2021).

1.2. Benefícios ambientais dos sistemas agroflorestais (SAFs)

O Brasil é um dos países que mais utiliza agroquímicos (SCHULER et al., 2022) e apresenta alta taxa de desmatamento causada pela expansão de áreas agrícolas sobre a vegetação nativa. Os Sistemas Agroflorestais, apesar de não serem tão eficientes e complexos quanto florestas naturais para a proteção de espécies e de recursos naturais, como água, ar e solo, podem oferecer diversas vantagens ambientais e econômicas se comparados com outros modos de produção agropecuário, como monoculturas e corte e queima (CORDEIRO et al., 2017; REGO; KATO, 2018; SILVA et al., 2020; ARAÚJO-SANTOS et al., 2021; CABRAL; FARIA; MORANTE-FILHO, 2021; FIALHO et al., 2021).

Entre os benefícios ambientais estão aqueles relacionados à conservação, especialmente importantes em paisagens muito fragmentadas: (a) fornecem habitats para espécies que toleram certo nível de distúrbio; (b) ajudam a reduzir as taxas de conversão de habitat natural pela menor pressão pelo uso da terra para produção agropecuária; (c) fornecem uma alternativa mais produtiva e sustentável aos sistemas convencionais de exploração dos recursos naturais; (d) oferecem suporte à integridade dos remanescentes florestais - constituem corredores ecológicos, trampolins ou zonas de amortecimento - favorecendo a conservação de espécies sensíveis da flora e da fauna e (e) fornecem serviços ecossistêmicos como sequestro de carbono, melhora da qualidade do ar, da água e do solo, além da conservação da biodiversidade (MARTINS; RANIERI, 2014, p.82)

A agrofloresta tem se destacado como uma das abordagens mais promissoras para reduzir o desmatamento nos trópicos, proteger a biodiversidade (BHAGWAT et al., 2008), aliviar a pressão sobre a vegetação nativa, agir como zona de amortecimento e apoiar a integridade de ecossistemas (MACIEL; LEME, 2009; MICCOLIS et al., 2019). Os SAFs reduzem efeitos de borda, erosão e assoreamento. Além disso, funcionam como corredor ecológico, melhorando os habitats terrestres e aquáticos e aumentando a conectividade dos componentes da paisagem, tornando assim a conservação mais eficaz (RODRIGUES et al., 2019; CABRAL; FARIA; MORANTE-FILHO, 2021). “Nos sistemas agroflorestais, as árvores modificam os parâmetros climáticos de uma determinada área e criam um microclima complexo

por meio de interações entre topografia, composição vegetal e estrutura organizacional das árvores” (JUNIOR et al., 2020, p.1, tradução nossa⁶).

O componente florestal perene confere estabilidade microclimática e estrutural, mantendo temperatura e umidade adequadas à sobrevivência muitas espécies (JOSE, 2009), sequestro e estocagem de carbono na biomassa das plantas e no solo (PADOVAN et al., 2023), proteção de água e solo contra contaminação, assoreamento, erosão (BÉLIVEAU et al., 2017), secas e alagamentos. Também favorece o desenvolvimento de micro-organismos e fauna do solo (PADOVAN et al., 2017a; b). Além disso, pode favorecer o deslocamento de animais que dependem de árvores (CABRAL; FARIA; MORANTE-FILHO, 2021) e fornecer abrigo e alimento para espécies mais generalistas (BHAGWAT et al., 2008; SILVA, 2020). Conforme Sabino et al. (2022):

Os SAFs podem desempenhar um papel fundamental no alinhamento da conservação da biodiversidade com a geração de renda nas florestas tropicais (PERFECTO et al., 1996). O manejo adequado das árvores nos SAFs promove cobertura efetiva do solo e contribui para a manutenção e controle da umidade do solo (Aguiar et al., 2010), além de ser importante para a mitigação de CO₂ (ALBRECHT E KANDJI, 2003). No Brasil, os SAFs têm se mostrado uma importante estratégia para aumentar a produtividade em comparação com práticas agrícolas tradicionais (MAIA et al., 2021) e fornecer habitats complementares para espécies silvestres, mitigando os efeitos da perda de habitat (CABRAL et al., 2021). Essa técnica pode aumentar a biodiversidade e a provisão de serviços ecossistêmicos em relação à agricultura convencional e pode ser um tipo de uso da terra estrategicamente benéfico no planejamento rural (SABINO et al., 2022, p.1-2, tradução nossa⁷).

Os SAFs são indicados para recuperar áreas degradadas, melhorando os as características físico-químicas do solo, a qualidade e a quantidade da água (RODRIGUES, et al., 2019.) e o microclima para a produção agrícola e a biodiversidade (MORESSI; PADOVAN; PEREIRA, 2014; PADOVAN et al., 2017a; b; MICCOLIS et al., 2019; LV et al., 2021) e recuperando e/ou restaurando serviços ecossistêmicos de áreas de vegetação original florestal (DURIGAN et al., 2022; MIOLA et al., 2019; SCHULER et al., 2022). Entretanto, conforme Santos, Crouzeilles e Sansevero (2019):

As florestas bem preservadas devem ser conservadas e expandidas devido à sua capacidade única de manter a biodiversidade e o fornecimento de SE [serviços

⁶ In agroforestry systems, trees modify climatic parameters over a given area and create a complex microclimate through interactions between topography, plant composition and organizational structure of trees.

⁷ The AFSs can play a key role in aligning biodiversity conservation with income generation in tropical forests (Perfecto et al., 1996). Adequate tree management in AFSs promotes effective ground cover and contributes to the maintenance and control of soil moisture (Aguiar et al., 2010), in addition to being important for CO₂ mitigation (Albrecht and Kandji, 2003). In Brazil, AFSs have been shown to be an important strategy to increase productivity compared to traditional farming practices (Maia et al., 2021) and to provide complementary habitats for wild species, mitigating the effects of habitat loss (Cabral et al., 2021). This technique can enhance biodiversity and ecosystem service provision relative to conventional agriculture and could be a strategically beneficial land use type in rural planning (Torralba et al., 2016).

ecossistêmicos] a longo prazo (CROUZEILLES et al., 2016). No entanto, a adoção de práticas de gestão de terras mais ecológicas em paisagens agrícolas é uma boa estratégia complementar. Do ponto de vista do sistema de produção, os sistemas agroflorestais biodiversos são mais semelhantes aos ecossistemas de referência em termos de conservação da biodiversidade e fornecimento de SE [serviços ecossistêmicos]. Nossos resultados apoiam fortemente o uso de sistemas agroflorestais, especialmente sistemas biodiversos, para recuperação de paisagens degradadas e como uma prática de gestão de terras mais ecologicamente correta. [...]. No Brasil, por exemplo, a Lei de Proteção da Vegetação Nativa deveria ser mais específica em termos de qual tipo de sistema agroflorestal é mais adequado para recuperar uma dívida florestal que abrange mais de 20 milhões de hectares (SANTOS; CROUZEILLES; SANSEVERO, 2019, p. 144, tradução nossa⁸).

Os SAFs têm potencial para atingir maior produtividade que outros sistemas, podendo evitar o desmatamento para novas áreas de produção agrícola (CARDOZO et al., 2015; MICCOLIS et al., 2019; MAIA et al., 2021; SABINO et al., 2022). Além disso, reduzem a necessidade de insumos externos, diminuindo, deste modo, os impactos da produção e uso de fertilizantes e defensivos químicos, a contaminação da água e solo pelo uso destes produtos por promoverem melhor drenagem o solo e biorremediação (MAIA et al., 2021; SCHULER et al., 2022). Particularmente árvores com raízes profundas servem como redes de segurança para águas subterrâneas, absorvendo fosfatos e nitratos de fertilizantes lixiviados (JOSE, 2009).

Os SAFs também aumentam a ocorrência espécies vegetais nativas, promovem a sucessão ecológica, amenizam eventos climáticos extremos, fornecem fontes alternativas de alimentos e abrigo para a fauna silvestre (JOSE, 2009; MICCOLIS et al., 2019), abrigam bancos de sementes (MORESSI; PADOVAN; PEREIRA, 2014; PADOVAN; PEREIRA; FERNANDES, 2018; ARAÚJO-SANTOS et al., 2021), beneficiam polinizadores e dispersores de sementes (CABRAL; FARIA; MORANTE-FILHO, 2021; SABINO et al., 2022). Além disso, os SAFs auxiliam a conservação e a restauração ambiental (MORAES; CAVICHIOLLI, 2022) aumentando a regeneração natural de áreas potenciais desprovidas de vegetação, maior sobrevivência de mudas plantadas e possibilitando a substituição de defensivos por manejo de cultivares (REIS et al., 2020).

Os SAFs também se destacam como recurso didático, sendo utilizados com sucesso na educação ambiental, para a compreensão de conceitos fundamentais como sucessão ecológica

⁸ Well-preserved forests should be conserved and expanded because of their unique capacity to maintain biodiversity and ES provision in the long-term (Crouzeilles et al., 2016). Nonetheless, adopting more environmentally friendly land management practices in agricultural landscapes is a good complementary strategy. From a production system perspective, biodiverse agroforestry systems are most similar to reference ecosystems in terms of biodiversity conservation and ES provision. Our results strongly support the use of agroforestry systems, especially biodiverse systems, for recovery of degraded landscapes and as a more environmentally friendly land management practice. [...]. In Brazil, for example, the Law of Protection of Native Vegetation should be more specific in terms of which type of agroforestry system is more appropriate to recover a forest debt that encompasses more than 20 million hectares (Soares-Filho et al., 2014).

(MARIANO; MELO; LEMOS JR, 2013), agroecologia (CAVALCANTI FILHO; MELO, 2020; BORSATTO et al., 2022), bem como em aulas práticas de ciências e outras disciplinas. Os SAFs também podem promover recreação e a aproximação da comunidade com a natureza não humana, doravante denominada natureza (OLIVEIRA E SILVA NEVES; DA SILVA; AMBRÓSIO, 2024).

1.3. Benefícios socioeconômicos dos sistemas agroflorestais (SAFs)

Os sistemas agroflorestais (SAFs) têm se destacado nacional e internacionalmente como sistema produtivo sustentável (LIU et al., 2019; OLLINAHO; KRÖGER, 2021) por seu potencial estratégico para cultivar alimentos (e outros produtos agrícolas) diversificados e por melhorar qualidade de vida do produtor rural, pelos diversos serviços ecossistêmicos produzidos pelo agrossistema, como melhoria microclimática conferida pelas árvores, diminuição de vento, calor e frio excessivos, melhor umidade e qualidade do ar e da água (JOSE, 2009; SOUSA; VIEIRA, 2017; MAIA et al., 2021; PADOVAN et al., 2023).

Os SAFs podem aumentar a produtividade, melhorar o emprego e a renda agrícola e alinhar a produção agrícola com a legislação ambiental (MAIA et al., 2021). Os SAFs também são uma estratégia de adaptação às mudanças climáticas (GOMES et al., 2020; MAIA et al., 2021), proporcionam maior estabilidade e protegem os lucros de queda de preço, doenças, pragas e eventos climáticos prejudiciais à produção (MICCOLIS et al., 2019).

A agrofloresta é uma excelente opção para a restauração e manutenção de serviços ecossistêmicos de áreas degradadas, como melhoria do microclima; maior eficiência no uso de recursos como nutrientes, água, luz e calor (PADOVAN et al., 2017a; b; GOMES et al., 2020; SABINO et al., 2022); melhor qualidade da água do solo e do ar (JOSE, 2009; CANA VERDE et al., 2023); redução da erosão (BÉLIVEAU et al., 2017); aumento do sequestro de carbono (JOSE, 2009; SANTOS et al., 2021; CRESPO et al., 2023); proteção da biodiversidade (BHAGWAT et al., 2008; DE PAULA AMARAL et al., 2021) e beleza cênica (LEITÃO; GIMENES; PADOVAN, 2022). Além disso, os SAFs podem reduzir custos de recuperação Áreas de Preservação Permanente (PEREIRA et al., 2020; LOBTCHENKO, 2020) e Reserva Legal (MARTINS; RANIERI, 2014), utilizado as entrelinhas das plantas nativas para cultivos comerciais nos primeiros anos de implantação (LOBTCHENKO, 2020; AGOSTINHO et al., 2022). Conforme Miccolis et al. (2019), os SAFs podem recuperar e/ou proteger diversos serviços ecossistêmicos:

[os SAFs] são conhecidos por modificar o microclima (KANDJI et al., 2006), possuem um alto potencial para aumentar a biodiversidade (BHAGWAT et al., 2008), contribuem para reduzir as pressões sobre as florestas nativas (JOSE, 2012) e apoiam a integridade dos ecossistemas florestais (NAIR et al., 2010). São também eficazes no controlo da erosão e dos deslizamentos de terra e na produção de matéria orgânica e na ciclagem de nutrientes (SOUZA; PIÑA-RODRIGUES, 2013), especialmente quando se assemelham a ecossistemas naturais (NAIR et al., 2010). Também foi demonstrado que as agroflorestas regulam a quantidade e a disponibilidade de água, melhoram a qualidade da água, aumentam a recarga das águas subterrâneas e fornecem zonas de proteção ribeirinha (MICCOLIS et al., 2019, p. 211, tradução nossa⁹).

A integração de culturas e árvores promove o enriquecimento do solo (DOS SANTOS BASTOS et al., 2023; BRANDÃO et al., 2022), particularmente sob manejo agroecológico, aumentando a quantidade de matéria orgânica e fixação biológica de nitrogênio (PAOVAN et al., 2023) e biodiversidade (JOSE, 2009; CORREA et al., 2015; MATOS et al., 2020; FIALHO et al., 2021; DOS SANTOS BASTOS et al., 2023), melhorando, assim, suas condições físico-químicas e, conseqüentemente, a produtividade.

Os SAFs podem reduzir os custos de agroquímicos, através do controle de ervas daninhas, pragas e doenças por aumento da competição, dominância física, ocupação do espaço e alelopatia (LV et al., 2021). Além disso, podem aumentar a qualidade (CORDEIRO et al. 2017) e a produtividade (SABINO et al. 2022) através do manejo adequado das espécies (EMBRAPA, 2018; MICCOLIS et al., 2019; REIS et al., 2020; MAIA et al., 2021; DE MENDONÇA et al., 2022; MORAES; CAVICHIOLLI, 2022).

Assim, a agrofloresta pode proporcionar diversos outros benefícios econômicos, principalmente se forem considerados os benefícios não-monetários (CARDOZO et al., 2015) e os serviços ecossistêmicos oferecidos pelo componente florestal (PADOVAN et al., 2016; MICCOLIS et al., 2019; JUNIOR et al., 2020). É importante destacar que os SAFs mais complexos, com mais espécies em diferentes grupos sucessionais e baseados em manejo agroecológico, além de produzirem serviços ecossistêmicos mais diversificados e abundantes têm obtido a melhor relação custo-benefício (CARDOZO et al., 2015; MICCOLIS et al., 2019).

Cardozo et al. (2015) identificaram que as roças caseiras de pequeno e médio porte, com grande diversidade de espécies cultivadas, principalmente para consumo próprio, geraram

⁹ are known to modify microclimate (Kandji et al., 2006), hold a high potential for increasing biodiversity (Bhagwat et al., 2008), contribute to reducing pressures on native forests (Jose, 2012) and support the integrity of forest ecosystems (Nair et al., 2010). They are also effective at controlling erosion and landslides and at producing organic matter and cycling nutrients (Souza and Piña-Rodrigues, 2013), particularly when they resemble natural ecosystems (Nair et al., 2010). Agroforests have also been shown to regulate the quantity and availability of water, improve water quality, increase groundwater recharge and provide riparian buffers (Araújo Filho, 2013; Bargués Tobella et al., 2014).

anualmente 7,47 e 6,77 salários-mínimos por hectare, considerando benefícios monetários e não monetários, respectivamente, enquanto o cultivo itinerante gerou apenas 1,85 salários-mínimos por hectare (CARDOZO et al., 2015).

Cordeiro et al. (2017) comparando um sistema agrossilvipastoril composto por eucalipto, arroz, soja e gado, com o plantio convencional do eucalipto, identificou que todos eram viáveis economicamente, mas o eucalipto em monocultivo apresentou melhores resultados financeiros. Contudo, Dube et al. (2002), em sistemas semelhantes, encontraram resultados economicamente mais atrativos para SAFs que para a monocultura e Cordeiro et al. (2017) colocam o potencial de SAFs para aumentar a produtividade, a qualidade da produção e a renda (CORDEIRO et al., 2017):

A adoção da ILP [Integração Lavoura-Pecuária] ou da ILPF [Integração Lavoura-Pecuária-Floresta] possibilita a melhoria da produtividade, da qualidade dos produtos e aumento da renda das atividades agropecuárias, integrando as explorações de lavoura, pecuária e/ou floresta em áreas já desmatadas, como alternativa aos monocultivos tradicionais (CORDEIRO et al., 2017, p.19).

Os benefícios das agroflorestas são maiores em arranjos multiestratificados biodiversos, baseados em princípios agroecológicos nos quais a biodiversidade, nativa e/ou introduzida, é manejada de modo a beneficiar a produção, respeitando as exigências e limitações das espécies, privilegiando as mais adaptadas às condições naturais do ambiente. Assim, o produtor reduz gastos com irrigação, fertilizantes, herbicidas e pesticidas e protege a biodiversidade, os recursos naturais e seus consequentes serviços ecossistêmicos. Desse modo, agrega valor à produção e à propriedade e as protege contra adversidades naturais e econômicas (CARDOSO et al., 2017; MICCOLIS et al., 2019; SILVA et al., 2022).

Autores como Cardozo et al. (2015), do Carmo Martinelli et al. (2019), Alves et al. (2019), Gonçalves et al. (2021) e Leitão, Gimenes e Padovan (2022) observaram a viabilidade econômica da produção em agroflorestas biodiversas e citaram outros estudos que obtiveram resultados semelhantes. Maia et al. (2021) citam alguns autores que analisaram os benefícios econômicos de SAFs:

Um número mais limitado de estudos analisou os benefícios econômicos da agrofloresta, como menores riscos por meio da diversificação e aumento da produtividade (Liu et al., 2019). Lehmann et al. (2020) indicaram que os sistemas agroflorestais eram entre 36% e 100% mais produtivos (a proporção de terra equivalente) do que as monoculturas na Europa. Kurtz e outros (1996) sugeriram que os sistemas agroflorestais podem minimizar os riscos financeiros por meio da diversificação e permitir maiores retornos econômicos do que os sistemas convencionais no longo prazo. Mercer e outros (2014) também sugeriram que os sistemas agroflorestais poderiam reduzir os riscos de produção e aumentar a renda agrícola em comparação com a agricultura convencional [...]. A agrofloresta também

pode beneficiar o emprego e a renda agrícola ao demandar mão de obra mais qualificada e diversificar a produção agrícola (Behling et al., 2013, Cortner et al., 2019, Costa et al., 2018, de Moraes et al., 2014, Gasparini et al., 2017). Segundo Assad et al. (2020), as árvores no sistema agrícola podem fornecer às fazendas uma fonte de renda essencial e estável e desempenhar um papel fundamental na redução do desmatamento de florestas primárias (MAIA et al., 2021, p.2, tradução nossa¹⁰).

Miccolis et al. (2019), Villa et al. (2020), Agostinho et al. (2022; 2023), Gama-Rodrigues, et al. (2021), e outros autores, destacam o potencial dos SAFs para recuperar áreas degradadas e produzir de modo sustentável ambiental e economicamente.

Conforme Gama-Rodrigues, et al. (2021), “tanto a intensificação ecológica quanto a intensificação agrícola devem ser entendidas como “dois lados da mesma moeda”, sem ter que decidir entre duas alternativas de manejo (“cara ou coroa”) para melhorar o desempenho de produtividade e sustentabilidade” (GAMA-RODRIGUES, et al., 2021, p.11, tradução nossa¹¹).

Miccolis et al. (2019), sobre a restauração de APPs e RLs, acrescentam que “sistemas agrofloreais podem de fato fornecer soluções práticas para transformar o ônus da restauração em um bônus para os agricultores” (MICCOLIS et al., 2019, p. 223, tradução nossa¹²).

Apesar dos inúmeros benefícios ambientais e socioeconômicos, é fundamental enfatizar que as agroflorestas são sistemas produtivos e, por mais complexos que sejam, não se comparam à vegetação nativa (florestal ou não), que é insubstituível e deve ser conservada e recuperada, por seu valor intrínseco, e pelos benefícios únicos que garantem ao ser humano e às outras espécies (BRASIL, 2002; MCCAULEY, 2006; SANTOS; CROUZEILLES; SANSEVERO, 2019; WASHINGTON et al., 2021).

¹⁰ A more limited number of studies have analyzed agroforestry's economic benefits, such as lower risks through diversification and increasing productivity (Liu et al., 2019). Lehmann et al. (2020) indicated that agroforestry systems were between 36% and 100% more productive (the land equivalent ratio) than monocultures in Europe. Kurtz et al. (1996) suggested that agroforestry systems may minimize financial risks through diversification and allow higher economic returns than conventional systems in the long term. Mercer et al. (2014) also suggested that agroforestry systems could reduce production risks and increase farm income compared to conventional agriculture. [...] Agroforestry may also benefit employment and farm income by demanding more skilled labor and diversifying the agricultural production (Behling et al., 2013; Cortner et al., 2019; Costa et al., 2018; de Moraes et al., 2014; Gasparini et al., 2017). According to Assad et al. (2020), trees in the agricultural system may provide farms with an essential and stable income source and play a fundamental role in reducing deforestation of primary forests.

¹¹ Both ecological and agricultural intensification must be understood as “two sides of the same coin”, without having to decide between two management alternatives (“heads or tails”) to improve productivity and sustainability performance.

¹² agroforestry systems can indeed provide practical solutions for turning the onus of restoration into a bonus for farmers.

1.4. Publicações sobre sistemas agroflorestais (SAFs)

Na era do conhecimento, pessoas e organizações necessitam cada vez mais filtrar e absorver dados cuja quantidade aumenta mais de duas vezes anualmente, através de técnicas e ferramentas, as informações. Uma das ferramentas utilizadas é a análise bibliométrica, através da qual, entre outros, podem ser criados perfis de áreas de interesse, tópicos e equipes, analisar tendências, identificar lacunas de pesquisa e desenvolver indicadores de inovação (FURQUIM; DE MELO CARVALHO; ALVES, 2020).

A análise bibliométrica pode utilizar bases de dados internas, como os projetos de pesquisa de uma empresa, e/ou bases de dados externas, como a *Web of Science* (PENTEADO FILHO; AVILA, 2009), *Scopus* (MONTES-ESCOBAR et al., 2023) e revistas científicas nacionais (SOUSA; VIEIRA, 2017). A bibliometria utiliza indicadores para identificar a quantidade e o impacto das publicações ao longo do tempo, sendo dados quantitativos e não consideram a qualidade das publicações, porém trazem informações importantes, como quais países, autores, instituições e revistas mais publicam sobre determinado assunto, quais termos são mais frequentes e como estes dados se comportam num determinado período (PENTEADO FILHO; AVILA, 2009; LIU et al., 2019).

[...] são produzidos indicadores de participações percentuais, taxas de crescimento ou rateios, distribuições de produtividade de autores (lei de Lotka), distribuição do uso do vocabulário (distribuição de Zipf), classificações de periódicos, distribuições de revistas por assunto (distribuição de Bradford), vida de publicações, entre outros (PENTEADO FILHO; AVILA, 2009, p. 15).

Os resultados de busca em bases de textos estruturados, como a *Web of Science*, permitem a exportação de dados como “autor”, “título”, “data de publicação”, “palavras-chave”, que podem ser baixados e carregados em softwares específicos para tratamento bibliométrico, estatístico e representação gráfica (PENTEADO FILHO; AVILA, 2009) como *BibExcel*, *CiteSpace* (LIU, 2019), *VOSviewer* (LV et al., 2021) ou analisados e editados com softwares ou aplicativos como *Excel for Windows* e *Tree Cloud* (SOUSA; VIEIRA, 2017).

Liu et al. (2019) encontraram em sua pesquisa 4.204 publicações, de 139 países que publicaram pesquisas sobre agroflorestas entre 1990 e 2018 na base e dados *Web of Science*. O número de publicações anuais apresentou uma tendência crescente, passando de 43 artigos em 1990 para 385 artigos em 2018. Ainda conforme os autores, a agrossilvicultura tem quatro características principais: competição, complexidade, lucratividade e sustentabilidade, sendo, portanto, um campo de pesquisa integrador que abrange diversas áreas do conhecimento (LIU et al., 2019).

As tendências de pesquisa agroflorestal variaram ao longo do tempo conforme a pesquisa de Liu et al. (2019). Esta variação pode ser percebida pela análise das três palavras-chave mais usadas (Quadro 3) nos artigos encontrados pelos autores, exceto “Agrofloresta” e “Sistema agroflorestal”:

Quadro 3- Três palavras-chave mais usadas, exceto “Agrofloresta” e “Sistema agroflorestal” em artigos sobre SAFs em inglês na Web of Science entre 1990 e 2018

1990-1997	1998-2004	2005-2011	2012-2018
Consortiação (16)	Competição (30)	Sequestro de carbono (48)	Sequestro de carbono (88)
Cultivo em aléia (14)	Cultivo em aléia (21)	Consortiação (38)	Serviço ecossistêmico (82)
Economia (12)	Consortiação (18)	Biodiversidade (31)	Biodiversidade (67)

Fonte: LIU et al. (2019).

A agrofloresta tem sido amplamente pesquisada em escala mundial e os temas de pesquisa agroflorestal, ainda conforme os autores, mudaram significativamente nos últimos 30 anos. No início da década de 1990, as pesquisas agroflorestais eram menos específicas e concentravam-se principalmente na descrição do desempenho biofísico e socioeconômico. A partir de 1998 as pesquisas passaram a estudar temas como a estrutura dos sistemas, a interação entre as espécies e produção de biomassa. As mudanças climáticas, degradação dos recursos naturais e perda da biodiversidade intensificadas pela expansão agrícola, têm influenciado o aumento do número de pesquisas sobre os serviços ecossistêmicos e sustentabilidade ambiental relacionados a sistemas agroflorestais (LIU et al., 2019).

Diferenças no clima e condições econômicas também influenciam o uso de palavras-chave na pesquisa agroflorestal. Por exemplo, as 5 palavras-chave (Quadro 4) usadas com mais frequência (exceto “Agrofloresta” e “Sistema agroflorestal”) entre 1990 e 2018 pelos 4 países que mais publicaram artigos sobre SAFs em inglês na *Web of Science* foram (LIU et al., 2019):

Quadro 4- Palavras-chave mais utilizadas pelos países que mais publicaram em inglês na Web of Science entre 1990 e 2018

EUA	Índia	Alemanha	Brasil
Sequestro de carbono (33)	Biomassa (30)	Serviços ecossistêmicos (21)	Mata Atlântica (15)
Biodiversidade (29)	Índia (18)	Mudança no uso da terra (20)	<i>Theobroma cacao</i> (14)
Cultivo em aléia (28)	Sequestro de carbono (29)	Biodiversidade (14)	Amazônia (13),
Serviços ecossistêmicos (25)	Consórcio (17)	Indonésia (13)	Biodiversidade (12)
Café (22)	Horta (12)	<i>Theobroma cacao</i> (11)	Serviços Ecossistêmicos (12).

Fonte: LIU et al. (2019).

Nos EUA e na Europa com altos padrões de vida, a pesquisa agroflorestal se concentra principalmente nos serviços ecossistêmicos, na estética da paisagem e na resposta aos desafios socioambientais globais. No sudeste da Ásia, a maior preocupação é a utilização sustentável dos limitados recursos da terra por uma crescente população. Na América Latina a pesquisa concentra-se principalmente em conciliar as necessidades econômicas às necessidades de restauração e conservação ambiental (LIU et al., 2019).

Miccolis et al. (2019) e Schuler et al. (2022) notaram um número crescente de pesquisas sobre os serviços ecossistêmicos prestados pelos SAFs (que podem reduzir a dependência de insumos do mercado e atenuar alguns de seus impactos negativos) como: mitigação e adaptação às mudanças climáticas (MAIA et al., 2021), sequestro de carbono; qualidade da água; aumento do potencial produtivo do solo; produção de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes; controle de pragas, doenças e ervas daninhas podem amortecer os efeitos de eventos climáticos extremos, fornecer alimentos durante secas ou enchentes, melhorar o microclima, proteção da biodiversidade (BHAGWAT et al., 2008), redução das pressões sobre as florestas nativas; controle de erosão e deslizamentos de terra; recarga dos lençóis freáticos (MICCOLIS et al., 2019). Em geral, estas pesquisas concentram-se em um ou poucos serviços ecossistêmicos – como qualidade do solo, microclima ou biodiversidade – ou em uma prática agroflorestal específica – como cacau ou café agroflorestal (SCHULER et al., 2022).

Padovan et al. ao pesquisarem, em 2019, SAFs biodiversos implantados em todas as regiões do Brasil, também encontraram grande número de serviços ambientais e destacaram a “importância e o potencial desses agroecossistemas para a restauração de Reservas Legais e Áreas de Preservação Permanente” (PADOVAN; PEREIRA; SERRANO, 2021, p.103) e Padovan et al. (2023), acrescentam que estes agrossistemas, distribuídos por todas as regiões brasileiras, apresentam muitas semelhanças, “pautando-se na diversidade vegetal e adoção de princípios agroecológicos, porém com características peculiares em relação às espécies implantadas, os arranjos e objetivos” (PADOVAN et al., 2023, p. 8100). Os autores também destacam que os SAFs biodiversos têm importância estratégica para a segurança alimentar e nutricional e geração de renda de famílias agricultoras, “além de proverem grande diversidade de serviços ambientais e fortalecerem processos culturais” (PADOVAN et al., 2023, p. 8101).

Da mesma forma, Padovan et al. (2016), em uma pesquisa realizada entre 2015 e 2016, em 31 unidades de produção com SAFs biodiversos com 7 a 15 anos de implantação nos Estados de Mato Grosso do Sul, São Paulo e Paraná, identificaram a produção grande número de

serviços ambientais como aumento da biodiversidade, incluindo retorno de fauna silvestre; eficiente ciclagem de nutrientes, sequestro de carbono e produção de biomassa; “melhoria do microclima; expressiva produção de materiais orgânicos para o solo; melhoramento na infiltração de água no solo; supressão da erosão do solo; e recuperação da fertilidade do solo (química e física); entre outros” (PADOVAN et al., 2016, p.1). Além disso, 96,8 % desses produtores citaram a produção de alimentos diversificados, sem resíduos químicos e 90,3 % manutenção da família no campo, com qualidade de vida e supressão do uso de adubos químicos sintéticos dentre os serviços socioambientais produzidos por sistemas agroflorestais biodiversos, subsidiando, assim, “a recomendação de sistemas agroflorestais biodiversos para restauração de áreas degradadas, inclusive Reservas Legais e em Áreas de Preservação Permanente, incorporando-as à produção de alimentos e geração de renda” (PADOVAN et al., 2016, p.1).

Em estudo semelhante (Quadro 5), conduzido por Padovan et al. (2017a), quarenta agricultores de base familiar, com SAFs de 2 a 15 anos, na mesma região do estudo anterior, também perceberam diversos serviços ambientais prestados pelos agrossistemas:

Quadro 5- Serviços socioambientais produzidos por sistemas agroflorestais biodiversos, segundo a percepção dos agricultores responsáveis pelos agroecossistemas conforme levantamentos de Padovan et al. (2016 e 2017).

Serviços ambientais	2016 (%)	2017 (%)
Aumento (expressivo) da diversidade vegetal	83,9	87,5
Aumento da diversidade de inimigos naturais	77,4	82,5
Aumento de polinizadores	77,4	80,0
Aumento da biota do solo	77,4	82,5
Presença (retorno) da fauna silvestre no sistema	83,9	87,5
Sequestro de carbono na biomassa vegetal	-	75,0
Eficiente processo de ciclagem de nutrientes	80,6	85,0
Produção local de materiais orgânicos para o solo	83,9	85,0
Aumento da matéria orgânica do solo	67,7	72,5
Supressão de processos erosivos do solo	-	85,0
Recuperação da fertilidade do solo (química e física)	77,4	75,0
Supressão do uso de adubos químicos sintéticos	90,3	92,5
Supressão do uso de agrotóxicos	-	77,4
Melhoramento expressivo na infiltração de água no solo	87,1	90,3
Melhoria do microclima local	87,1	92,5
Serviços sociais	-	%
Produção de alimentos diversificados, sem resíduos químicos	96,8	82,5
Manutenção da família no campo, com qualidade de vida	90,3	92,5

Fonte: Adaptado de PADOVAN et al. (2016; 2017a)

No Brasil, Furquim, de Melo Carvalho e Alves (2020), pesquisando publicações de 1985 a 2009 sobre sistemas integrados de produção agropecuária no Estado de Goiás, relacionaram

o desenvolvimento científico regional à implementação de políticas públicas para agricultura de baixa emissão de carbono (FURQUIM; DE MELO CARVALHO; ALVES, 2020).

Sousa e Vieira (2017) compararam a quantidade de publicações por biomas em 105 artigos científicos encontrados em revistas indexadas à base de dados Scielo Brasil no período de 2005 até 2015. No estudo, maior número de publicações encontradas pelos autores se concentrou no bioma Mata Atlântica (30,6%) onde há pouca vegetação natural e os SAFs são uma alternativa para a recuperação de áreas e/ou melhoria da qualidade ambiental. Também foram encontrados artigos relacionados ao bioma Amazônia com 27,4% das publicações e biomas Caatinga (19,3%), Cerrado (9 publicações) e Pampa (2 publicações). O uso de SAFs, em diferentes regiões, conforme os autores é “bastante relevante no que diz respeito à sua viabilidade, levando-se em consideração também que não existe um modelo ideal, único, de SAFs, com espécies pré-definidas a serem consorciadas” (SOUSA; VIEIRA, 2017, p.4). Os temas centrais destas publicações foram: SAFs e solo; Avaliação das características gerais dos SAFs; Análise econômica dos SAFs; SAFs e os Serviços Ambientais e SAFs na recuperação de áreas degradadas (SOUSA; VIEIRA, 2017).

Schuler et al. (2022) analisando publicações sobre agrofloresta agroecológica no Brasil identificaram lacunas importantes, como baixo número de publicações sobre o potencial do agrossistema para regulação de pragas e doenças, quantidade e qualidade da água e nenhuma sobre o potencial desses sistemas para atenuar a poluição. Padovan et al. (2023) colocam a necessidade de mais publicações sobre as características dos arranjos nos consórcios, espécies a serem cultivadas, e sobre a viabilidade econômica de SAFs.

Por fim, diversos autores enfatizam que a implantação de agroflorestas, particularmente agroecológicas biodiversas, apresenta extenso potencial a ser explorado, destacando, entre outros, a capacidade do agrossistema de proteger e recuperar recursos naturais e a biodiversidade.

As publicações também trazem, entre outros temas, benefícios econômicos diretos e indiretos prestados por SAFs; potencial produtivo; melhoria nas condições de recursos produtivos como solo e água; resiliência ao aquecimento global; capacidade de supressão do uso de agroquímicos; maior aproveitamento de recursos como terra, luz, água e biomassa; aumento do bem-estar humano, particularmente do pequeno produtor etc. Contudo, destacam o subaproveitamento do potencial dos SAFs e a necessidade de desenvolvimento de modelos gestão e produção sustentáveis para agregar de valor à produção e às cadeias produtivas, bem

como de políticas públicas que incentivem a pesquisa/implantação de agroflorestas (PADOVAN et al., 2016; 2023; SCHULER et al., 2022; SILVA et al., 2022; URRUTH; BASSI; CHEMELLO, 2022).

Contudo, o extenso potencial socioeconômico e ambiental ainda é subaproveitado (OLLINAHO; KRÖGER, 2021), e não existe um mecanismo regulatório estabelecido (lei) para a agricultura agroflorestal. Por exemplo, o Projeto de Lei 6.529/2019, que pretende instituir o Programa de Desenvolvimento de Sistemas Agroflorestais de Base Agroecológica (PROSAFs), (BRASIL, 2019; MACKE; BOZHIKIN; SARATE, 2021), e tem como objetivos, entre outros, a criação de uma certificação e selo agroflorestal, aguarda “Parecer do Relator na Comissão de Agricultura, Pecuária, Abastecimento e Desenvolvimento Rural” (BRASIL, 2019). Além disso as metas do Plano ABC + incluem 10 milhões de hectares para Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e 0,1 milhão de hectares para Sistemas Agroflorestais (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA, 2023a).

2. Uso da terra – a importância da conservação da biodiversidade nativa e do desenvolvimento/uso de agrossistemas sustentáveis

O agronegócio, que inclui toda a cadeia produtiva da produção agropecuária (da produção dos insumos ao produto que chega ao consumidor final), tem impacto significativo na economia brasileira (VIEIRA FILHO, 2022), além disso, o Brasil se destaca no cenário mundial como produtor de alimentos. Mas, segundo Vieira Filho (2022):

O grande desafio que se coloca é o de manter o crescimento produtivo deste setor aliado às questões de sustentabilidade, inclusive a ambiental. Não há dúvidas, por exemplo, que o combate ao desmatamento demanda a intensificação tecnológica das atividades agropecuárias, o cumprimento da legislação (Código Florestal), assim como o uso de políticas e instrumentos que fomentem a atividade produtiva (extensão, pesquisa, crédito e seguro rurais, por exemplo) e que viabilizem o pagamento por serviços ambientais (VIEIRA FILHO, 2022, p.5).

Conforme Sene e Bacha (2023), em 2017, nos mais de 850 milhões de hectares do Território Brasileiro havia 5.073.324 estabelecimentos agropecuários ocupando 351,289 milhões de hectares, sendo que 18,1% da área agropecuária “eram ocupados com lavouras (temporárias e permanentes), 45,4% com pastagens (naturais e plantadas), 32,8% com matas (naturais e plantadas) e 3,7% eram áreas não declaradas para uso” (SENE; BACHA, 2023, p.1). Uma alta proporção destina-se à monocultura e à produção de *commodities* (DOS SANTOS BASTOS et al., 2023). E, conforme Schuler et al. (2022):

Em comparação com os 263 milhões de hectares em sistemas agropecuários (2020), que representam aproximadamente 30% do território nacional, a agrofloresta no Brasil

ocupa cerca de 5% das terras cultivadas, não havendo informação se essas agroflorestas seguem o modelo convencional ou são orientadas por princípios agroecológicos. Tem havido um crescente reconhecimento do potencial da agrofloresta para restaurar e manter paisagens mais sustentáveis e produtivas em todo o vasto país tropical, especialmente para a agricultura familiar. Além do crescente corpo de literatura que tem sido publicado e dos esforços de algumas iniciativas independentes que ocorrem atualmente no Brasil, esse crescente reconhecimento também é demonstrado pelas recentes mudanças em algumas das legislações nacionais que regulam a terra para fins agrícolas. A agrofloresta já pode ser utilizada para restaurar e manter as áreas legalmente protegidas dentro de pequenas propriedades rurais. Além disso, a agrofloresta está sendo recomendada como alternativa para a restauração de 12 milhões de hectares de pastagens degradadas no Brasil pelo Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (SCHULER et al., 2022, p.2, tradução nossa¹³).

Já a Embrapa (s/d), traz outras informações (Quadro 6) sobre ocupação e uso da terra no Brasil, como Unidades de conservação integral e infraestrutura, cidades e outros, conforme o quadro a seguir (EMBRAPA, s/d):

Quadro 6- Quantificação das áreas destinadas à proteção e preservação da vegetação nativa e demais usos e ocupação das terras no Brasil (2018)

CATEGORIAS	ÁREA (ha)	% DA ÁREA DO BRASIL (2018)
Áreas destinadas à preservação da vegetação nativa cadastradas no CAR (mundo rural – pecuária, agricultura, silvicultura, extrativismo....)	218.245.801	25,6
Unidades de conservação integral	88.429.181	10,4
Terras indígenas	117.338.721	13,8
Vegetação nativa em terra devoluta e não cadastrada	139.722.327	16,5
Pastagens nativas	68.022.447	8,0
Pastagens plantadas	112.237.038	13,2
Lavouras	66.321.886	7,8
Florestas plantadas	10.203.367	1,2
Infraestruturas, cidades e outros	29.759.821	3,5
TOTAL	850.280.588	100

Fonte: EMBRAPA(s/d). Disponível em: <https://www.embrapa.br/car/sintese>. Acesso em 14/12/2023.

Com relação a vegetação nativa brasileira, conforme Metzger et al. (2019), “atualmente, uma área de 103 milhões de hectares (Mha) de vegetação natural no Brasil não está protegida

¹³ Compared to the 263 million hectares under farming systems (2020), which represents approximately 30% of the national territory, agroforestry in Brazil covers around 5% of the farmed land, and there is no information if these agroforests follow the conventional model or are oriented by agroecological principles [65]. There has been an increasing recognition of the potential of agroforestry to restore and maintain more sustainable and productive landscapes across the vast tropical country, especially for smallholding agriculture [66,67]. Apart from the growing body of literature that has been published [68] and the efforts of some independent initiatives currently taking place in Brazil [69–71], this mounting recognition is also demonstrated by the recent changes in some of the national legislation that regulates land for agricultural purposes. Agroforestry can now be used to restore and maintain the legally protected areas within small rural properties [72]. Moreover, agroforestry is being recommended as an alternative for the restoration of 12 million hectares of degraded pasture in Brazil under the National Plan for the Recovery of Native Vegetation [73].

pela Lei 12.651, nem como Reserva Legal nem como Área de Proteção Permanente” (METZGER et al., 2019, p.103). Ainda conforme os autores:

A conversão da vegetação natural em áreas de produção agrícola pode ter impactos negativos na produtividade agrícola [...]. Além do impacto econômico direto em termos de redução de produtividade, efeitos são também esperados em termos de perdas no mercado internacional (METZGER et al., 2019, p.105).

Sites brasileiros (EMBRAPA, s/d; BRASIL, 2022), porque reconhecem o valor da preservação da vegetação nativa e da sustentabilidade ambiental para o agronegócio, trazem comparações que sugerem que a extensão de áreas protegidas no Brasil é maior que a dos EUA (EMBRAPA, s/d; BRASIL, 2022). Entretanto há evidências de que o Brasil não protege tanto sua vegetação nativa (METZGER et al., 2019):

No Brasil, a cobertura vegetal natural é estimada em aproximadamente 65-69% do território. Na lista de países com área florestal classificada pelo Banco Mundial, o Brasil ocupa o 30º lugar (com 59% da cobertura florestal), atrás de países com desenvolvimento socioeconômico muito alto, como Finlândia (73%) ou Suécia (69%) (The World DataBank 4). Considerando as terras naturais e semi-naturais, o Brasil ocupa apenas o 118-122º lugar (com 73% de cobertura) de 300 países analisados (European Commission and Joint Research Centre, 2018) (METZGER et al., 2019, p.107).

Além disso estudo que serviu como base para uma das publicações oficiais (BRASIL, 2022), cita a baixa eficiência produtiva no Brasil, particularmente em relação ao uso da terra:

O Brasil apresenta alto grau de ineficiência na produção agrícola. Nesse contexto, o país produz, em média, 26% a menos do que poderia potencialmente produzir com a quantidade de insumos que atualmente utiliza (Feres e Ferreira, 2020). A ineficiência média foi maior no Nordeste, cujo indicador sugere que a produção estava um terço abaixo do seu potencial máximo produtivo. O Centro-Oeste, região caracterizada pelo alto dinamismo do agronegócio, apresenta o maior índice de ET [eficiência técnica] do país. O desperdício de recursos fica ainda mais explicitado quando se considera especificamente o uso da terra. Conforme Feres e Ferreira (2020), o país poderia reduzir em 70% a quantidade de terra utilizada em suas atividades agrícolas, mantendo os níveis atuais de produção. A ineficiência do uso da terra é particularmente crítica no Norte. Isto mostra que há amplo espaço para a intensificação das atividades agropecuárias na região Amazônica, reduzindo a necessidade de abertura de novas áreas agrícolas e a pressão por desmatamento (VIEIRA FILHO, 2022, p.11).

Estas áreas, com baixa produtividade, podem ser utilizadas para a implantação de SAFs, agrossistemas que envolvem o consórcio de componente florestal e outra cultura(s). Os SAFs agroecológicos e biodiversos (OLLINHO; KRÖGER, 2021) são mais interessantes para aumentar a produtividade da terra, conservar o solo, reciclar nutrientes e reduzir a necessidade de insumos externos (LV et al., 2021; MAIA et al., 2021; SABINO et al., 2022).

Além disso, a eficiência técnica deve ser vista com criticidade, visto que pode estar baseada na uniformidade genética, uso intensivo de agrotóxicos e exportação de *commodities*, prejudicando a biodiversidade e a produção de serviços ecossistêmicos (SCHULER et al.,

2022). Nesse caso, o produtor pode diversificar a produção, por exemplo, cultivando plantas nativas e investir em agroecologia. Isso protege algumas espécies e serviços ecossistêmicos, e, ao mesmo tempo, melhora seu microclima, solo e água, melhora a produtividade, reduz custos com insumos, e protege a produção de eventos econômicos e ambientais desfavoráveis. A transição agroflorestal agroecológica e biodiversa pode ser gradativa, caso o produtor encontre dificuldades técnicas, logísticas, econômicas, políticas etc., devido ao baixo incentivo do setor público e do mercado, falta de mão de obra qualificada, máquinas, tecnologias e de referências sobre SAFs e agroecologia, no início da implantação do sistema agroecoflorestal (PADOVAN et al., 2017b; BORSATTO et al., 2022).

Conforme Schuler et al. (2022):

O Brasil tem grande potencial para expandir a área de agrofloresta e, assim, aumentar simultaneamente vários serviços ecossistêmicos. No entanto, interesses divergentes estão atualmente polarizados entre a desregulamentação ambiental drástica e a alocação de recursos públicos para uso intensivo da terra em produtos químicos versus conservação e agricultura sustentável. Isso destaca a necessidade urgente de uma visão abrangente das evidências dos benefícios para a sociedade gerados pela agrofloresta em todo o Brasil (SCHULER et al., 2022, p.1, tradução nossa¹⁴).

Essa polarização “agrocida” (BRANCALION et al., 2016; METZGER et al., 2019; DENNY, 2021; SILVA et al., 2022), pode resultar em “erros graves na tomada de decisões políticas com um declínio nos ativos naturais que provavelmente afetará outros ativos a longo prazo” (FAO, 2022, p.13). Além dos impactos negativos para a economia e bem-estar humano, a perda vegetação nativa impacta negativamente outras espécies (DA SILVA et al., 2023).

O Decreto Nº 4.339, de 22 de agosto de 2002, que “institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade” em seu 1º princípio reconhece que “a diversidade biológica tem valor intrínseco, merecendo respeito independentemente de seu valor para o homem ou potencial para uso humano” (BRASIL, 2002) e, no 7º, que “a manutenção da biodiversidade é essencial para a evolução e para a manutenção dos sistemas necessários à vida da biosfera e, para tanto, é necessário garantir e promover a capacidade de reprodução sexuada e cruzada dos organismos” (BRASIL, 2002).

Mas, a cultura produtivista (SALOMÃO et al., 2022) e antropocêntrica (WASHINGTON et al., 2021), predominante no Brasil, faz com que estes princípios sejam

¹⁴ Brazil has great potential to expand the area under agroforestry, and thereby simultaneously enhance multiple ecosystem services. However, divergent interests are currently polarized between drastic environmental deregulation and public resource allocation to chemical-intensive land use versus conservation and sustainable agriculture. This highlights an urgent need for a comprehensive overview of the evidence of the benefits to society generated by agroforestry across Brazil.

desconsiderados pelas políticas públicas, práticas sociais e produtivas (KOPNINA et al., 2018), que, em geral, são fundamentadas em princípios como o 6º do mesmo decreto, que considera que “os objetivos de manejo de solos, águas e recursos biológicos são uma questão de escolha da sociedade” (BRASIL, 2002).

Washington et al (2021) concluíram que “os aspectos mais preocupantes do antropocentrismo são a sua visão do mundo e a sua ética, a sua psicologia do medo e da negação, o seu mantra de “propriedade” humana e a sua atitude em relação aos valores” (WASHINGTON et al., 2021, p.294, tradução nossa¹⁵). Os exemplos discutidos pelos autores apontam que o antropocentrismo é a ideologia predominante dominante da sociedade industrial atual, inclusive onde a questão ambiental é um objetivo declarado. O antropocentrismo está alimentando a crise ambiental e acelerando a extinção em massa, portanto, é fundamental que seja substituído por uma nova visão de mundo e ética que aumente seu escopo de consideração moral, uma vez que operamos a partir destes fundamentos. Segundo os autores:

O domínio do antropocentrismo sugere que: 'Nós não temos a ideia, a ideia nos possui' [...]. Diz-se que a psicologia do antropocentrismo é isolante, paranoica, medrosa e agressiva [...].

O antropocentrismo provavelmente tende a distorcer a maravilha do mundo vivo em um objeto de medo, às vezes até mesmo um objeto de ódio [...]. O medo separa uma criança em desenvolvimento de todos os benefícios essenciais da Natureza [...].

A humanidade tem um problema sério - negamos uma realidade da qual não gostamos, como por exemplo as mudanças climáticas catastróficas [...]. Negamos algumas coisas porque elas nos forçam a “enfrentar a mudança”, ou são muito dolorosas, ou nos deixam com medo [...].

Consequentemente, a negação é uma parte importante da arrogância antropocêntrica e tornou-se, na verdade, uma patologia na sociedade industrial moderna. Ignorar a realidade não ajuda a humanidade, pois esconder a cabeça na areia não é uma estratégia de sobrevivência [...]. A negação dos problemas ambientais (no nível da sociedade) leva ao agravamento dos problemas, conflitos, fome e doenças e, historicamente, ao colapso das civilizações [...]. A negação pode desligar a inteligência humana, a imaginação, a criatividade e a ética (WASHINGTON et al., 2021, p.290-291, tradução nossa¹⁶)

¹⁵ the most troubling aspects of anthropocentrism are its worldview and ethics, its psychology of fear and denial, its mantra of human ‘ownership’, and its attitude to values.

¹⁶ The dominance of anthropocentrism suggests that: ‘We do not have the idea, the idea has us’ [86] (p.238). The psychology of anthropocentrism has been said to be isolating, paranoid, fearful and aggressive [13]. [...] Anthropocentrism arguably tends to distort the wonder of the living world into an object of fear, even at times an object of hatred [13,88]. [...]. Fear separates a developing child from the full essential benefits of Nature. [...]. Humanity has a serious problem—we deny a reality we do not like, as for example catastrophic climate change [90,91]. We deny some things as they force us to ‘confront change’, or are just too painful, or make us afraid. [...]. Accordingly, denial is a strong part of anthropocentric hubris, and has in effect become a pathology in modern industrial society. Ignoring reality is not aiding humanity, as hiding our heads in the sand is not a survival strategy [13]. Denial of environmental problems (at the society level) leads to worsening problems, conflict, starvation and disease, and historically to the collapse of civilisations [97]. Denial can turn off human intelligence, imagination, creativity and ethics [13].

A escolha da sociedade tem resultado em concentração fundiária, déficits de áreas de preservação permanente e de Reserva Legal, contaminação de água e solo, desmatamento, perda de biodiversidade e outros problemas socioambientais e econômicos (FAO, 2022). Isso ameaça inclusive a vida humana, particularmente a de pessoas com menores rendas, mais vulneráveis aos impactos negativos da degradação ambiental (TAMBOSI et al., 2015; KOPNINA; WASHINGTON, 2016; MÉRIDA; DUARTE JUNIOR; GUIMARÃES, 2019).

Desta forma, é urgente a elaboração/aplicação de um modelo efetivamente sustentável de desenvolvimento nacional e uso da terra, que considere a importância da recuperação e da proteção da biodiversidade brasileira (UNEP, 2019; ARAÚJO-SANTOS et al., 2021; DA SILVA et al., 2023); dos recursos naturais como ar, água e solo; e do bem estar humano (METZGER et al., 2019; DENNY, 2021; SILVA et al., 2022; RAMOS; NUVOLONI; LOPES, 2022; CANDIOTTO; LEITE, 2023), e que promova uma cultura que reconhece e respeita o valor intrínseco dos humanos e das outras espécies (BRASIL, 2002; MCCAULEY, 2006; WASHINGTON et al., 2021).

3. Serviços ecossistêmicos

A Avaliação Ecossistêmica do Milênio (2001 a 2005) teve como foco as ligações entre os ecossistemas e o bem-estar humano, particularmente os serviços dos ecossistemas (MEA, 2005). Conforme Avaliação Ecossistêmica do Milênio:

Ecossistema é um complexo dinâmico de comunidades vegetais, animais, micro-organismos, e seu respectivo meio, que interagem como uma unidade funcional. [...] Serviços dos ecossistemas são os benefícios que o homem obtém desses ecossistemas. Eles abrangem serviços de provisão, incluindo alimentos, água, madeira e fibras; serviços reguladores, que afetam climas, inundações, doenças, resíduos e a qualidade da água; serviços culturais, que fornecem benefícios recreacionais, estéticos e espirituais; e serviços de suporte, tais como formação do solo, fotossíntese e ciclagem de nutrientes. A espécie humana, embora protegida de mudanças ambientais pela cultura e pela tecnologia, depende fundamentalmente do fluxo dos serviços dos ecossistemas (MEA, 2005, p. 10).

O conceito de serviços ecossistêmicos se refere a “características, funções ou processos ecológicos que direta ou indiretamente contribuem para o bem-estar humano” (COSTANZA et al., 2017, p.3, tradução nossa¹⁷) reconhecendo, desta forma, que a espécie humana, como todas as outras espécies, depende dos recursos de seu ambiente para sua sobrevivência e bem-estar, enfatizando a interdependência entre as espécies e entre as espécies e seu meio (COSTANZA et al., 2017). Conforme os autores:

¹⁷ ‘Ecosystem services’ (ES) are the ecological characteristics, functions, or processes that directly or indirectly contribute to human wellbeing

Alguns argumentaram [...] que o conceito de serviços ecossistêmicos representa uma visão muito 'antropocêntrica', instrumental ou utilitária da natureza – que a natureza só existe para 'servir' os humanos. Em primeiro lugar, não concordamos com essa visão simplificada do conceito de serviços ecossistêmicos. A nosso ver, a noção de serviços ecossistêmicos implica o reconhecimento de que os seres humanos dependem do restante da natureza para seu bem-estar e sobrevivência e que o *Homo sapiens* é parte integrante da biosfera atual. Em segundo lugar, esses críticos ignoram o fato de que os humanos são uma espécie biológica e, como todas as outras espécies, eles 'usam' os recursos em seu ambiente para sobreviver e prosperar. [...] Então, ao invés de sugerir que os seres humanos são a única coisa que importa, o conceito de serviços ecossistêmicos deixa claro que todo o sistema importa, tanto para os humanos quanto para as outras espécies com as quais somos interdependentes. Na verdade, o conceito de serviços ecossistêmicos é uma visão “consciente de todo o sistema” dos seres humanos inseridos na sociedade e no resto da natureza (COSTANZA et al., 2017, p.2, tradução nossa¹⁸).

Washington et al. (2021) esclarecem que a avaliação humana é antropogênica, mas não precisa ser antropocêntrica. Os valores e visão de mundo são fundamentais (porque operamos a partir deles) para a sobrevivência de diversas espécies, incluindo a humana, tendo em vista o agravamento de problemas socioambientais causados e intensificados pela ação antrópica:

Outra questão espinhosa são os valores e a valoração, e tende a ser parcelada em torno de: *valor intrínseco* (inerente à Natureza); *valor instrumental* (valor como meio de adquirir outra coisa); e *valor relacional* (relações entre o homem e a Natureza). Foi dito que sendo humanos: 'só podemos ser antropocêntricos: buscamos o nosso próprio bem, não o que supomos ser o da Natureza' [...]. Além disso, esta é uma afirmação realmente problemática, uma vez que muitos humanos discordam dela. Sugerimos antes que esta seja apenas uma declaração ideológica, e não um argumento racional ou ético. Esta proposição, comum na literatura sobre avaliação da natureza [...] foi rejeitada e rotulada como a 'falácia antropocêntrica' [...]. A avaliação humana é feita por humanos (como todos concordamos), o que a torna antropogênica (realizada por humanos) não necessariamente antropocêntrica [...]. A avaliação humana claramente não precisa se centrar em nós mesmos (apenas o egoísmo na sociedade industrial moderna assume isso) [...]. Os humanos são perfeitamente capazes [...] de reconhecer o valor intrínseco na Natureza. Na verdade, muitas culturas indígenas fizeram (e ainda fazem) exatamente isso [...] (WASHINGTON et al., 2021, p. 289-290, tradução nossa¹⁹)

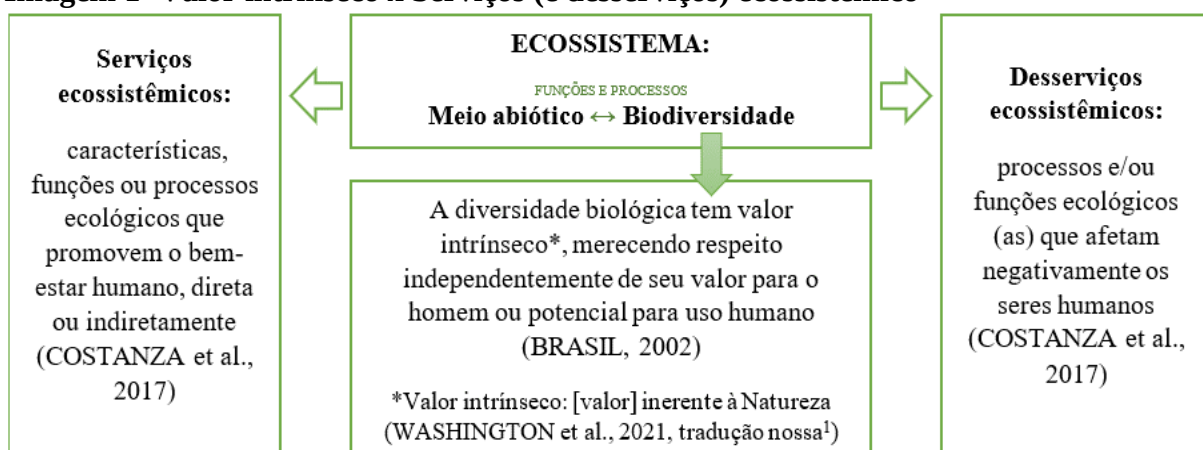
¹⁸ Some have argued (Thompson and Barton, 1994; McCauley, 2006), that the concept of ecosystem services represents a very 'anthropocentric', instrumental, or utilitarian view of nature – that nature only exists to 'service' humans. Firstly, we do not agree with this simplified view of the concept of ecosystem services. In our view, the notion of ecosystem services implies recognition that humans depend for their wellbeing and their very survival on the rest of nature and that *Homo sapiens* is an integral part of the current biosphere. Secondly, these critics ignore the fact that humans are a biological species and, like all other species, they 'use' the resources in their environment to survive and thrive. [...] So, rather than implying that humans are the only thing that matters, the concept of ecosystem services makes it clear that the whole system matters, both to humans and to the other species we are interdependent with. If anything, the ecosystem services concept is a 'whole system aware' view of humans embedded in society and embedded in the rest of nature.

¹⁹ Another thorny issue is values and valuation and tends to be parcelled around: *intrinsic value* (inherent in Nature); *instrumental value* (value as a means to acquiring something else); and *relational value* (relations between humans and Nature). It has been said that by being human: 'we can only be anthropocentric: we seek our own good, not what we suppose is Nature's' [77] (p. 40). Moreover, this is a factually problematic claim since many humans disagree with it. We suggest rather that this is just an ideological statement, not a rational or ethical argument. This proposition, common in the literature on nature valuation (e.g., [21]), has been rejected, and labelled as the 'anthropocentric fallacy' [13,22,23,25]. Taylor [78] (p. 67) points out that humans *can* take an

Conforme Nunes-Neto e Conrado (2021) “ao atribuir valor intrínseco a um ser, estamos considerando-o moralmente; estamos inserindo-o em nossa comunidade moral; estamos atribuindo a ele *um estatuto de relevância*, e mesmo de *existência*, do ponto de vista moral” (NUNES-NETO; CONRADO, 2021, p. 12), consequentemente, “aqueles excluídos da consideração moral tornam-se invisíveis ou menos relevantes” (NUNES-NETO; CONRADO, 2021, p. 12).

Constanza et al. (1997) afirmam que “os argumentos morais e económicos certamente não são mutuamente exclusivos. Ambas as discussões podem e devem prosseguir paralelamente” (COSTANZA et al., 1997, p. 255, tradução nossa²⁰). Os autores também mencionam os desserviços ecossistêmicos (Imagem 1), que são os prejuízos que os ecossistemas trazem aos seres humanos.

Imagem 1- Valor intrínseco x Serviços (e desserviços) ecossistêmico



Fonte: Elaboração própria.

Costanza et al. (2014) destacaram a magnitude dos serviços ecossistêmicos comparando valores obtidos em 1997 (cujo valor global era estimado, em média, em US\$ 33 trilhões/ano) e 2011 (US\$ 125 trilhões/ano, assumindo valores unitários atualizados e mudanças nas áreas do bioma; e US\$ 145 trilhões/ano, assumindo apenas valores unitários mudou), utilizando os mesmos métodos de estudo. Conforme os autores, a perda de eco serviços de 1997 a 2011 devido à mudança no uso da terra seria cerca de US\$ 4,3 a 20,2 trilhões/ano.

animal’s standpoint: ‘without a trace of anthropocentrism’. Human valuation is done by humans (as we all agree) which makes it anthropogenic (carried out by humans) not necessarily anthropocentric [13]. Human valuation clearly does not have to centre on ourselves (only [...] the egoism in modern industrial society assumes this [79]. Humans are quite capable of cultivating an ecocentric consciousness [21,23,39,40], and recognizing intrinsic value in Nature. Indeed many Indigenous cultures did (and still do) just that, seeing nonhuman nature as ‘people’ [13,27,80].

²⁰ moral and economic arguments are certainly not mutually exclusive. Both discussions can and should go on in parallel.

Os serviços ecossistêmicos na Amazônia, conforme Strand et al. (2018), podiam valer US\$ 737/hectare/ano, enquanto a pecuária extensiva praticada região gerava cerca de US\$ 40/hectare/ano (STRAND et al., 2018). Conforme Sabino et al. (2022), no Brasil, apenas a contribuição dos serviços de polinização foi estimada em US\$ 12 bilhões em 2013 por Giannini et al. e, em 2019, e em US\$ 11,79 bilhões anualmente por Wolowski et al. Os autores acrescentam que (SABINO et al., 2022):

Nossas estimativas mostram a importante contribuição dos polinizadores para a produção agrícola na floresta amazônica. No entanto, observa-se uma perda crescente da floresta amazônica, o que pode colocar em risco os polinizadores e trazer consequências negativas para a produção de alimentos em um futuro próximo. Políticas públicas são urgentemente necessárias para estimular a produção agrícola em harmonia com as áreas naturais, aliando a proteção das florestas e dos polinizadores à produção de alimentos (SABINO et al., 2022, p.1, tradução nossa²¹).

Segundo a FAO (2022), “estima-se que mais da metade do produto interno bruto mundial dependa significativamente dos serviços ecossistêmicos. Apenas o setor florestal contribui com mais de US\$ 1,52 trilhão para o produto interno bruto mundial e emprega 33 milhões de pessoas” (FAO, 2022, p.5). Além disto:

Estima-se que a riqueza representada por certos serviços ecossistêmicos florestais [...] tenha aumentado de US\$ 5 trilhões em 1995 para US\$ 7,5 trilhões em 2018, ou seja, 21 por cento da riqueza total em ativos de terra (compreendendo terras agrícolas, pastagens, madeira florestal, serviços de ecossistemas florestais e áreas protegidas). [...] A ausência de estoque de ativos naturais, como florestas, na contabilidade de ativos/riquezas nacionais, corre o risco de erros graves na tomada de decisões políticas, com um declínio nos ativos naturais que provavelmente afetará outros ativos a longo prazo. É improvável que qualquer economia nacional consiga manter os níveis atuais de riqueza e bem-estar se as mudanças climáticas e a destruição de ativos naturais continuarem no ritmo atual. Compreender a magnitude e a importância dos ativos naturais é essencial para a formulação de políticas e instrumentos voltados para o desenvolvimento sustentável e para a identificação de oportunidades e riscos de investimento e geração de renda. (FAO, 2022, p.13)

No entanto, o Brasil ainda não protege nem valoriza os serviços ecossistêmicos adequadamente (FASSINA et al., 2022) e a legislação e a política ambiental brasileiras têm sofrido retrocessos nos últimos anos (RAMOS; NUVOLONI; LOPES, 2022; METZGER et al., 2019), causando danos ambientais irreversíveis (RODRIGUES; MATAVELLI, 2020), e prejuízos econômicos incalculáveis (COSTANZA et al., 2014; 2017), ao destruir e/ou não contabilizar adequadamente ativos essenciais para a economia e qualidade de vida da população (FASSINA et al., 2022; FAO, 2022).

²¹ Our estimates show the important contribution of pollinators to crop production in the Amazon forest. However, a growing loss of Amazon forest has been observed, and this can jeopardize pollinators and have detrimental consequences on food production in the near future. Public policies are urgently needed to encourage crop production in harmony with natural areas, combining the protection of forests and pollinators with food production.

Faltam ações governamentais, não governamentais e da sociedade civil para buscar respostas aos problemas contemporâneos e às relações entre ciências naturais e ciências sociais. As políticas públicas ambientais brasileiras estão sendo desmanteladas em pleno século XXI, quando os impactos sobre os ecossistemas são ainda mais nítidos. O país promoveu abertamente o desmonte das leis ambientais, incentivando o desmatamento, as queimadas e a revogação de leis históricas de preservação permanente, com consequente falta de governança ambiental e impactos cumulativos na biodiversidade e no bem-estar humano (RAMOS; NUVOLONI; LOPES, 2022, p.8, tradução nossa²²)

Se o Brasil for percebido como agroexportador de *commodities* (FAO, 2022; DOS SANTOS BASTOS et al., 2023) e “grande produtor de alimentos para sua população e para o mundo” (PALHARES et al., 2018, p.24), os serviços ecossistêmicos têm importância econômica ainda maior, sendo fundamental e urgente sua restauração e proteção, visto que:

as atividades agropecuárias demandam diversos tipos recursos naturais renováveis e não renováveis e estão diretamente relacionadas a diversos serviços ecossistêmicos (provisão de água, formação e ciclagem de nutrientes do solo, polinização, controle a erosão e de pragas etc.) (PALHARES et al., 2018, p.24).

Contudo, considerando ou não o impacto do agronegócio na economia brasileira, são urgentes ações governamentais, não governamentais e da sociedade civil para buscar respostas aos desafios ambientais, haja vista que os impactos sobre os ecossistemas são mais nítidos e irreversíveis a cada dia (RAMOS; NUVOLONI; LOPES, 2022; CANDIOTTO; LEITE, 2023).

Neste contexto, é importante desenvolver mecanismos para divulgar e promover a integração dos diferentes setores da sociedade baseados, por exemplo, promovendo ações relacionadas ao programa de incentivo à preservação e recuperação do meio ambiente, encontrado CAPÍTULO X da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012):

Art. 41. É o Poder Executivo Federal autorizado a instituir, sem prejuízo do cumprimento da legislação ambiental, programa de apoio e incentivo à conservação do meio ambiente, bem como para adoção de tecnologias e boas práticas que conciliem a produtividade agropecuária e florestal, com redução dos impactos ambientais, como forma de promoção do desenvolvimento ecologicamente sustentável, observados sempre os critérios de progressividade, abrangendo as seguintes categorias e linhas de ação: (Redação dada pela Lei nº 12.727, de 2012).
I - Pagamento ou incentivo a serviços ambientais como retribuição, monetária ou não, às atividades de conservação e melhoria dos ecossistemas e que gerem serviços ambientais, tais como, isolada ou cumulativamente:
a) o sequestro, a conservação, a manutenção e o aumento do estoque e a diminuição do fluxo de carbono;
b) a conservação da beleza cênica natural;
c) a conservação da biodiversidade;

²² There is a lack of governmental, nongovernmental and civil society actions to seek answers to contemporary problems and the relationships between natural sciences and social sciences. Brazilian environmental public policies are being dismantled in the 21st century, when the impacts on ecosystems are even clearer. The country has openly brought about the dismantling of environmental laws, encouraging deforestation, forest fires, and the repeal of historic permanent preservation laws, with a consequent lack of environmental governance and cumulative impacts on biodiversity and human wellbeing.

- d) a conservação das águas e dos serviços hídricos;
- e) a regulação do clima;
- f) a valorização cultural e do conhecimento tradicional ecossistêmico;
- g) a conservação e o melhoramento do solo;
- h) a manutenção de Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito;

II – Compensação pelas medidas de conservação ambiental necessárias para o cumprimento dos objetivos desta Lei, utilizando-se dos seguintes instrumentos, dentre outros:

- a) obtenção de crédito agrícola, em todas as suas modalidades, com taxas de juros menores, bem como limites e prazos maiores que os praticados no mercado;
- b) contratação do seguro agrícola em condições melhores que as praticadas no mercado;
- c) dedução das Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito da base de cálculo do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, gerando créditos tributários;
- d) destinação de parte dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso da água, na forma da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, para a manutenção, recuperação ou recomposição das Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito na bacia de geração da receita;
- e) linhas de financiamento para atender iniciativas de preservação voluntária de vegetação nativa, proteção de espécies da flora nativa ameaçadas de extinção, manejo florestal e agroflorestal sustentável realizados na propriedade ou posse rural, ou recuperação de áreas degradadas;
- f) isenção de impostos para os principais insumos e equipamentos, tais como: fios de arame, postes de madeira tratada, bombas d'água, trado de perfuração de solo, dentre outros utilizados para os processos de recuperação e manutenção das Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito;

III - incentivos para comercialização, inovação e aceleração das ações de recuperação, conservação e uso sustentável das florestas e demais formas de vegetação nativa, tais como:

- a) participação preferencial nos programas de apoio à comercialização da produção agrícola;
- b) destinação de recursos para a pesquisa científica e tecnológica e a extensão rural relacionadas à melhoria da qualidade ambiental.

§ 1º Para financiar as atividades necessárias à regularização ambiental das propriedades rurais, o programa poderá prever:

- I - Destinação de recursos para a pesquisa científica e tecnológica e a extensão rural relacionadas à melhoria da qualidade ambiental;
- II - Dedução da base de cálculo do imposto de renda do proprietário ou possuidor de imóvel rural, pessoa física ou jurídica, de parte dos gastos efetuados com a recomposição das Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito cujo desmatamento seja anterior a 22 de julho de 2008;
- III - Utilização de fundos públicos para concessão de créditos reembolsáveis e não reembolsáveis destinados à compensação, recuperação ou recomposição das Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito cujo desmatamento seja anterior a 22 de julho de 2008.

[...]

Art. 44. É instituída a Cota de Reserva Ambiental - CRA, título nominativo representativo de área com vegetação nativa, existente ou em processo de recuperação: (Vide ADIN Nº 4.937) (Vide ADC Nº 42)

I - Sob regime de servidão ambiental, instituída na forma do art. 9º-A da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981;

II - Correspondente à área de Reserva Legal instituída voluntariamente sobre a vegetação que exceder os percentuais exigidos no art. 12 desta Lei;

III - protegida na forma de Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN, nos termos do art. 21 da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000;

IV - Existente em propriedade rural localizada no interior de Unidade de Conservação de domínio público que ainda não tenha sido desapropriada (BRASIL, 2012).

Dentre as alternativas para recuperação e conservação de serviços ecossistêmicos e desenvolvimento sustentável, destacam-se os Sistemas Agroflorestais (JOSE, 2009; MICCOLIS et al., 2019; MAIA et al., 2021; SCHULER et al., 2022; PADOVAN et al., 2023).

Estes agrossistemas, particularmente os mais complexos e biodiversos, podem proteger a biodiversidade, aumentam a resiliência de algumas atividades agropecuárias às mudanças climáticas, podem reduzir o uso de agroquímicos e atenuar seus impactos negativos, recuperando e/ou mantendo um extenso portfólio de serviços ecossistêmicos (MAIA et al., 2021; GAMA-RODRIGUES, et al., 2021; PADOVAN et al., 2023).

O conceito de serviços ecossistêmicos traz uma razão econômica, mas não deve ser o único motor para a conservação ou para restauração ambiental (KNIPPENBERG et al., 2018; VAN DEN BORN et al., 2018):

A justificação pública para a conservação da natureza assenta atualmente em dois pilares: valores hedônicos (instrumentais) e valores morais. No entanto, estas representações parecem fazer pouco trabalho motivacional na prática; a biodiversidade continua a diminuir e as políticas de biodiversidade enfrentam uma grande lacuna na implementação. [...] As pessoas agem pela natureza porque a natureza tem significado para elas, está ligada a uma vida que faz sentido e faz diferença no mundo. Estes valores eudemoníacos (que expressam a vida significativa) constituem um terceiro pilar crucial na justificação da conservação da natureza (VAN DEN BORN et al., 2018, p. 841, tradução nossa²³).

Conforme Knippenberg et al. (2018), os valores relacionais (eudemoníacos) são os principais motivadores das ações de conservação. Jax et al. (2013) definem esses valores como:

os *valores eudemonísticos* não se referem apenas a um excedente de qualidade de vida, em termos de lazer e experiências estéticas, como caminhar na mata, nadar em uma lagoa natural ou escalar belas montanhas. Em vez disso, e mais propriamente, referem-se a todas as entidades e processos considerados necessários para viver uma “boa vida”. Tal noção de “boa vida” foi referida pelos filósofos gregos como *eudaimonia*. Deste ponto de vista, os valores eudaimonistas não se limitam às preferências subjetivas, mas estendem-se a questões de justiça intrageracional e intergeracional (Muraca, 2011). Além disso, os seres que possuem valores eudaimonistas são valiosos em si mesmos e obviamente não são redutíveis aos benefícios e serviços que proporcionam como meios; assim, o velho carvalho do meu jardim não é um instrumento para produzir madeira ou sequestrar carbono – mesmo que possa ser usado para esse fim – em vez disso, tem um significado mais profundo para a minha vida e não pode ser simplesmente substituído por outra coisa. Como resultado, embora a abordagem econômica aos serviços ecossistêmicos possa capturar parcialmente aspectos ligados a valores fundamentais e eudemonísticos, também pode ignorar outros aspectos relacionados com estas categorias de valores. Este é o caso quando uma linguagem exclusivamente instrumental, que implica a ideia de “equivalentes”, pode afectar significativamente a autocompreensão e a possibilidade

²³ The public justification for nature conservation currently rests on two pillars: hedonic(instrumental) values, and moral values. Yet, these representations appear to do little motivational work in practice; biodiversity continues to decline, and biodiversity policies face a wide implementation gap. [...] People act for nature because nature is meaningful to them, connected to a life that makes sense and a difference in the world. These eudemonic values (expressing the meaningful life) constitute a crucial third pillar in the justification of nature conservation.

de levar uma “boa vida” (ou seja, a vida digna de um ser humano). Neste caso, a perspectiva redutiva da avaliação económica afeta questões de justiça (JAX et al., 2013 p. 262, tradução nossa²⁴).

Contudo, é importante enfatizar que a natureza é insubstituível, tem valor inestimável e seu valor intrínseco é motivo suficiente para protegê-la (BRASIL, 2002; MCCAULEY, 2006; WASHINGTON et al., 2021). Dessa forma, conforme McCauley (2006):

Existem outros caminhos socialmente viáveis para os conservacionistas além da mercantilização da natureza? Sim. A natureza tem um valor intrínseco que a torna inestimável e isso é motivo suficiente para protegê-la. [...] Tudo isto não pretende negar um papel aos serviços ecossistêmicos nos nossos esforços gerais para proteger a natureza. Os serviços ecossistêmicos individuais revelar-se-ão ocasionalmente moedas de troca úteis em planos de conservação específicos e, como tal, podem apoiar significativamente programas destinados a proteger a natureza pelo bem da natureza. Contudo, para evitar a troca de sucessos significativos de conservação a longo prazo por ganhos marginais a curto prazo, a clareza filosófica é essencial e é necessária cautela. Quando recorremos à ajuda dos serviços ecossistêmicos para ajudar a pagar as contas da conservação, temos de deixar bem claro que a nossa missão global é proteger a natureza e não torná-la lucrativa. [...] A conservação da natureza deve ser enquadrada como uma questão moral e discutida como tal perante os decisores políticos, que estão tão habituados a tomar decisões baseadas na moralidade como nas finanças. (MCCAULEY, 2006, p.28, tradução nossa²⁵).

Assim, a conservação e restauração da natureza devem considerar seu valor intrínseco (BRASIL, 2002; WASHINGTON et al., 2021) e nortear-se por princípios éticos, não apenas por projeções económicas, ainda que estas sejam úteis para enfatizar a magnitude dos serviços ecossistêmicos para o bem-estar humano, desde que a valoração desses serviços seja para

²⁴ *eudaimonistic values* not only refer to a surplus in quality of life, in terms of leisure and aesthetic experiences, such as a walk in the woods, swimming in a natural pond, or climbing beautiful mountains. Rather and more properly, they refer to all those entities and processes considered as necessary for living a ‘good life’. Such a notion of ‘good life’ was referred to by Greek philosophers as *eudaimonia*. From this point of view eudaimonistic values are not confined to subjective preferences but extend to issues of intra-generational and inter-generational justice (Muraca, 2011). Moreover, beings holding eudaimonistic values are valuable in themselves and are not *prima facie* reducible to the benefits and services that they deliver as means; thus the old oak tree in my garden is not an instrument to produce wood or sequester carbon – even if it can be used for that goal – instead it bears a deeper meaning for my life and cannot be simply replaced by something else. As a result, while the economic approach to ecosystem services might partly capture aspects connected to fundamental and eudaimonistic values, it may also overlook other aspects related to these value categories. This is the case when an exclusively instrumental language, which implies the idea of ‘equivalents’, might significantly affect self-understanding and the possibility of leading a ‘good life’ (i.e. the life worthy of a human being). In this case the reductive perspective of economic valuation bears on issues of justice.

²⁵ Are there other socially viable paths for conservationists besides the commodification of nature? Yes. Nature has an intrinsic value that makes it priceless, and this is reason enough to protect it. [...] All of this is not to deny a role for ecosystem services in our general efforts to protect nature. Individual ecosystem services will occasionally prove to be useful bargaining chips in specific conservation plans and, as such, can meaningfully support programmes aimed at protecting nature for nature’s sake. However, to avoid trading in significant long-term conservation successes for marginal short-term gains, philosophical clarity is essential and caution is needed. When we employ the aid of ecosystem services to help pay the bills of conservation, we must make it abundantly clear that our overall mission is to protect nature, not to make it turn a profit. [...] Nature conservation must be framed as a moral issue and argued as such to policy-makers, who are just as accustomed to making decisions based on morality as on finances.

proteger a natureza, incluindo o ser humano (MCCAULEY, 2006). Adicionalmente, é importante observar a importância subjetiva (valores eudemoníacos ou relacionais) da natureza e incentivar ações que permitam que os humanos (re)conheçam suas dimensões éticas, e não apenas a necessidade de preservação/restauração para sobrevivência humana e vantagens socioeconômicas (serviços ecossistêmicos) que a natureza proporciona (KNIPPENBERG et al., 2018).

4. Reserva Legal e Área de Preservação Permanente

Mais da metade da vegetação nativa remanescente brasileira está em propriedades rurais privadas (SOARES-FILHO et al., 2014). Assim, a preservação da vegetação em terras privadas é essencial para a conservação da biodiversidade (DE OLIVEIRA RAMOS; DOS ANJOS, 2014), de processos ecológicos (PEREIRA et al., 2020) e manutenção de serviços ecossistêmicos (DA SILVA et al., 2023). Uma parte dessa vegetação atualmente é protegida pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 através das Áreas de Preservação Permanente (APPs), que abrangem encostas, topos de morros e vegetação ciliar e Reservas Legais (RLs), que protegem a vegetação em intervalos (BRASIL, 2012; MARTINS; RANIERI, 2014; TAMBOSI et al., 2015; AGOSTINHO et al., 2022).

Porém, da Silva et al. (2023) analisando propriedades rurais privadas nos biomas Amazônia, Mata Atlântica e Cerrado descobriram que:

Por meio da avaliação de mais de 4 milhões de propriedades rurais privadas do Cadastro Ambiental Rural, descobrimos que a última revisão da política em 2012 afetou principalmente a Floresta Amazônica. A anistia concedida a 80% dos proprietários de pequenas propriedades impediu a restauração de 14,6 milhões de hectares de terras agrícolas com potencial de sequestro de carbono de 2,4 gigatoneladas. Descobrimos que existem terras privadas dentro dos limites das áreas de conservação públicas e que entre 2003 e 2020 as taxas de desmatamento nessas terras privadas foram maiores do que em todas as áreas de conservação (DA SILVA et al., 2023, p.1, tradução nossa²⁶).

A Lei Nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, substituída pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 definia as Áreas de Preservação Permanente (APP), e as Reservas Legais (RL) como (BRASIL, 1965):

II - Área de preservação permanente: área protegida nos termos dos arts. 2º e 3º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os

²⁶ Through the evaluation of over 4 million private rural properties from the Rural Environmental Cadastre, we found that the last policy review in 2012 mainly affected the Amazon Forest. The amnesty granted to 80% of landowners of small properties prevented the restoration of 14.6 million hectares of agricultural land with a carbon sequestration potential of 2.4 gigatonnes. We found that private lands exist within the limits of public conservation areas and that between 2003 and 2020 deforestation rates in these private lands were higher than those across all conservation areas.

recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas; (Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001)

III - Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas; (Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001) (BRASIL, 1965)

A Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que substituiu a Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, não alterou significativamente os conceitos de APP e RL (BRASIL, 2012; TAMBOSI et al., 2015), mas reduziu estas áreas, anistiou propriedades que tinham áreas de RL desmatadas ilegalmente antes de 2008 e permitiu maior flexibilidade do uso da terra (SOARES-FILHO et al., 2014; TAMBOSI et al., 2015; PACHECO; NEVES, 2018; RODRIGUES; MATAVELLI, 2020; RAMOS; NUVOLONI; LOPES, 2022; DA SILVA et al., 2023).

Sobre a importância da legislação ambiental e manutenção/recuperação das RLs, Metzger et al. (2019) coloca que:

A Constituição brasileira mais recente, de 1988, assegurou em seu artigo 170 o direito de propriedade da terra, desde que se cumpra a sua função social, que deve incluir a conservação da sua biodiversidade, funções e serviços dos ecossistemas. De acordo com esse princípio, desde o Código Florestal de 1934, florestas nativas e outras formas de vegetação foram consideradas de interesse comum a todos os habitantes do país e, por conseguinte, as condições dos direitos de propriedade aplicam-se a essas áreas (Franco et al., 2015). Essa função social não revoga a propriedade, mas impõe ao proprietário deveres sociais, impossíveis de cumprir sem a observância da proteção ambiental (METZGER et al., 2019, p.112).

Apesar de sua importância, de 2002 a 2010, o “governo brasileiro considerou as APPs e RLs como meros elementos de integração paisagística” (PACHECO; NEVES, 2018, p. 46).

Sobre a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, Mérida, Duarte Junior e Guimarães (2019) acrescentam que:

O citado diploma legal, que dispõe sobre a (des)proteção da vegetação nativa, para além de significar um mero retrocesso legislativo, nasceu inconstitucional ao trazer em seu bojo uma série de situações que autorizam a redução dos parâmetros de proteção ambiental e a anistia aos degradadores contumazes de áreas ambientalmente protegidas, revogando o Código Florestal de 1965 e deixando de guardar a mínima coerência com o texto constitucional (MÉRIDA; DUARTE JUNIOR; GUIMARÃES, 2019, p.61).

Brancalion et al. (2016) destacam que contradições na própria lei, decorrentes de exceções, contribuem para que a vegetação seja suprimida:

Vários artigos da NVPL proíbem a conversão de vegetação nativa em novas áreas agrícolas. Mas as exceções previstas em algumas cláusulas, bem como a redação ambivalente geram contradições que podem, em vários casos, invalidar este princípio. As contradições decorrem principalmente de disposições transitórias que reduzem a proporção de vegetação nativa que deve ser preservada nas propriedades rurais. [...]

No ano seguinte à publicação do NVPL, a taxa de supressão da vegetação nativa na região formal da Amazônia brasileira (“Amazônia Legal”) aumentou quase 30%, revertendo uma tendência de reduções dos 10 anos anteriores (PRODES, 2014). O bioma Mata Atlântica sofreu um aumento médio de 9% na taxa de supressão da vegetação nativa, que no Estado do Piauí chegou a 150% (SOS Mata Atlântica e INPE, 2014). Esses dados mantêm o Brasil na chocante posição de país com o maior índice de destruição de vegetação nativa do mundo (BRANCALION et al., 2016, p.8, tradução nossa²⁷).

Evidências científicas da importância das APPs e RLs (TAMBOSI et al., 2015; METZGER et al., 2019; BRANCALION et al., 2016) e “princípios implícitos da Precaução, da Prevenção e da Vedação ao Retrocesso Ambiental, de fundamental relevância para assegurar a proteção integral ao meio ambiente” (MÉRIDA; DUARTE JUNIOR; GUIMARÃES, 2019, p.64) foram desconsiderados pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, sob pretexto de proteger a economia brasileira e os agricultores familiares (MÉRIDA; DUARTE JUNIOR; GUIMARÃES, 2019):

apesar do discurso dos parlamentares da bancada ruralista ter se sustentado nas dificuldades enfrentadas pelos agricultores familiares para cumprimento da legislação ambiental então vigente, associando o referido argumento ao da importância das commodities agrícolas para a balança comercial do país, após a entrada da Lei Federal nº 12.651/2012 em vigor, são constatadas piora da qualidade ambiental e completa ausência de políticas públicas destinadas ao pequeno produtor (MÉRIDA; DUARTE JUNIOR; GUIMARÃES, 2019, p.69).

Nesse contexto, os danos ambientais e econômicos irreparáveis (RODRIGUES; MATAVELLI, 2020) — com valor monetário ainda desconhecido dos serviços ecossistêmicos produzidos pela vegetação nativa (CONSTANZA et al., 2014; MARTINS; RANIERI, 2014; METZGER et al., 2019; FAO, 2022; DA SILVA et al., 2023) — causados pela diminuição da extensão de áreas que precisam ser restauradas e protegidas, devem ter impactos negativos mais drásticos sobre as pessoas com menor renda (TAMBOSI et al., 2015; MÉRIDA; DUARTE JUNIOR; GUIMARÃES, 2019) haja vista que as APPs e RLs são fundamentais “para a preservação de uma gama de bens e serviços fundamentais para a vida na Terra” (MARTINS; RANIERI, 2014, p.80). Conforme Brancalion et al. (2016):

Perdas adicionais de cobertura vegetal nativa podem comprometer ainda mais a manutenção de serviços ambientais como purificação de água, proteção do solo, polinização de culturas e regulação climática. A proteção enfraquecida da vegetação

²⁷Several articles of the NVPL forbid the conversion of native vegetation to new agricultural areas. But exceptions provided for in some clauses, as well as ambivalent wording generate contradictions that may, in several cases, invalidate this principle. Contradictions arise mainly from transitory provisions which reduce the proportion of native vegetation that must be preserved in rural properties. [...] In the year following the publication of the NFL, the rate of suppression of native vegetation in the for-mal Brazilian Amazon region (“Amazônia Legal”) increased by almost 30%, reversing a trend of reductions in the previous 10 years (PRODES, 2014). The Atlantic Forest biome suffered an average increase of 9% in the rate of suppression of native vegetation, which in the State of Piauí reached 150% (SOS Mata Atlântica and INPE, 2014). These data maintain Brazil in the shocking position of the country with the highest rate of native vegetation destruction in the world (FAO, 2015).

nativa remanescente, a redução das exigências de restauração e a distorção das funções ambientais das APPs e RLs podem, por sua vez, expandir e agravar problemas ambientais já observados em diversas regiões brasileiras, como escassez de água, deslizamentos de terra, inundações severas e secas (BRANCALION et al., 2016, p.10, tradução nossa²⁸).

Todavia, a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 manteve a exigência de manutenção e/ou restauração de APPs e RLs (com área reduzida e/ou maior flexibilidade de uso), sobre as quais ainda é aplicável a Instrução Normativa nº - 5, de 8 de setembro de 2009, que “dispõe sobre os procedimentos metodológicos para restauração e recuperação das Áreas de Preservação Permanentes e da Reserva Legal instituídas pela Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965” (BRASIL, 2009b, p.65):

CAPÍTULO IV

DAS METODOLOGIAS DE RECUPERAÇÃO DE APP E RL

Art. 1º A recuperação de Área de Preservação Permanente - APP e Reserva Legal - RL independe de autorização do poder público, respeitadas obrigações anteriormente acordadas e normas ambientais específicas, quando existentes, bem como os requisitos técnicos estabelecidos nesta resolução.

§ 1º O órgão ambiental competente poderá, a qualquer tempo, realizar vistoria técnica nas APPs e RL em processo de recuperação para aferir a sua eficácia e, quando for o caso, determinar medidas complementares cabíveis.

[...]

Art. 5º A recuperação de APP e RL poderá ser feita pelos seguintes métodos:

I - condução da regeneração natural de espécies nativas;

II - plantio de espécies nativas (mudas, sementes, estacas); e

III - plantio de espécies nativas conjugado com a condução da regeneração natural de espécies nativas.

[...]

Art. 7º [...]

§ 3º Nos plantios de espécies nativas em linha, a entrelinha poderá ser ocupada com espécies herbáceas exóticas de adubação verde ou por cultivos anuais, limitado no caso da APP até o 3º ano da implantação da atividade de recuperação, como estratégia de manutenção da área recuperada.

Art. 8º No caso da recuperação da área de Reserva Legal na propriedade ou posse do agricultor familiar, do empreendedor familiar rural ou dos povos e comunidades tradicionais poderão ser utilizadas espécies de árvores frutíferas, ornamentais ou industriais exóticas, cultivadas em sistema intercalar ou em consórcio com espécies nativas.

CAPÍTULO VIII

DAS DISPOSIÇÕES FINAIS

Art. 10. Em todos os casos, a recuperação de APP e RL não poderá comprometer a estrutura e as funções ambientais destes espaços, especialmente:

I - a estabilidade das encostas e margens dos corpos de água;

II - a manutenção dos corredores de flora e fauna;

III - a manutenção da drenagem e dos cursos de água intermitentes;

IV - a manutenção da biota;

V - a manutenção da vegetação nativa; e

VI - a manutenção da qualidade das águas.

²⁸Additional losses of native vegetation cover may compromise even more the maintenance of environmental services such as water purification, soil protection, crop pollination and climate regulation. Weakened protection of remaining native vegetation, reduced restoration requirements, and the distortion of environmental functions of APPs and RLs, may in turn expand and aggravate environmental problems already observed in several Brazilian regions, such as water shortage, landslides, severe floods and droughts.

Parágrafo único. As metodologias previstas nesta Instrução Normativa poderão ser empregadas também na recuperação de APP localizada em área urbana (BRASIL, 2009a, p.66).

Além disso, a Instrução Normativa nº - 4, de 8 de setembro de 2009 define procedimentos técnicos para a utilização da vegetação da Reserva Legal sob regime de manejo florestal sustentável (BRASIL, 2009a, p.64). Mas, conforme Martins e Ranieri (2014):

A Legislação Federal estabelece algumas diretrizes gerais para a recomposição e a exploração das áreas de RL por meio de Sistemas Agroflorestais e outros. Porém, não há distinção e menção de quais tipos de SAF são adequados ao cumprimento das funções das RL. Assim, fica ao encargo do órgão ambiental competente a determinação dos critérios e dos padrões aceitáveis para restauração, exploração e manejo dessas áreas protegidas. Para melhor compreender as implicações dessa lacuna deixada pela legislação, é necessário conhecer mais sobre esses Sistemas. (MARTINS; RANIERI, 2014, p.81)

Apesar dos inúmeros retrocessos (MÉRIDA; DUARTE JUNIOR; GUIMARÃES, 2019), a Lei da Proteção da Vegetação Nativa “valoriza a propriedade na medida em que enfatiza a conservação em longo prazo de inúmeras funções ecológicas e, portanto, suas contribuições para o bem-estar coletivo” (METZGER et al., 2019, p.112) e mantém alguns requisitos de conservação para RLs e APPs protegendo atualmente cerca de 193 milhões de hectares de vegetação nativa, dos quais é necessária a restauração de aproximadamente 21 milhões de hectares — destes, 78% abrangem RLs e 22% APPs (SOARES-FILHO et al., 2014).

Estas áreas podem ser recuperadas através de diversos métodos viáveis técnica e economicamente (PEREIRA et al., 2020). A agrofloresta, por exemplo, pode contribuir para regeneração florestal, particularmente de áreas com alto nível de degradação, reduzindo ou eliminando custos de restauração.

Os SAFs também são excelente alternativa ou complemento para monocultura ou outras formas convencionais de produção agropecuária, promovendo a sustentabilidade ambiental e produtiva das propriedades rurais a longo prazo, reduzindo a pressão e impactos ambientais negativos sobre áreas protegidas e sobre a própria área produtiva (TANIWAKI, et al., 2018; FAO, 2022; DA SILVA et al., 2023).

Contudo, os sistemas agroflorestais não podem ser vistos como uma solução mágica para todos os problemas ambientais e sociais, ou como a única solução para a restauração de ambientes, mas como um mecanismo viável e promissor (CANDIOTTO; LEITE, 2023) que pode ajudar a restaurar e proteger APPs e RLs, principalmente se implantados nas bordas destas áreas como zona de amortecimento (MACIEL; LEME, 2009).

4.1. Reserva Legal

A Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012 define Reserva Legal (RL) como:

área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa (BRASIL, 2012)

A área que deve ser destinada à Reserva Legal varia de 80% a 35% na Amazônia Legal e 20% nas demais regiões (BRASIL, 2012) e correspondem a 167 milhões de hectares do território brasileiro (METZGER et al., 2019; D'ALBERTAS et al., 2021).

Apesar da importância da conservação e recuperação da biodiversidade, conforme Martins e Ranieri (2014):

Enquanto no Código Florestal de 1965 essas áreas protegidas assumiam um papel nítido de conservação (BACHA, 2005; METZGER, 2002, 2010; RANIERI; MORETTO, 2012), na Lei nº 12.651/2012 o objetivo de conservação passa a ser secundário diante das prioritárias funções de produção e uso econômico da RL. A própria existência das RL passa de obrigatória em todas as propriedades rurais a condicionada por fatores como uso e ocupação anteriores do solo (MARTINS; RANIERI, 2014 p.79).

As Reservas Legais, distribuídas por todo o território nacional, complementando as Áreas de Preservação Permanente e as Unidades de Conservação (BRASIL, 2000; 2012), são fundamentais para a conservação da biodiversidade, funções e fornecimento de serviços ecossistêmicos, garantindo o bem-estar coletivo e a função social da terra. As Reservas Legais também “são um componente-chave para soluções eficazes e menos dispendiosas baseadas na natureza e, portanto, devem ser consideradas como ativos para o desenvolvimento do Brasil e não como passivos” (METZGER et al., 2019, p.91), além disso:

Os serviços ecossistêmicos prestados pelas Reservas Legais, conforme descrito acima, têm um enorme valor econômico para a sociedade, para além dos benefícios econômicos diretos que proporcionam aos proprietários rurais. Com base em valores médios de todo o mundo, um hectare de floresta tropical pode gerar um benefício estimado de US\$ 5,382/ha/ano (cerca de R\$ 21.0000/ha/ano) pela prestação de 17 tipos de serviços ecossistêmicos, inclusive regulação climática, gestão da água, controle da erosão, polinização, controle biológico, serviços culturais e recreativos, entre outros (Costanza et al., 2014). Para campos naturais e pastagens, em geral, a média global é de US\$ 4,166/ha/ano (cerca de R\$ 16,000/ha/ano) (Costanza et al., 2014); esses tipos de ecossistemas são particularmente importantes para a proteção das zonas costeiras e para a regulação de inundações, respectivamente. Se simplificarmos e assumirmos que a Amazônia, Mata Atlântica e Caatinga são compostas exclusivamente de floresta, Cerrado e Pampa por campos e savanas e Pantanal por planícies aluviais, a perda de 270 Mha de vegetação nativa desprotegida (inclusive 167 Mha de Reservas Legais) resultaria em perdas de cerca de R\$ 6 trilhões por ano (METZGER et al., 2019, p.111).

Além dos benefícios econômicos indiretos, como melhoria nas condições produtivas, qualidade de vida e custos evitados, segundo AGUIAR et al. (2023):

A NVPL [Lei n. 12.651/2012] criou um mercado para comercializar certificados de vegetação nativa que permite aos proprietários de terras compensar as obrigações de restauração conservando a vegetação nativa em outro lugar (BRANCALION et al., 2016). Quando estiver em plena implementação, esse esquema poderá se tornar o maior mercado de comércio de vegetação nativa do mundo que gera co-benefícios ao fomentar programas de pagamento por serviços ecossistêmicos (PSA) com foco na conservação da biodiversidade, segurança hídrica e regulação do clima (SOARES-FILHO et al., 2016; mas ver VIEIRA et al., 2018) (AGUIAR et al., 2023, p.10, tradução nossa²⁹).

Assim, a legislação brasileira garante ao proprietário e à toda sociedade brasileira o direito aos benefícios de um ambiente saudável e o dever de protegê-lo. Segundo Metzger et al. (2019): “ao considerar o bem-estar coletivo, a função social da terra não é apenas um conceito jurídico, mas também econômico, com profundas repercussões sociais” (METZGER et al., 2019, p.112).

Como mais da metade da vegetação nativa se encontra em propriedades rurais privadas, as RLs que, segundo Metzger et al. (2019), protegem atualmente 167 milhões de hectares de vegetação natural no Brasil (29% da vegetação nativa remanescente), dos quais aproximadamente 16 milhões de hectares necessitam de restauração (SOARES-FILHO et al., 2014), têm função crucial na proteção da biodiversidade e “na garantia de acesso aos benefícios proporcionados pelos seus serviços ecossistêmicos, com claras implicações para um desenvolvimento econômico sustentável e saudável” (METZGER et al., 2019, p.112). Ainda conforme os autores (METZGER et al., 2019):

Para permitir um melhor equilíbrio entre extinções locais e recolonização, é necessário aumentar a permeabilidade da paisagem, criando corredores, aproximando os fragmentos remanescentes, ou implementando usos do solo mais permeáveis aos fluxos biológicos, como sistemas agroflorestais em áreas de floresta (Metzger e Brancalion, 2016, Rother et al., 2018). Nessas situações, devido à sua ampla e ampla distribuição espacial, as Reservas Legais desempenham um papel crucial, estabelecendo condições para facilitar os fluxos, aumentando assim a conectividade da paisagem (Tambosi et al., 2014) e taxas de recolonização de espécies (Mangueira et al., 2019) (METZGER et al., 2019, p.108).

²⁹ While RPPNs are an option, there are mandatory areas to be protected within farms, according to the Brazilian Native Vegetation Protection Law (NVPL; a.k.a. the “New Forest Code”; Brancalion et al., 2016). Legal Reserves and Permanent Preservation Areas, as they are called, currently do not account for the conservation budget either (but see Silva et al., 2021). NVPL has created a market for trading native vegetation certificates (CRAs) that allows landowners to compensate for restoration obligations by conserving native vegetation elsewhere (Brancalion et al., 2016). When at full implementation, this scheme could become the largest market for trading native vegetation in the world that generates co-benefits by fostering payment for ecosystem services (PES) programs focused on biodiversity conservation, water security, and climate regulation (Soares-Filho et al., 2016; but see Vieira et al., 2018).

A Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012 estabelece em seu Art. 12. que “todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal, sem prejuízo da aplicação das normas sobre as Áreas de Preservação Permanente” (BRASIL, 2012). Devem ser observados os percentuais mínimos de cada região, em relação à área do imóvel, além disso, conforme Martins e Ranieri (2014):

As propriedades cuja área de Reserva Legal possui extensão inferior ao estabelecido pela lei e que necessitam regularizar sua situação têm como uma das opções a recomposição mediante o plantio intercalado de espécies nativas e exóticas, em Sistema Agroflorestal. Nesse caso, a área recomposta com espécies exóticas não deve exceder 50% da área total a ser recuperada. No caso de pequena propriedade ou posse rural familiar, a Lei nº 12.651/2012 explicita que a área da RL pode ser mantida com plantios de árvores frutíferas, ornamentais ou industriais, compostos por espécies exóticas cultivadas em sistema intercalar ou em consórcio com espécies nativas. No caso de pequenos proprietários, a exploração agroflorestal que não descaracterize a cobertura vegetal existente e não prejudique a função ambiental da área é inclusive considerada atividade de interesse social. A lei também prevê o tratamento diferenciado a esses proprietários no sentido da simplificação dos procedimentos legais e recebimento de apoio técnico, jurídico e financeiro (MARTINS; RANIERI, 2014, p.81)

O produtor rural que precisa restaurar RLs pode reduzir ou eliminar os custos de restauração, podendo inclusive obter lucros financeiros diretos com a venda da produção dos SAFs (AGOSTINHO et al., 2022), observando alguns critérios (BRASIL, 2009b):

Art. 7o A recuperação de APP e RL mediante plantio de espécies nativas ou mediante plantio de espécies nativas conjugado com a condução da regeneração natural de espécies nativas, deve observar, no mínimo, os seguintes requisitos e procedimentos: [...]

§ 3o Nos plantios de espécies nativas em linha, a entrelinha poderá ser ocupada com espécies herbáceas exóticas de adubação verde ou por cultivos anuais, limitado no caso da APP até o 3º ano da implantação da atividade de recuperação, como estratégia de manutenção da área recuperada (BRASIL, 2009b, p.66).

O produtor rural também pode utilizar produtos florestais não madeireiros para consumo próprio e/ou venda, mediante autorização do órgão competente, desde que não descaracterize a nem prejudique a vegetação, assegure a manutenção da biodiversidade e a regeneração de espécies nativas (BRASIL, 2012):

Art. 20. No manejo sustentável da vegetação florestal da Reserva Legal, serão adotadas práticas de exploração seletiva nas modalidades de manejo sustentável sem propósito comercial para consumo na propriedade e manejo sustentável para exploração florestal com propósito comercial.

Art. 21. É livre a coleta de produtos florestais não madeireiros, tais como frutos, cipós, folhas e sementes, devendo-se observar:

I - os períodos de coleta e volumes fixados em regulamentos específicos, quando houver;

II - a época de maturação dos frutos e sementes;

III - técnicas que não coloquem em risco a sobrevivência de indivíduos e da espécie coletada no caso de coleta de flores, folhas, cascas, óleos, resinas, cipós, bulbos, bambus e raízes.

Art. 22. O manejo florestal sustentável da vegetação da Reserva Legal com propósito comercial depende de autorização do órgão competente e deverá atender as seguintes diretrizes e orientações:

I - não descaracterizar a cobertura vegetal e não prejudicar a conservação da vegetação nativa da área;

II - assegurar a manutenção da diversidade das espécies;

III - conduzir o manejo de espécies exóticas com a adoção de medidas que favoreçam a regeneração de espécies nativas (BRASIL, 2012).

Dependendo do estado de conservação da área, e do seu entorno, a APP ou RL pode ser restaurada com métodos ambientalmente mais adequados (BRASIL, 2012; PEREIRA et al., 2020). Contudo, conforme foi colocado anteriormente, a agrofloresta pode contribuir para regeneração florestal (MARTINS; RANIERI, 2014), reduzindo custos de restauração ou, dependendo do manejo, trazer lucros monetários por seu elevado potencial para a produção diversificada de alimentos e outros produtos, além de contribuir para a expansão da agroecologia (BORSATTO et al., 2022), aumentando a segurança alimentar e nutricional e proporcionando melhorias na qualidade de vida das famílias rurais (CARDOZO et al., 2015; AGOSTINHO et al., 2022; PADOVAN, 2023; CANDIOTTO; LEITE, 2023).

Os SAFs podem ser implantados não apenas para restaurar áreas, mas principalmente para amortecer os impactos da produção (CULLEN JR. et al., 2001) sobre RLs e outros tipos de áreas protegidas, o que, além dos benefícios diretos, como consumo e venda de produtos florestais, a longo prazo, a recuperação e preservação da vegetação nativa, por seus inúmeros e insubstituíveis serviços ecossistêmicos prestados, aumenta e/ou protege a produção e diminui os custos de produção (BRANCALION, 2016; HOFFMESTER et al., 2019; SANTOS; CROUZEILLES; SANSEVERO, 2019).

4.2. Área de Preservação Permanente

A Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012 define Área de Preservação Permanente (APP) como “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (BRASIL, 2012).

No caso da proteção da biodiversidade, como de aves, por exemplo, conforme de Oliveira Ramos e dos Anjos (2014)

Nas florestas ciliares, a largura contribui de forma mais importante para maximizar a diversidade. Portanto, corredores com larguras diferentes devem diferir em riqueza, abundância e composição. Testamos esta hipótese para as comunidades de aves de duas florestas na planície de inundação do Alto Rio Paraná, Paraná, Brasil. A riqueza e a abundância foram maiores na mata ciliar com largura média de 50 m em cada

margem e menor perturbação antrópica. A diversidade de espécies aumentou 30%, com aumento na largura total de 40 m para 100 m em média. A composição das espécies de aves também diferiu, e os grupos com requisitos ecológicos mais rigorosos estavam melhor representados na floresta mais ampla e mais bem preservada. Isto indica que a conservação das matas ciliares tem um efeito positivo nas comunidades de aves. Sugerimos que esses ambientes sejam priorizados para recuperação e que seja necessária uma largura de 50 m de cada lado do riacho para que as matas ciliares cumpram efetivamente sua função na paisagem. Observamos também que o Código Florestal Brasileiro recentemente discutido não atende a esse requisito (DE OLIVEIRA RAMOS; DOS ANJOS, 2014, p.59, tradução nossa³⁰).

A proteção da vegetação nativa e/ou sua restauração de topos de morros e encostas íngremes são fundamentais para garantir a qualidade e a quantidade de água disponível para regiões de menor altitude da bacia hidrográfica. As plantas interceptam a água da chuva e aumentam sua infiltração no solo, otimizando a recarga de aquíferos. Além disso, a presença de serapilheira protege o solo do impacto direto das gotas de água, controlando a erosão, a lixiviação e a compactação do solo, diminui a velocidade e o volume de escoamento superficial pelas encostas e confere maior estabilidade e menores riscos de deslizamentos, assoreamento e contaminação dos corpos d'água (TAMBOSI et al., 2015).

A vegetação localizada nas margens dos corpos d'água são igualmente fundamentais para a estrutura, estabilidade e parâmetros físico-químicos e biológicos e promove funções ecológicas essenciais, como “microclima adequado para o funcionamento do ambiente aquático, especialmente em riachos ou corpos d'água menores, reduzindo a incidência de raios solares e aumentando a estabilidade térmica do ambiente aquático” (TAMBOSI et al., 2015, p.153). Além disso, os processos ecológicos sustentados pela vegetação ripária e áreas alagáveis são essenciais (TUNDISI; TUNDISI, 2010):

na renovação da qualidade da água; no controle e recarga dos aquíferos e na água reposta por evapotranspiração; no controle de sedimentação dos ecossistemas aquáticos e portanto, preservação do volume de água; no suprimento de matéria orgânica para a fauna ictica e manutenção dos estoques e diversidade dessa fauna; e na diversidade da fauna terrestre e refúgio para esta fauna, além de zona de reprodução (TUNDISI; TUNDISI, 2010, p. 68).

Conforme BRANCALION et al. (2016):

³⁰ In riparian forests, width contributes most importantly to maximizing diversity. Therefore, corridors with different widths should differ in richness, abundance, and composition. We tested this hypothesis for the bird communities of two forests on the Upper Paraná River floodplain, Paraná, Brazil. Richness and abundance were higher in riparian forest with mean width of 50 m in each margin and lower anthropogenic disturbance. Species diversity increased 30%, with increase in total width from 40 m to 100 m on average. Bird species composition also differed, and groups with the strictest ecological requirements were better represented in the wider, better-preserved forest. This indicates that conservation of riparian forests has a positive effect on their bird communities. We suggest that these environments are prioritized for recuperation, and that a 50 m width on each side of a stream is necessary for riparian forests to effectively fulfill their function in the landscape. We also note that the recently discussed Brazilian Forest Code does not conform to this requirement.

Além de colocar em risco o abastecimento de água, a supressão e a falta de restauração da vegetação nativa também podem comprometer a sua qualidade. A chamada consolidação das atividades agropecuárias nas APPs e o estreitamento das faixas de restauração nas APPs ao longo dos cursos d'água podem limitar a função filtrante desempenhada pela vegetação nativa, que pode reter parte do solo, agrotóxicos e fertilizantes lixiviados das terras agrícolas adjacentes (BICALHO et al., 2010). A redução das APPs também favorece a deposição de sedimentos em outros corpos hídricos, o que pode danificar turbinas de usinas hidrelétricas e reduzir a vida útil e a produção de energia de suas barragens.

O principal beneficiário da preservação e recuperação da vegetação nativa no entorno dos reservatórios de água será a agricultura, setor que demanda até 70% da água consumida no Brasil, e que também pode se beneficiar de outros serviços ambientais. Estudos mostram que culturas próximas à vegetação nativa são mais produtivas, visto que diversas espécies de animais, plantas e microrganismos funcionam como reguladores biológicos de pragas e doenças que reduzem o rendimento das culturas (SILVA et al., 2012). Portanto, a redução do habitat nativo destes organismos pode reduzir os rendimentos e aumentar os custos da produção agrícola (BRANCALION et al., 2016, p.10-11, tradução nossa³¹).

Tundisi e Tundisi (2010) também destacam a importância da preservação e restauração de florestas ripárias, mosaicos de vegetação e de áreas alagadas para o agronegócio:

A preservação de florestas ripárias, mosaicos de vegetação e de áreas alagadas é de fundamental importância na gestão de bacias hidrográficas, contribuindo para a estabilidade dos ciclos hidrológicos e biogeoquímicos e dando condições de sustentabilidade à agricultura. Remoção de vegetação e áreas alagadas para aumento de área agrícola comprometerá no futuro a reposição de água nos aquíferos, a qualidade de água superficial e subterrânea com custos econômicos, perda de solo, ameaças à saúde humana e degradação dos mananciais exigindo sistemas de tratamento mais sofisticados e de custo mais elevado em contraposição ao papel regulador dos ciclos naturais realizado pelas florestas e áreas alagadas (TUNDISI; TUNDISI, 2010 p. 74).

Assim, é evidente que a restauração (e proteção) das APPs é necessária “não só para se adequar à legislação, mas para reconstruir ecossistemas autossustentáveis, em que os processos naturais de regeneração assegurem a perpetuidade dos processos ecológicos e as funções que se espera da vegetação restaurada” (PEREIRA et al., 2020, p. 4396).

A Área de Proteção Permanente (APP), ainda que com a área reduzida pela Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012, deverá ser mantida e/ou restaurada (BRASIL, 2012). No Brasil,

³¹ Besides putting water supplies at risk, the sup-pression and lack of restoration of native vegetation may also compromise their quality. The so-called consolidation of farming activities in APPs and narrowing of restoration strips in APPs along water streams may limit the filtering function carried out by native vegetation, which can retain part of the soil, pesticides and fertilizers leached from adjacent agricultural land (Bicalho et al., 2010). The reduction of APPs also favors the deposition of sediments in other water bodies, which may damage turbines in hydroelectric power plants and reduce the lifespan and energy production of their dams. The main beneficiary of the preservation and recovery of native vegetation around water reservoirs will be agriculture, a sector that demands up to 70% of the water consumed in Brazil, and that can also benefit from other environmental services. Studies show that crops near native vegetation are more productive, given that several species of animals, plants and microorganisms function as biological regulators of pests and diseases that reduce crop yield (Silva et al., 2012). There-fore, the reduction of native habitat of these organisms may reduce yields and increase the costs of agricultural production.

dos cerca de 29 milhões de hectares de APP, $4,5 \pm 1$ milhões de hectares devem ser restaurados (SOARES-FILHO et al., 2014). Há alternativas viáveis ecológica e economicamente para a restauração destas áreas, como a transposição do *topsoil*, a semeadura direta e os sistemas agroflorestais. Os SAFs podem reduzir o custo de restauração (LOBTCHENKO, 2020; PEREIRA et al., 2020) e, inclusive, gerar lucros financeiros para o produtor (PADOVAN; MAYER; PEREIRA, 2022; AGOSTINHO et al., 2023).

A Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012 traz algumas especificidades sobre o uso e recuperação das APPs (BRASIL, 2012):

Art. 61-A. Nas Áreas de Preservação Permanente, é autorizada, exclusivamente, a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008. (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012). (Vide ADIN Nº 4.937) (Vide ADC Nº 42) (Vide ADIN Nº 4.902)

[...]

§ 13. A recomposição de que trata este artigo poderá ser feita, isolada ou conjuntamente, pelos seguintes métodos: (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

I - condução de regeneração natural de espécies nativas; (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

II - plantio de espécies nativas; (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

III - plantio de espécies nativas conjugado com a condução da regeneração natural de espécies nativas; (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

IV - plantio intercalado de espécies lenhosas, perenes ou de ciclo longo, exóticas com nativas de ocorrência regional, em até 50% (cinquenta por cento) da área total a ser recomposta, no caso dos imóveis a que se refere o inciso V do caput do art. 3º [pequena propriedade ou posse rural familiar: aquela explorada mediante o trabalho pessoal do agricultor familiar e empreendedor familiar rural, incluindo os assentamentos e projetos de reforma agrária, e que atenda ao disposto no art. 3º da Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006]; (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012). (BRASIL, 2012).

Entretanto, algumas condições devem ser observadas para recuperação de APPs (BRASIL, 2009b):

§ 3o Nos plantios de espécies nativas em linha, a entrelinha poderá ser ocupada com espécies herbáceas exóticas de adubação verde ou por cultivos anuais, limitado no caso da APP até o 3o ano da implantação da atividade de recuperação, como estratégia de manutenção da área recuperada (BRASIL, 2009b, p.66).

Além disso, para recuperação e manejo de APPs em propriedade ou posse do agricultor familiar, do empreendedor familiar rural ou dos povos e comunidades tradicionais, a Instrução Normativa nº 5, de 8 de setembro de 2009 define requisitos e procedimentos específicos para a utilização de SAFs (BRASIL, 2009a):

CAPÍTULO VII
DA UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS COMO INDUTORES DA RECUPERAÇÃO DE APP NA PROPRIEDADE OU POSSE DO AGRICULTOR FAMILIAR, DO EMPREENDEDOR FAMILIAR RURAL OU DOS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS

Art. 9º Para os fins previstos na alínea "b", inciso II, art. 2º da Resolução CONAMA no 369, de 28 de março de 2006, a implantação e condução de Sistemas Agroflorestais como indutores da recuperação de APP na propriedade ou posse do agricultor familiar, do empreendedor familiar rural ou dos povos e comunidades tradicionais, deverá observar os seguintes requisitos e procedimentos:

I - controle da erosão, quando necessário;

II - recomposição e manutenção da fisionomia vegetal nativa, mantendo permanentemente a cobertura do solo;

III - estabelecimento de, no mínimo, 500 (quinhentos) indivíduos por hectare de, pelo menos, 15 espécies perenes nativas da fitofisionomia local;

IV - limitação do uso de insumos agroquímicos, priorizando-se o uso de adubação verde;

V - restrição do uso da área para pastejo de animais domésticos, ressalvado o disposto no art. 11 da Resolução CONAMA no 369, de 2006;

VI - na utilização de espécies agrícolas de cultivos anuais deve ser garantida a manutenção da função ambiental da APP e observado o disposto no art. 10 desta Instrução Normativa;

VII - consorciação de espécies perenes, nativas ou exóticas não invasoras, destinadas a produção e coleta de produtos não madeireiros, como por exemplo, fibras, folhas, frutos ou sementes; e

VIII - manutenção das mudas estabelecidas, plantadas e/ou germinadas, mediante coroamento, controle de fatores de perturbação como espécies competidoras, insetos, fogo ou outros e cercamento ou isolamento da área, quando necessário e tecnicamente justificado (BRASIL, 2009a, p.66).

A continuidade das atividades agrossilvipastoris, tem impactos negativos em processos eco-hidrológicos, além de causar compactação do solo, erosão e assoreamento (TAMBOSI et al., 2015; BRANCALION et al., 2016).

Os SAFs são importantes para produção diversificada, para acelerar/viabilizar economicamente a restauração e amortecer os impactos da atividade agropecuária sobre as APPs, mas não são tão eficientes quanto a vegetação nativa para a produção de diversos serviços ecossistêmicos, particularmente para a proteção da biodiversidade (CULLEN JR. et al., 2001; MACIEL; LEME, 2009, SANTOS; CROUZEILLES; SANSEVERO, 2019).

REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, Patrícia Rochefeler et al. Arranjos de sistemas agroflorestais biodiversos para restauração de Áreas de Reserva Legal com viabilidade socioeconômica. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 14, p. e240111436239-e240111436239, 2022.

AGOSTINHO, Patrícia Rochefeler et al. Sistemas Agroflorestais Biodiversos podem recuperar áreas de preservação permanente e gerar renda para a agricultura familiar?. **Estudos Agroecológicos: o avanço da ciência no Brasil**, Vol. 1. Editora Científica Digital, 2023.

AGUIAR, Anna C. Fornero et al. Business, biodiversity, and innovation in Brazil. **Perspectives in Ecology and Conservation**, 2023.

ALVES, Denis Fernandes; DE ALENCAR, Matheus Oliveira. A exploração do sistema agroflorestal e potencialização do desenvolvimento local: um estudo de caso de Caririçu/CE. **Latin American Journal of Business Management**, v. 11, n. 1, 2020.

ARAÚJO-SANTOS, Ilana et al. Seed rain in cocoa agroforests is induced by effects of forest loss on frugivorous birds and management intensity. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 313, p. 107380, 2021.

BALBINO, Luiz Carlos et al. Agricultura sustentável por meio da integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF). **Informações agrônômicas**, v. 138, n. 7, p. 1-14, 2012.

BÉLIVEAU, Annie et al. Reduction of soil erosion and mercury losses in agroforestry systems compared to forests and cultivated fields in the Brazilian Amazon. **Journal of environmental management**, v. 203, p. 522-532, 2017.

BHAGWAT, Shonil A. et al. Agroforestry: a refuge for tropical biodiversity?. **Trends in ecology & evolution**, v. 23, n. 5, p. 261-267, 2008.

BOLFE, Édson Luis; BATISTELLA, Mateus. Análise florística e estrutural de sistemas silviagrícolas em Tomé-Açu, Pará. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1139-1147, 2011.

BORSATTO, Ricardo Serra et al. Winning hearts and minds through a policy promoting the agroecological paradigm in universities. **Agriculture and Human Values**, v. 39, n. 1, p. 5-18, 2022.

BRANCALION, Pedro HS et al. A critical analysis of the Native Vegetation Protection Law of Brazil (2012): updates and ongoing initiatives. **Natureza & Conservação**, v. 14, p. 1-15, 2016.

BRANDÃO, Haialla Carolina Rialli Santos et al. Litter inputs and standing stocks in riparian zones and streams under secondary forest and managed and abandoned cocoa agroforestry systems. **PeerJ**, v. 10, p. e13787, 2022.

BRASIL. **Brasil alia crescimento da produção agropecuária à sustentabilidade ambiental, diz Ipea**: Estudo afirma que o país se destaca como um dos protagonistas na economia de baixo carbono. Site gov.br. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/meio-ambiente-e-clima/2022/04/brasil-alia-crescimento-da-producao-agropecuaria-a-sustentabilidade-ambiental-diz-ipea>. Acesso em: 27 jul. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 4.339, de 22 de agosto de 2002**. Institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade. Brasília – DF. 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4339.htm. Acesso em: 26 mai. 2023.

BRASIL. Instrução Normativa Ministério do Meio Ambiente nº 04 de 08 de Setembro de 2009. Dos procedimentos técnicos para a utilização da vegetação da RL sob regime de manejo florestal sustentável. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF: 09 de Set. Seção I. n. 172, 2009a. p. 64-65. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/IN0004-090909.PDF>. Acesso em: 26 mai. 2023.

BRASIL. Instrução Normativa Ministério do Meio Ambiente nº 05 de 08 de Setembro de 2009. Dos procedimentos metodológicos para restauração e recuperação das Áreas de Preservação Permanentes e da Reserva Legal. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF: 09 de Set. Seção I. n. 172, 2009b. p. 65-66. Disponível em:

<https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/IN0005-090909.PDF>. Acesso em: 26 mai. 2023.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis no 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis no 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm. Acesso em: 26 mai. 2023.

BRASIL. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Institui o novo Código Florestal. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm. Acesso em: 26 mai. 2023.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 26 mai. 2023.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm. Acesso em: 26 mai. 2023.

BRASIL. **Projeto de Lei 6529/2019: Programa de Desenvolvimento de Sistemas Agroflorestais de Base Agroecológica**. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=node014bwl6hga17qr34ixxoolmv3l10279.node0?codteor=1848593&filename=PL+6529/2019. Acesso em: 26 fev. 2024.

CABRAL, Júlia Perez; FARIA, Deborah; MORANTE-FILHO, José Carlos. Landscape composition is more important than local vegetation structure for understory birds in cocoa agroforestry systems. **Forest Ecology and Management**, v. 481, p. 118704, 2021.

CAMPOS, Juliano Bitencourt et al. Ñande reko: fundamentos dos conhecimentos tradicionais ambientais Guaraní. **Revista Brasileira de Linguística Antropológica**, v. 11, p. 13-45, 2019.

CANA VERDE, Bianca Souza et al. Influence of agroforestry systems on phosphorus export from small tropical watersheds. **Agroforestry Systems**, v. 97, n. 5, p. 785-798, 2023.

CANDIOTTO, Luciano Zanetti Pessôa; LEITE, Maristela da Costa. Agroforestry Systems on Brazilian Legal Protected Lands: Permanent Preservation Areas (PPA) and Legal Reservation Areas (LRA). **Asian Journal of Geographical Research**, v. 6, n. 1, p. 15-34, 2023.

CARDOSO, Alexandre et al. Opportunities and challenges for sustainable production of *A. aculeata* through agroforestry systems. **Industrial Crops and Products**, v. 107, p. 573-580, 2017.

CARDOSO, Irene M. et al. Continual learning for agroforestry system design: university, NGO and farmer partnership in Minas Gerais, Brazil. **Agricultural Systems**, v. 69, n. 3, p. 235-257, 2001.

- CARDOZO, Ernesto Gomez et al. Species richness increases income in agroforestry systems of eastern Amazonia. **Agroforestry systems**, v. 89, p. 901-916, 2015.
- CASSANO, Camila Righetto et al. Bat and bird exclusion but not shade cover influence arthropod abundance and cocoa leaf consumption in agroforestry landscape in northeast Brazil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 232, p. 247-253, 2016.
- CAVALCANTI FILHO, Leonardo Siqueira; MELO, Roger Fagner Ribeiro. Sistemas agroflorestais no contexto acadêmico: a utilização de um SAF em ensino, pesquisa e extensão universitária aplicada a micologia. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, 2020.
- CLEMENT, Charles R. et al. The domestication of Amazonia before European conquest. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 282, n. 1812, p. 20150813, 2015.
- CORDEIRO, Luiz Adriano Maia et al. Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 32, n. 1/2, p. 15-53, 2017.
- CORREA, Eduardo et al. Effect of plant species on P cycle-related microorganisms associated with litter decomposition and P soil availability: implications for agroforestry management. **iForest-Biogeosciences and Forestry**, v. 9, n. 2, p. 294, 2015.
- COSTANZA, Robert et al. Changes in the global value of ecosystem services. **Global environmental change**, v. 26, p. 152-158, 2014.
- COSTANZA, Robert et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, n. 6630, p. 253-260, 1997.
- COSTANZA, Robert et al. Twenty years of ecosystem services: how far have we come and how far do we still need to go?. **Ecosystem services**, v. 28, p. 1-16, 2017.
- CRESPO, Cristiane Maria Gonçalves et al. Soil carbon stocks and labile fractions of organic matter under agroforestry system in breast of pernambucan altitude. **Ciência Florestal**, v. 32, p. 2180-2198, 2023.
- CULLEN JR, Laury et al. Agroforestry benefit zones: a tool for the conservation and management of Atlantic forest fragments, Sao Paulo, Brazil. **Natural Areas Journal**, v. 21, n. 4, p. 346-356, 2001.
- DA SILVA, Ramon Felipe Bicudo et al. Slow-down of deforestation following a Brazilian forest policy was less effective on private lands than in all conservation areas. **Communications Earth & Environment**, v. 4, n. 1, 2023.
- D'ALBERTAS, Francisco et al. Private reserves suffer from the same location biases of public protected areas. **Biological Conservation**, v. 261, p. 109283, 2021.
- DE MAGALHÃES, Marcus Vinícius Dutra et al. Quintais agroflorestais: uma estratégia para a sustentabilidade da agricultura familiar. **Nucleus** (16786602), v. 18, n. 2, 2021.
- DE MENDONÇA, Gislaine Costa et al. Spatial indicator of priority areas for the implementation of agroforestry systems: An optimization strategy for agricultural landscapes restoration. **Science of The Total Environment**, v. 839, p. 156185, 2022.

DE GROOT, Rudolf S.; WILSON, Matthew A.; BOUMANS, Roelof MJ. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological economics**, v. 41, n. 3, p. 393-408, 2002.

DE OLIVEIRA RAMOS, Camila Crispim; DOS ANJOS, Luiz. The width and biotic integrity of riparian forests affect richness, abundance, and composition of bird communities. **Natureza & Conservação**, v. 12, n. 1, p. 59-64, 2014.

DE PAULA AMARAL, Lúcio et al. Variabilidade espacial em sistema agroflorestal silvibananeiro, no litoral do Rio Grande do Sul, com gvSIG. **Nativa**, v. 9, n. 1, p. 44-53, 2021.

DENNY, Danielle Mendes Thame. Agenda 2030: Agronegócio vilão, vítima e solução rumo a uma bioeconomia circular sustentável. **Encuentros multidisciplinares**, 2021.

DEVELEY, Pedro Ferreira. Bird conservation in Brazil: challenges and practical solutions for a key megadiverse country. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 19, n. 2, p. 171-178, 2021.

DO CARMO MARTINELLI, Gabrielli et al. Decreasing uncertainties and reversing paradigms on the economic performance of agroforestry systems in Brazil. **Land Use Policy**, v. 80, p. 274-286, 2019.

DOS SANTOS BASTOS, Tatiana Reis et al. Response of soil microbial biomass and enzyme activity in coffee-based agroforestry systems in a high-altitude tropical climate region of Brazil. **Catena**, v. 230, p. 107270, 2023.

DUBE, F. et al. A simulation model for evaluating technical and economic aspects of an industrial eucalyptus-based agroforestry system in Minas Gerais, Brazil. **Agroforestry systems**, v. 55, p. 73-80, 2002.

DURIGAN, Giselda et al. Cerrado wetlands: multiple ecosystems deserving legal protection as a unique and irreplaceable treasure. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 20, n. 3, p. 185-196, 2022.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Estratégia de recuperação | Sistemas Agroflorestais – SAFs**. 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/sistemas-agroflorestais-safs#:~:text=Estrat%C3%A9gia%20de%20recupera%C3%A7%C3%A3o%20%7C%20Sistemas%20Agroflorestais%20%2D%20SAFs&text=SAFs%20otimizam%20o%20uso%20da,florestas%20e%20recuperar%20%C3%A1reas%20degradadas>. Acesso em: 2 ago. 2023.

EMBRAPA. **Síntese Ocupação e Uso das Terras no Brasil**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Brasília, DF. [s/d]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/car/sintese>. Acesso em: 03 ago. 2023.

FAO. **O estado das florestas do mundo 2022**. Caminhos florestais para recuperação verde e construção de economias inclusivas, resilientes e sustentáveis . Roma, FAO. 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cb9360en/online/cb9360en.html>. Acesso em 13 out. 2023.

FASSINA, Caroline et al. Valuation of ecosystem services through offsets: Why are coastal ecosystems more valuable in Australia than in Brazil?. **Ecosystem Services**, v. 56, p. 101449, 2022.

FIALHO, Jamili Silva et al. Pedofauna diversity in traditional and agroforestry systems of the Brazilian semi-arid region. **Journal of Arid Environments**, v. 184, p. 104315, 2021.

FREIRE, Paulo. **Extensão ou comunicação?**. Editora Paz e Terra, 2014.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, v. 19897, 2022.

FURQUIM, Maria Gláucia Dourado; DE MELO CARVALHO, Márcia Thais; ALVES, Estênio Moreira. Estado da arte da pesquisa em sistemas integrados de produção agropecuária no estado de Goiás. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 3, p. 242-250, 2020. GAMA-RODRIGUES, Antonio Carlos et al. Cacao-based agroforestry systems in the Atlantic Forest and Amazon Biomes: an ecoregional analysis of land use. **Agricultural Systems**, v. 194, p. 103270, 2021.

GOMES, L. C. et al. Agroforestry systems can mitigate the impacts of climate change on coffee production: A spatially explicit assessment in Brazil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 294, p. 106858, 2020.

GONÇALVES, Nicolas et al. Potential economic impact of carbon sequestration in coffee agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, v. 95, p. 419-430, 2021.

GÖTSCH, Ernst. **Perenes** Parte I. 1ªed. Ernst Götsch. 2019. Disponível em: <https://agendagotsch.com/wp-content/uploads/2019/12/Perenes-Ernst-Gotsch-2019-2.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2023.

HOFFMESTER, Suellem Guevara da Silva et al. Potencial de restauração ecológica e educação ambiental envolvendo um sistema agroflorestal biodiverso na região fronteira entre Brasil e Paraguai. **Seminário internacional de pós-graduação em desenvolvimento sustentável - anais**. Unioste, 2019.

JAX, Kurt et al. Serviços ecossistêmicos e ética. **Economia ecológica**, v. 93, p. 260-268, 2013.

JOSE, Shibu. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. **Agroforestry systems**, v. 76, p. 1-10, 2009.

JUNIOR, Nivaldo Karvatte et al. Infrared thermography for microclimate assessment in agroforestry systems. **Science of The Total Environment**, v. 731, p. 139252, 2020.

KNIPPENBERG, Luuk et al. Relational value, partnership, eudaimonia: A review. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 35, p. 39-45, 2018.

KOPNINA, Helen et al. Anthropocentrism: More than just a misunderstood problem. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, v. 31, n. 1, p. 109-127, 2018.

KOPNINA, Helen; WASHINGTON, Haydn. Discussing why population growth is still ignored or denied. **Chinese Journal of Population Resources and Environment**, v. 14, n. 2, p. 133-143, 2016.

LACERDA, André Eduardo Biscaia; HANISCH, Ana Lúcia; NIMMO, Evelyn Roberta. Leveraging traditional agroforestry practices to support sustainable and agrobiodiverse landscapes in Southern Brazil. **Land**, v. 9, n. 6, p. 176, 2020.

LEITÃO, A. M.; GIMENES, R. M. T.; PADOVAN, M. P. Arranjo de sistema agroflorestal biodiverso com viabilidade econômica proposto para a agricultura de base familiar. **Custos e Agronegócio on line**, 2022.

LEVIS, Carolina et al. Historical human footprint on modern tree species composition in the Purus-Madeira interfluvio, central Amazonia. **PloS one**, v. 7, n. 11, p. e48559, 2012.

LEVIS, Carolina et al. Persistent effects of pre-Columbian plant domestication on Amazonian forest composition. **Science**, v. 355, n. 6328, p. 925-931, 2017.

LIU, Wenjing et al. Trends and features of agroforestry research based on bibliometric analysis. **Sustainability**, v. 11, n. 12, p. 3473, 2019.

LOBTCHENKO, J.C.P. **Semeadura direta de espécies florestais na implantação de sistemas agroflorestais**: alternativa para a restauração ecológica de área de preservação permanente. Dissertação (Mestrado em Biologia Geral), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 66p. 2020.

LV, Wen et al. A scientometric analysis of worldwide intercropping research based on *Web of Science* database between 1992 and 2020. **Sustainability**, v. 13, n. 5, p. 2430, 2021.

MACIEL, Vítor Renck; LEME, Marina Koketsu. Implantação de Um Sistema Agroflorestal Como Forma de Recuperação de Uma Área Degradada. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, 2009.

MAEZUMI, S. Yoshi et al. The legacy of 4,500 years of polyculture agroforestry in the eastern Amazon. **Nature plants**, v. 4, n. 8, p. 540-547, 2018.

MAGALHÃES, Ciro AS et al. Improvement of thermal comfort indices in agroforestry systems in the southern Brazilian Amazon. **Journal of Thermal Biology**, v. 91, p. 102636, 2020.

MAGRI, Ederlan et al. Cadmium and lead concentrations in yerba mate leaves from agroforestry and plantation systems: An international survey in South America. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 96, p. 103702, 2021.

MAIA, Alexandre Gori et al. The economic impacts of the diffusion of agroforestry in Brazil. **Land use policy**, v. 108, p. 105489, 2021.

MARIANO, Dante Luís Silva; MELO, Juliana; LEMOS JR, Ivan. O ensino de Sucessão Ecológica através de conceitos Agroecológicos em Sistemas Agroflorestais (SAF's). **Scientia Plena**, v. 9, n. 9, 2013.

MARTINS, Tatiana Parreiras; RANIERI, Victor Eduardo Lima. Sistemas agroflorestais como alternativa para as reservas legais. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, p. 79-96, 2014.

MCCAULEY, Douglas J. Selling out on nature. **Nature**, v. 443, n. 7107, p. 27-28, 2006.

MEA. **Relatório-Síntese da Avaliação Ecosistêmica do Milênio**. Minuta Oficial, 2005. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.446.aspx.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2023.

MEDEIROS Carlos Alberto Barbosa et al. **Fome zero e agricultura sustentável: contribuições da Embrapa**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018. Disponível em:

<<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1096312/1/LivroCarlosBMedeirosODS2fomezeroeagriculturasustentavel.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2022.

MÉRIDA, Carolina; DUARTE JUNIOR, Dimas Pereira; GUIMARÃES, Rejaine Silva. Uma análise do julgamento da ação declaratória de constitucionalidade 42 à luz da hermenêutica jurídica: por que não se trata de uma crise apenas ambiental? **Revista eletrônica de direito do centro universitário Newton Paiva**, número 37, p 60, 2019.

METZGER, Jean Paul et al. Por que o Brasil precisa de suas Reservas Legais. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 17, n. 3, p. 104-116, 2019.

MICCOLIS, Andrew et al. Restoration through agroforestry: options for reconciling livelihoods with conservation in the Cerrado and Caatinga biomes in Brazil. **Experimental Agriculture**, v. 55, n. S1, p. 208-225, 2019.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Metas do ABC+**. Brasil, 2023a. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/planoabc-abcmals/abc/metas-do-abc>. Acesso em: 26 dez. 2023.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Tecnologias do ABC+**. Brasil, 2023b. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/planoabc-abcmals/abc/tecnologias-do-abc-spsabc>. Acesso em: 26 dez. 2023.

MIOLA, Deise Tatiane Bueno et al. Silent loss: misapplication of an environmental law compromises conservation in a Brazilian biodiversity hotspot. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 17, n. 2, p. 84-89, 2019.

MONTES-ESCOBAR, Karime et al. Trends in Agroforestry Research from 1993 to 2022: A Topic Model Using Latent Dirichlet Allocation and HJ-Biplot. **Mathematics**, v. 11, n. 10, p. 2250, 2023.

MONTOYA, Luciano J.; MAZUCHOWSKI, Jorge Z. Estado da arte dos sistemas agroflorestais na região sul do Brasil. In: **Congresso Brasileiro Sobre Sistemas Agroflorestais**. 1994. p. 77-96.

MORAES, João Antonio Tonon; CAVICHIOELLI, Fábio Alexandre. RECUPERAÇÃO DE SOLO COM O SISTEMA AGROFLORESTA. **Revista Interface Tecnológica**, v. 19, n. 2, p. 597-607, 2022.

MORESSI, Murilo; PADOVAN, Milton Parron; PEREIRA, Zefa Valdivina. Banco de sementes como indicador de restauração em sistemas agroflorestais multiestratificados no sudoeste de Matto Grosso do Sul, Brasil. **Revista Árvore**, v. 38, p. 1073-1083, 2014.

NAIR, P. K. R. State-of-the-art of agroforestry systems. **Forest Ecology and Management**, v. 45, n. 1-4, p. 5-29, 1991.

NUNES-NETO, Nei; CONRADO, Dália Melissa. Ensinando ética. **Educação em revista**, v. 37, 2021.

OLIVEIRA E SILVA NEVES, Maridilva; DA SILVA, Ivone Vieira; AMBRÓSIO, Moisés. Agroforestry system of the municipal school prof. Benjamin Padoa: a story that needs to be told. **Agroforestry Systems**, p. 1-20, 2024.

OLLINAHO, Ossi I.; KRÖGER, Markus. Agroforestry transitions: The good, the bad and the ugly. **Journal of Rural Studies**, v. 82, p. 210-221, 2021.

PACHECO, André A.; NEVES, Ana Carolina O.; FERNANDES, G. Wilson. Uneven conservation efforts compromise Brazil to meet the Target 11 of Convention on Biological Diversity. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 16, n. 1, p. 43-48, 2018.

PADOVAN, Milton Parron et al. Serviços ambientais prestados por sistemas agroflorestais biodiversos na recuperação de áreas degradadas e algumas possibilidades de compensações aos agricultores. **IN: Simpósio Nacional De Recuperação De Áreas Degradadas**, v. 11, 2017a.

PADOVAN, Milton Parron et al. Subsídios ao aprimoramento de ações estruturadas e de políticas públicas para apoio a sistemas agroflorestais biodiversos para recuperação de áreas degradadas. **Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas**, v. 11, 2017b.

PADOVAN, Milton Parron et al. Arranjos de sistemas agroflorestais para diversificação da produção agrícola e melhoria ambiental com viabilidade econômica. **Observatorio de la economía latinoamericana**, v. 21, n. 8, p. 8096-8127, 2023.

PADOVAN, Milton Parron et al. Estado da arte de sistemas agroflorestais em bases agroecológicas na região Oeste do Brasil. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018.

PADOVAN, Milton Parron et al. Potencial de sistemas agroflorestais biodiversos em processos de restauração ambiental. **Cadernos de Agroecologia**, v. 11, n. 2, 2016.

PADOVAN, Milton Parron; PEREIRA, Zefa Valdivina; FERNANDES, Shaline Sefara Lopes. Espécies arbóreas nativas pioneiras em sistemas agroflorestais biodiversos. **Revista GeoPantanal**, v. 13, n. 24, p. 53-68, 2018.

PADOVAN, Milton Parron; PEREIRA, Zefa Valdivina; SERRANO, Márcio Rodrigues. Panorama dos sistemas agroflorestais biodiversos em Mato Grosso do Sul. **Revista GeoPantanal**, v. 16, n. 30, p. 102-112, 2021.

PADOVAN, M. P.; MAYER, T. S.; PEREIRA, Z. V. **Modelo de arranjo agroflorestal biodiverso para restauração ecológica de áreas de preservação permanente, com geração de renda**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2022.

PALHARES, Julio Cesar Pascale et al. **Consumo e produção responsáveis: contribuições da Embrapa**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/184241/1/ODS-12-Consumo-e-producao-responsaveis.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2022.

PENTEADO FILHO, R. de C.; AVILA, Antonio Flavio Dias. **Embrapa Brasil: análise bibliométrica dos artigos na Web of Science (1977-2006)**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

PEREIRA CRUZ, Aline et al. Pre-colonial Amerindian legacies in forest composition of southern Brazil. **PLoS One**, v. 15, n. 7, p. e0235819, 2020.

PEREIRA, Zefa Valdivina et al. A restauração ecológica em área de preservação permanente no Estado de Mato Grosso do Sul. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 4, p. 4394-4407, 2020.

- RAMOS, Escarlett de Arruda; NUVOLONI, Felipe Micali; LOPES, Elfany Reis do Nascimento. Landscape Transformations and loss of Atlantic Forests: challenges for conservation. **Journal for Nature Conservation**, v. 66, p. 126152, 2022.
- REGO, Anna Karyne Costa; KATO, Osvaldo Ryohei. Agricultura de corte e queima e alternativas agroecológicas na Amazônia. **Novos Cadernos NAEA**, v. 20, n. 3, 2018.
- REIS, Bruna Paolinelli et al. Farmer's Perception about Agroforestry Systems for Legal Reserves in the Region of São Mateus, Espírito Santo, Brazil. **Floresta e Ambiente**, v. 27, 2020.
- ROBINSON, Mark et al. Uncoupling human and climate drivers of late Holocene vegetation change in southern Brazil. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 7800, 2018.
- RODRIGUES, Alisson Lopes et al. Diagnóstico participativo de uma microbacia hidrográfica no sudeste do Brasil: premissas de ordenação ambiental e agrícola (Participatory diagnosis of a micro basin in southeastern Brazil: premises for environmental and agricultural management). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 1, p. 343-354, 2019.
- RODRIGUES, Ariana do Rosário; MATAVELLI, C. J. As principais alterações do Código Florestal Brasileiro. **Revista Brasileira de Criminalística**, v. 9, n. 1, p. 28-35, 2020.
- ROMANELLI, João Paulo et al. Four challenges when conducting bibliometric reviews and how to deal with them. **Environmental Science and Pollution Research**, p. 1-11, 2021.
- SABINO, William et al. Status and trends of pollination services in Amazon agroforestry systems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 335, p. 108012, 2022.
- SALOMÃO, Caroline de Souza Cruz et al. Disposição de proprietários rurais à adoção de práticas voluntárias e compulsórias de restauração florestal na região do médio Rio Doce-MG. **Ambiente & Sociedade**, v. 25, 2022.
- SANTOS, Felipe Martini et al. Recovering ecosystem functions through the management of regenerating community in agroforestry and plantations with *Khaya* spp. in the Atlantic Forest, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 482, p. 118854, 2021.
- SANTOS, Pedro Zanetti Freire; CROUZEILLES, Renato; SANSEVERO, Jerônimo Boelsums Barreto. Can agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem service provision in agricultural landscapes? A meta-analysis for the Brazilian Atlantic Forest. **Forest ecology and management**, v. 433, p. 140-145, 2019.
- SCHULER, Hanna R. et al. Ecosystem services from ecological agroforestry in Brazil: A systematic map of scientific evidence. **Land**, v. 11, n. 01, p. 83, 2022.
- SENAR, Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Sistemas Agroflorestais (SAFs): conceitos e práticas para implantação no bioma amazônico/ Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR)**. 1. ed. Brasília: SENAR, 2017.
- SENE, Sávio Mendonça de; BACHA, Carlos José Caetano. Adoção dos sistemas integrados na agropecuária do Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 62, 2023.

- SHEPARD, Glenn H.; RAMIREZ, Henri. “Made in Brazil”: human dispersal of the Brazil nut (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae) in ancient Amazonia. **Economic Botany**, v. 65, p. 44-65, 2011.
- SILVA, Adna Alves de Souza et al. Is shadier better? The effect of agroforestry management on small mammal diversity. **Biotropica**, v. 52, n. 3, p. 470-479, 2020.
- SILVA, Ana Paula Ferreira da. **A viabilidade do sistema agroflorestal enquanto ferramenta para qualidade de vida e conservação da biodiversidade**. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Gestão Ambiental), Universidade Positivo, Curitiba, 117p. 2019.
- SILVA, Rhyllary Coelho et al. Fashion Market Niches for Organic Agroforestry Cotton: Market Potential for Promoting Sustainable Supply Chains. **Sustainability**, v. 15, n. 1, p. 700, 2022.
- SOARES-FILHO, Britaldo et al. Cracking Brazil's forest code. **Science**, v. 344, n. 6182, p. 363-364, 2014.
- SOUZA, Welison Alexandre; VIEIRA, Thiago Almeida. Sistemas agroflorestais: uma análise bibliométrica da produção científica de revistas brasileiras no período de 2005 a 2015. **Revista Espacios**, v. 38, p. 1-7, 2017.
- STRAND, Jon et al. Spatially explicit valuation of the Brazilian Amazon forest's ecosystem services. **Nature Sustainability**, v. 1, n. 11, p. 657-664, 2018.
- TAMBOSI, Leandro Reverberi et al. Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. **Estudos avançados**, v. 29, p. 151-162, 2015.
- TANIWAKI, Ricardo H. et al. The Native Vegetation Protection Law of Brazil and the challenge for first-order stream conservation. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 16, n. 1, p. 49-53, 2018.
- THEVENIN, Talita Benaion Bezerra; THEVENIN, Julien Marius Reis. Florestas culturais: uma legítima conciliação entre homem e natureza. **Revista Presença Geográfica**, v. 6, n. 2, p. 48-56, 2019.
- TUNDISI, José Galizia; TUNDISI, Takako Matsumura. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica**, v. 10, p. 67-75, 2010.
- UNEP. **Brasil Megadiverso: dando um impulso online para a biodiversidade**. UNEP. 2019. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/story/brasil-megadiverso-dando-um-impulso-online-para-biodiversidade>. Acesso em 23 ago. 2023.
- URRUTH, Leonardo Marques; BASSI, Joana Braun; CHEMELLO, Davi. Policies to encourage agroforestry in the Southern Atlantic Forest. **Land Use Policy**, v. 112, p. 105802, 2022.
- VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. **Indicadores de produtividade e sustentabilidade do setor agropecuário brasileiro**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) 2022. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/11106>. Acesso em: 27 jul. 2023.

VILLA, Pedro Manuel et al. Policy forum: Shifting cultivation and agroforestry in the Amazon: Premises for REDD+. **Forest policy and economics**, v. 118, p. 102217, 2020.

WASHINGTON, Haydn et al. The trouble with anthropocentric hubris, with examples from conservation. **Conservation**, v. 1, n. 4, p. 285-298, 2021.

Capítulo 2 – Artigo: Avanços e desafios dos sistemas agroflorestais no Brasil para a restauração de Área de Preservação Permanente e Reserva Legal e produção sustentável (*Advances and challenges of agroforestry systems in Brazil for the restoration of Permanent Preservation Area and legal reserves and sustainable production*)

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo analisar o Estado da Arte de Sistemas Agroflorestais (SAFs) no Brasil em artigos publicados e disponíveis *online* entre 1990 e 2023. Os SAFs são agrossistemas baseados na integração de um componente florestal perene a outras culturas, buscando otimizar os benefícios das diferentes espécies para o aumento da produtividade e redução de riscos e custos de produção. A área (Reserva Legal, Área de Preservação Permanente e/ou Área Produtiva) e o objetivo (recuperação ambiental, produção para autoconsumo e/ou comercialização) de implantação dos SAFs, nortearam a pesquisa, de modo a verificar o potencial destes agrossistemas para a recuperação de áreas degradadas e para um desenvolvimento efetivamente sustentável do agronegócio. Observou-se a evolução de abordagens em publicações nacionais e internacionais, procurando identificar tendências e lacunas da pesquisa agroflorestal, de modo a inspirar políticas públicas, investimentos privados e novas pesquisas. Foi identificado um elevado – e subaproveitado – potencial socioeconômico e ambiental das agroflorestas. Os SAFs podem produzir diversos serviços ecossistêmicos, são excelentes zonas de amortecimento para a proteção da vegetação nativa, ferramentas didáticas e técnica economicamente viável para acelerar a restauração de Reserva Legal e Área de Preservação Permanente. Além disso, as agroflorestas, particularmente as biodiversas baseadas em princípios agroecológicos, são um sistema de produção interessante, com elevado potencial para valorizar a paisagem, a biodiversidade e a cultura local. As agroflorestas substituem com diversas vantagens pastagens artificiais e monoculturas, mas não se comparam à complexidade, diversidade, prestação de serviços ecossistêmicos e valor intrínseco da vegetação nativa. Assim, é fundamental enfatizar que as agroflorestas são um modo de produção, e a vegetação nativa, florestal ou não, é insubstituível. Portanto, o aumento da produção agrícola deve vir do melhor uso da terra, não do desmatamento. Desta forma, haja vista a flexibilidade e importância estratégica dos SAFs para o enfrentamento de diversos desafios socioambientais, identificaram-se a urgência de aprimoramento e criação políticas de incentivo à pesquisa, implantação, qualificação profissional, extensão rural, educação ambiental (em todos os níveis educacionais), acesso a crédito e informações sobre agroflorestas, particularmente sobre as biodiversas agroecológicas.

Palavras-chave: Agrofloresta; Sustentabilidade; Reserva Legal; Área de Preservação Permanente; Agronegócio.

ABSTRACT

This work aimed to analyze the State of the Art of Agroforestry Systems (AFSs) in Brazil in articles published and available online between 1990 and 2023. SAFs are agroecosystems based on the integration of a perennial forest component with other crops, seeking to optimize the benefits of different species to increase productivity and reduce risks and production costs. The area (Legal Reserve, Permanent Preservation Area and/or Productive Area) and the objective (environmental recovery, production for self-consumption and/or commercialization) of implementing the AFSs, guided the research, in order to verify the potential of these agroecosystems for the recovery of degraded areas and for an effectively sustainable development of agribusiness. The evolution of approaches was observed in national and international publications, seeking to identify trends and gaps in agroforestry research, in order to inspire public policies, private investments and new research. A high – and underutilized – socioeconomic and environmental potential of agroforests was identified. AFSs can produce various ecosystem services, are excellent buffer zones for the protection of native vegetation, teaching tools and an economically viable technique to accelerate the restoration of Legal Reserves and Permanent Preservation Areas. Furthermore, agroforests, particularly biodiverse ones based on agroecological principles, are an interesting production system, with high potential to enhance the landscape, biodiversity, and local culture. Agroforests replace artificial pastures and monocultures with several advantages, but they do not compare to the complexity, diversity, provision of ecosystem services and intrinsic value of native vegetation. Therefore, it is essential to emphasize that agroforests are a mode of production, and native vegetation, forest or not, is irreplaceable. Therefore, increased agricultural production must come from better land use, not deforestation. In this way, given the flexibility and strategic importance of AFSs for facing various socio-environmental challenges, the urgency of improving and creating policies to encourage research, implementation, professional qualification, rural extension, environmental education (at all levels) was identified. educational), access to credit and information about agroforests, particularly agroecological and biodiverse ones.

Keywords: *Agroforestry; Agroforestry System; Legal Reserve; Permanent Preservation Area; Agribusiness.*

1. INTRODUÇÃO

O interesse por sistemas agroflorestais (SAFs) ou agroflorestas tem crescido com a intensificação de diversos problemas socioambientais como perda de biodiversidade, aquecimento global, degradação e escassez recursos naturais (ALVES et al. 2019; MACKE; BOZHIKIN; SARATE, 2021; FAO, 2022). Sistemas agroflorestais são sistemas de produção que integram componente florestal perene a outra(s) cultura(s), sendo considerados modos sustentáveis e inovadores de produção agropecuária pelo uso inteligente de recursos como água, luz e solo (ALVES; DE ALENCAR, 2020; SILVA et al., 2022).

Os SAFs têm sido utilizados e desenvolvidos há milhares de anos por diversos povos (MAEZUMI et al., 2018; PEREIRA CRUZ et al., 2020). Este modo de produção, ao longo do tempo substituído por monoculturas, tem sido resgatado e ressignificado nas últimas décadas por pesquisadores do Brasil e do mundo por serem sistemas produtivos flexíveis e sustentáveis (LIU et al., 2019; BORSATTO et al., 2022; PADOVAN et al., 2023).

Nos SAFs são cultivadas ou manejadas pelo menos uma espécie florestal perene, como árvores, arbustos, palmeiras, entre outras (PADOVAN et al. 2023), e pelo menos uma outra espécie (vegetal e/ou animal, nativa e/ou exótica), em uma mesma unidade produtiva sob arranjos espaciais e temporais adequados aos objetivos e recursos do produtor (NAIR, 1991; PADOVAN; PEREIRA; FERNANDES, 2018; PADOVAN et al., 2018; SILVA et al., 2022). Os SAFs podem aumentar a produtividade através dos benefícios conferidos pelas espécies florestais e pelas interações entre as espécies (GÖTSCH, 2019; JUNIOR et al. 2020; MAIA et al., 2021; SABINO et al., 2022).

O componente florestal confere estabilidade microclimática (JOSE, 2009), sequestro e estocagem de carbono (CRESPO et al., 2023; PADOVAN et al., 2023), proteção do solo contra erosão (BÉLIVEAU et al., 2017), secas e alagamentos, melhora a qualidade do ar, da água e do solo, reduzindo custos e riscos de produção (JUNIOR et al., 2020).

Qualquer consórcio de culturas que tenha um componente florestal perene, nativo ou não, é considerado um sistema agroflorestal (MARTINS; RANIERI, 2014; MICCOLIS et al., 2019; REIS et al., 2020). Contudo, no caso do uso de SAF para restauração de Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL), é fundamental observar a diversidade, a função ecológica e a estrutura das espécies vegetais buscando a recuperação e manutenção de funções ecológicas, biodiversidade e serviços ecossistêmicos (BRASIL, 2009; 2012; TAMBOSI, et al., 2015; METZGER et al., 2019; MIOLA et al., 2019; DURIGAN et al., 2022).

Os serviços ecossistêmicos são características, funções ou processos dos ecossistemas que beneficiam direta ou indiretamente os seres humanos e incluem serviços de suporte, serviços de provisão, serviços e serviços culturais (DE GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002; MEA, 2005; COSTANZA et al., 2017; BRASIL, 2021). Contudo, é fundamental enfatizar que natureza é insubstituível, tem valor inestimável, e seu valor intrínseco é motivo suficiente para protegê-la (BRASIL, 2002; JAX et al., 2013; MCCAULEY, 2006; WASHINGTON et al., 2021).

No Brasil, mais da metade da vegetação natural remanescente está em terras privadas e as áreas públicas protegidas são insuficientes em quantidade, qualidade e distribuição (MARTINS; RANIERI, 2014; BRANCALION et al., 2016; D'ALBERTAS et al., 2021; DA SILVA et al., 2023). Assim, as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e as Reservas Legais (RLs), instrumentos pela instituídos Lei nº 12.651/2012 para proteger a vegetação nativa em terras privadas, são fundamentais para sobrevivência de diversas espécies e para a manutenção de múltiplos serviços ecossistêmicos (TAMBOSI et al., 2015; METZGER et al., 2019; CANDIOTTO; LEITE, 2023). As APPs protegem encostas, topos de morros e vegetação ripária, e as RLs, a vegetação em intervalos (BRASIL, 2012; MARTINS; RANIERI, 2014; TAMBOSI et al., 2015). Estas áreas também são importantes para a produção agropecuária, por, entre outros diversos benefícios, protegerem a água, o solo e espécies benéficas à produção (TAMBOSI et al., 2015; MICCOLIS et al., 2019; ALVES; DE ALENCAR, 2020; DENNY, 2021; GAMA-RODRIGUES, et al., 2021; SABINO et al. 2022).

Apesar de inúmeros retrocessos em relação ao Código de Florestal de 1965 (BRASIL, 1965; MÉRIDA; DUARTE JUNIOR; GUIMARÃES, 2019), como redução de áreas protegidas e flexibilização do uso (BRANCALION et al., 2016), a Lei da Proteção da Vegetação Nativa de 2012 (BRASIL, 2012) mantém alguns requisitos de conservação para RLs e APPs, protegendo, atualmente, cerca de 193 milhões de hectares de vegetação dos quais é necessária a restauração de 21 ± 1 milhões de hectares (SOARES-FILHO et al., 2014).

As APPs e RLs podem ser restauradas através de diversos métodos viáveis técnica e economicamente (BRASIL, 2009; 2012; PEREIRA et al., 2020). A agrofloresta, por exemplo, pode acelerar a regeneração florestal e reduzir ou eliminar os custos de restauração, podendo inclusive gerar renda para o produtor (LOBTCHENKO, 2020; AGOSTINHO et al., 2022; PADOVAN; MAYER; PEREIRA, 2022).

Ainda que produzam diversos benefícios ambientais e socioeconômicos, é fundamental enfatizar que as agroflorestas são sistemas produtivos e, por mais complexos que sejam, não se comparam à vegetação nativa, florestal ou não, que é insubstituível e deve ser conservada e recuperada, por seu valor intrínseco e pelos benefícios únicos que garantem ao ser humano e às outras espécies (BRASIL, 2002; SANTOS; CROUZEILLES; SANSEVERO, 2019).

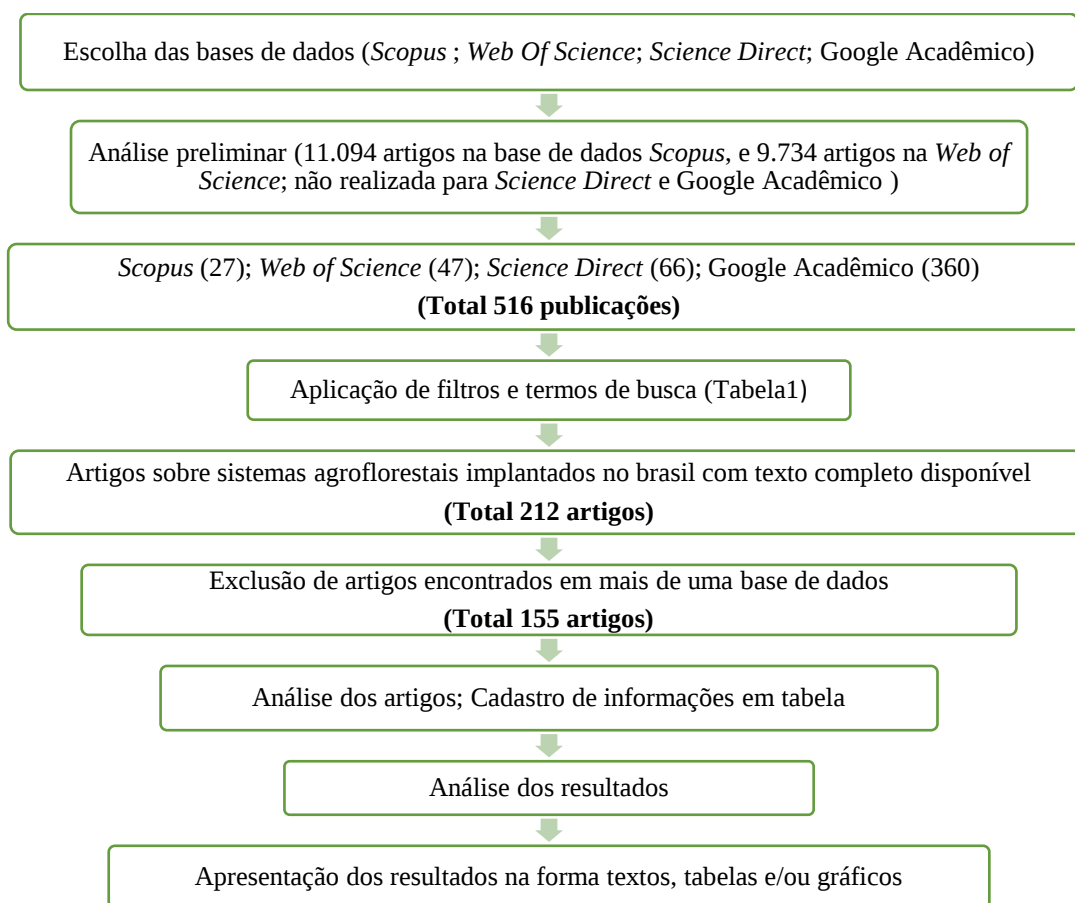
Tendo em vista os crescentes desafios socioambientais, como conservação/recuperação ambiental e aumento da produtividade agropecuária através de tecnologias mais sustentáveis, este trabalho objetivou avaliar o estado da arte de Sistemas Agrofloreais (SAFs) no Brasil em artigos publicados e disponíveis *online* entre 1990 e 2023.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo baseou-se em análises referenciais e qualitativas dos textos selecionados (LIU et al. 2019; FURQUIM; DE MELO CARVALHO; ALVES, 2020; ROMANELLI et al., 2021). Foram analisados artigos publicados entre 1990 e 2023 (Figura 1) nas bases de dados *online* Google Acadêmico, *Web of Science*, *Science Direct* e *Scopus*, procurando abranger a maior diversidade de dados possível.

Observaram-se os objetivos dos textos e a evolução de abordagens para identificar tendências, lacunas e características da pesquisa agroflorestal ao longo do tempo. As buscas foram realizadas em agosto de 2023, utilizando termos, filtros e operadores *booleanos* diferentes para cada base de dados, de modo a adequar e otimizar os resultados da busca. Utilizaram-se termos em inglês e português, quando possível.

Figura 1- Resumo da metodologia utilizada na pesquisa e apresentação dos resultados



Fonte: Elaboração Própria.

A partir dos resultados de busca, foram selecionados apenas os artigos sobre SAFs no Brasil, com texto completo disponível pelo Google Acadêmico ou pelo acesso da Universidade Federal da Grande Dourados à Comunidade Acadêmica Federada (CAFe) do Portal de Periódicos da CAPES. Na base de dados *Web of Science*, *Scopus* e *Science Direct* foram utilizados recursos de seleção da plataforma para otimizar a busca.

A área de implantação dos SAFs (Reserva Legal, Área de Preservação Permanente e/ou Área Produtiva) norteou a escolha dos termos de busca (Tabela 1), visto que influenciam os objetivos, a estrutura e a composição florística do sistema.

Tabela 1- Termos de busca, operadores booleanos e filtros

Base de dados	Termos de busca e operadores booleanos	Filtros
Google Acadêmico	"sistemas agroflorestais no brasil" AND "Reserva Legal"; "agroforestry systems in brazil" AND "legal reserve" "sistemas agroflorestais no brasil" AND "área de preservação permanente"; "agroforestry systems in brazil" AND "permanent preservation area" "sistemas agroflorestais no brasil" AND "viabilidade"; "agroforestry systems in brazil" AND "feasibility" OR "viability"	1990-2023; não incluir citações e patentes
Scopus	"agroforestry" AND "legal reserve" (título ou resumo ou palavra-chave); "agroforestry" AND "permanent preservation area" (título ou resumo ou palavra-chave); bra?il(título; resumo; palavra-chave); viability OR feasibility (título ou resumo ou palavra-chave); agroforestry (título)	1990-2023; artigos
Web of Science	"agroforest*" AND "bra?il"(Tópico) AND agroforestry (título) AND agroforestry (resumo) AND agroforestry (palavras-chave do autor) agroforestry (título) AND "legal reserve" (todos os campos) agroforestry (título) AND "permanent preservation area" (todos os campos)	1990-2023; artigos
Science Direct	"agroforestry" AND "legal reserve"(todos os campos); agroforestry (título ou resumo ou palavra-chave) "agroforestry systems" AND "permanent preservation area"(todos os campos); agroforestry (título ou resumo ou palavra-chave) "agroforestry" (título) AND "brazil" título ou resumo ou palavra-chave)	1990-2023; artigos

Fonte: Elaboração Própria.

A partir da análise dos artigos, foi elaborada uma tabela com categorias relevantes para sistemas agroflorestais, como a fitofisionomia do local de estudo, tipo de arranjo e composição de espécies, além de informações bibliométricas, como nome dos autores e coautores, data da publicação, palavras-chave etc. As informações foram extraídas, analisadas e apresentadas na forma de textos, gráficos e imagens, elaborados nos softwares Word, Excel, Tree Cloud (<http://treecloud.univ-mlv.fr/>) e Word Clouds (<https://www.wordclouds.com/>).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

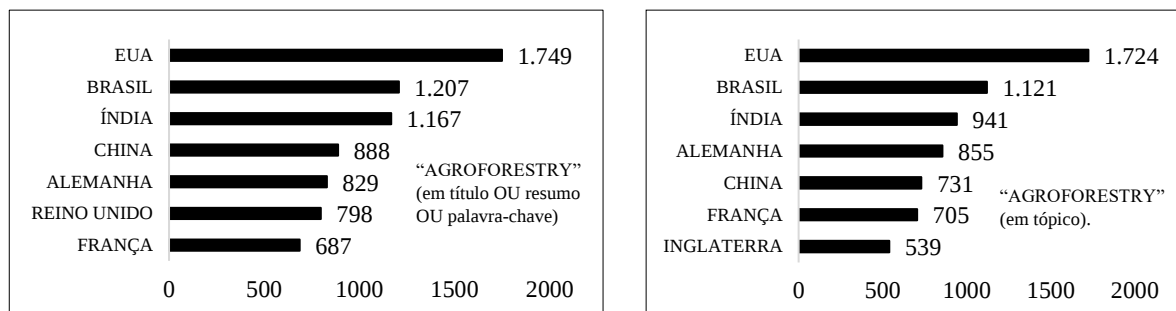
3.1 Aumenta o interesse pela agrofloresta

O interesse acadêmico por Sistemas Agroflorestais tem aumentado nos últimos anos. Utilizando, em outubro de 2023, o termo de busca “agroforestry” (no título ou resumo ou palavra-chave) foram encontrados 11.094 artigos na base de dados *Scopus*, e 9.734 artigos na *Web of Science*, utilizando o termo de busca “agroforestry” (em tópico). Na figura a seguir (Figura 2), apresentamos os resultados encontrados:

Figura 2- Países com maior número de artigos publicados sobre sistemas agroflorestais nas bases de dados *Scopus* (utilizando o termo “AGROFORESTRY” em “título” OU “resumo” OU “palavra-chave”) e *Web of Science* (utilizando o termo “AGROFORESTRY” em “tópico”) entre 1990 e 2023

Scopus (11094 artigos)

Web of Science (9734 artigos)



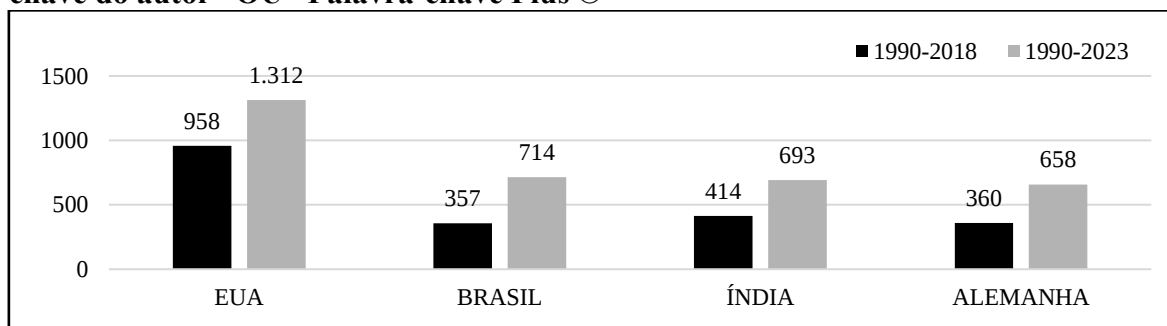
Fonte: Elaboração Própria.

O Brasil destaca-se entre estas publicações, sendo o segundo país que mais publicou, sobre o assunto, nas duas bases de dados, sendo 1.207 artigos encontrados na *Scopus* (buscando o termo “AGROFORESTRY” em título OU resumo OU palavra-chave) e 1.121 na *Web of Science* (buscando o termo “AGROFORESTRY” em tópico).

Contudo, destes 11.094 artigos (1.207 brasileiros) artigos na base de dados *Scopus*, e 9.734 (1.221 brasileiros) artigos na *Web of Science*, quando é adicionado o termo “Bra?il” (no título OU resumo OU palavra-chave), são encontrados 733 artigos na base de dados *Scopus*, e “Bra?il” (tópico) na *Web of Science*, 622 artigos. O crescente interesse mundial por estes agrossistemas foi identificado por vários autores, como Liu et al (2019); Ollinaho e Kröger (2021); Montes-Escobar et al. (2023); e Schuler et al. (2022).

Utilizando o termo “agroforestry” em “Título” OU “Palavras-chave do Autor” OU “Palavra-chave Plus ®”, Liu et al. encontraram 4.204 artigos publicados em inglês na base de dados *Web of Science* (Figura 3) entre 1990 e 2018 (LIU et al., 2019). Neste estudo, os Estados Unidos da América (EUA) publicaram mais artigos (958), seguidos pela Índia (414), Alemanha (360) e Brasil (357). Utilizando o mesmo mecanismo de buscas, entre 1990 e 2023, encontramos 7.008 artigos, e os países que mais publicaram foram EUA (1.312), Brasil (714), Índia (693) e Alemanha (658), sugerindo um elevado aumento do interesse de pesquisadores brasileiros pelo tema.

Figura 3- Países que mais publicaram artigos em inglês na *Web of Science* entre 1990-2018 e 1990-2023 utilizando o termo “AGROFORESTRY” em “título” OU “palavras-chave do autor” OU “Palavra-chave Plus ®”



Fonte: Elaboração própria.

Atualmente a humanidade se encontra na chamada “Era do conhecimento”, caracterizada pela crescente valorização da informação – e pelo aumento do número de informações produzidas e demandadas (PENTEADO FILHO; AVILA, 2009; ROMANELLI et al., 2021). Conforme Penteado Filho e Ávila (2009), a quantidade de informações aumenta rapidamente, sendo fundamental o uso de técnicas e ferramentas para extrair o que é mais relevante.

O uso de recursos disponibilizados pelas plataformas online de algumas bases de dados (como a *Scopus* e a *Web of Science*) permite selecionar, por exemplo, apenas publicações do tipo “ARTIGO”, E/OU entre os anos “1990 e 2023”, E/OU que utilizaram o termo “AGROFLORESTA” E/OU “BRASIL” no título, E/OU resumo, E/OU palavra do autor (tornando a busca mais eficiente) e o uso de buscas mais específicos, como “RESERVA LEGAL” no título. Assim, o uso destes recursos reduz, por exemplo, a leitura de artigos que citam o termo, mas que não abordam tema (ROMANELLI et al., 2021).

Contudo, pelo fato dessas metodologias basearem-se em termos indexados ou utilizados em alguma parte do texto, há limitações, como a possibilidade de perda de dados importantes. Ao usar o termo “BRASIL”, podem ser perdidos textos importantes para uma pesquisa sobre SAFs no Brasil, de autores que utilizaram termos como “SÃO PAULO” ou “REGIÃO SUL”, principalmente de publicações em português em revistas brasileiras, e não o termo “BRASIL”; ou encontrar um texto sobre SAFs em outro país, mas que cita o Brasil no resumo. Ao selecionar artigos publicados “no Brasil”, perdem-se publicações de outros países.

No caso deste estudo, por exemplo, apesar do grande e crescente interesse pelo potencial de SAFs como ferramenta didática (MARIANO; MELO; LEMOS JR, 2013; CAVALCANTI FILHO; MELO, 2020; BORSATTO et al., 2022; OLIVEIRA E SILVA NEVES; DA SILVA;

AMBRÓSIO, 2024) e para educação ambiental (HOFFMESTER et al. 2019), pelo uso de alguns termos restringindo a busca, não foi recuperado nenhum artigo sobre o tema.

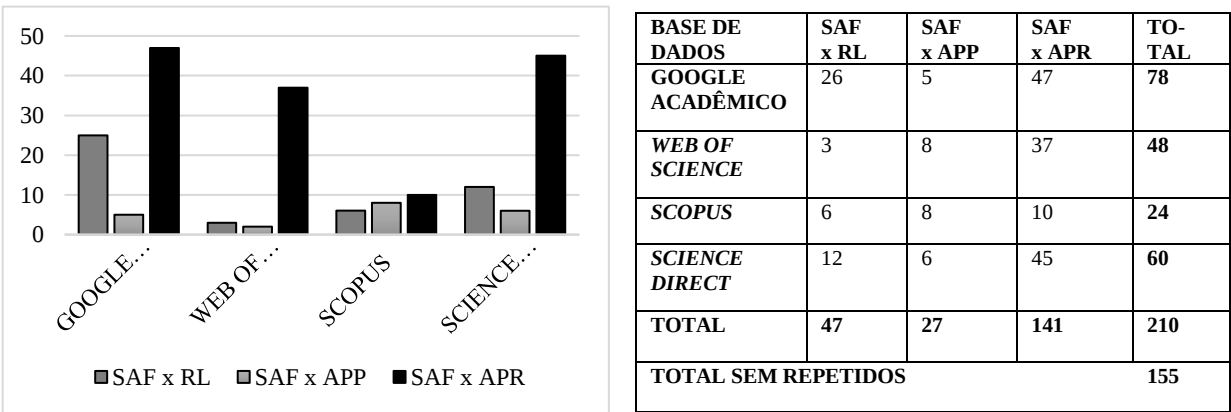
Porém, com o elevado e crescente número de publicações, as ferramentas de busca são fundamentais à pesquisa, visto que, em geral, é inviável a leitura de todos os textos sobre um tema, como, por exemplo, “agroflorestas” ou o uso de muitos termos de busca, como o nome de todos os estados ou cidades brasileiras (ROMANELLI et al., 2021).

3.2 Publicações sobre agroflorestas no Brasil

Foi identificado um elevado número de pesquisas relacionadas a agroflorestas, sendo, portanto, necessária a utilização de mecanismos de busca adequados ao objetivo do trabalho, de modo a otimizar os resultados, reduzir falhas humanas e aumentar a objetividade da pesquisa.

Nesse contexto, aplicando-se os filtros, operadores booleanos e termos de busca descritos na metodologia, foram encontrados 155 artigos (Figura 4) para as buscas para SAFs em Área Produtiva (APR), Área de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL) sobre Sistemas Agroflorestais (SAFs) no Brasil publicados entre 1990 e 2023, utilizando recursos e filtros disponibilizados por cada base de dados, procurando otimizar resultados de busca e reduzir os riscos de falha humana na seleção dos artigos.

Figura 4- Número de artigos encontrados para Sistemas agroflorestais em Área de Preservação Permanente, Reserva Legal e Área Produtiva



Fonte: Elaboração Própria.

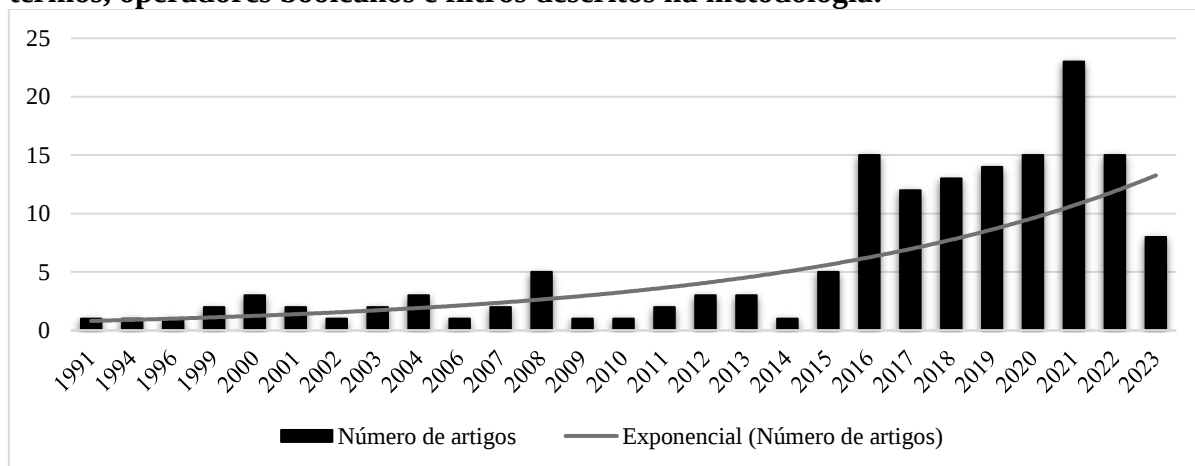
O maior número de publicações foi encontrado nas buscas para área produtiva, devido à necessidade de utilizar uma busca mais genérica para esta área. Contudo, grande parte dos artigos encontrados referia-se a áreas experimentais e monitoramento de serviços ecossistêmicos prestados por agroflorestas, mas foram incluídos por se relacionarem diretamente à produção agropecuária e a áreas produtivas. Nas buscas específicas por SAFs para restauração de Reservas Legais (RL) e Área de Preservação Permanente (APP) foram

encontrados artigos que se referiam a monitoramento de áreas prioritárias para a restauração e à utilização de tecnologias agroflorestais e/ou para restauração para reduzir custos de restauração e aumentar a sobrevivência e/ou ocorrência de mudas nativas nestas áreas (PEREIRA et al., 2020; REIS et al., 2020).

Apesar de muitos artigos encontrados nas buscas para áreas produtivas não explicitarem através dos termos “Reserva Legal” ou “Área de Preservação Permanente” o potencial dos SAFs a restauração destas áreas (não sendo encontrados, portanto, nas buscas limitadas por estes termos), seus resultados trazem importantes contribuições, como a descrição de arranjos e/ou serviços ecossistêmicos específicos, que podem otimizar a restauração da vegetação nativas nessas áreas.

Foi identificada uma tendência crescente no número de publicações (Figura 5) nos 155 selecionados para análise, principalmente a partir de 2015, conforme a figura a seguir:

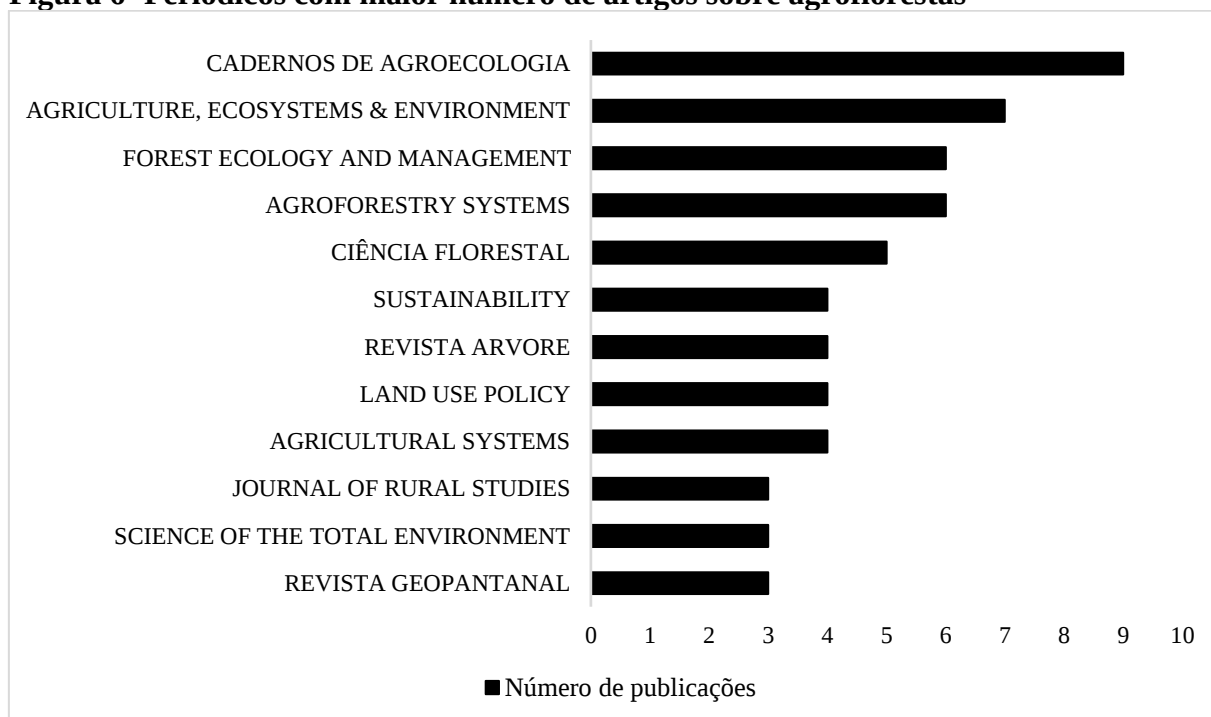
Figura 5- Número de artigos publicados sobre agroflorestas nas bases de dados online Google Acadêmico, Web of Science, Science Direct e Scopus entre 1990 e 2023 utilizado os termos, operadores booleanos e filtros descritos na metodologia.



Fonte: Elaboração Própria.

Dos 155 artigos, maior número de publicações (Figura 6) foi encontrado no periódico Cadernos de agroecologia, com 9 artigos sobre SAFs no Brasil, seguido por Agriculture, Ecosystems & Environment (7), Agroforestry Systems (6) e Forest Ecology and Management (6). O número de publicações encontradas em revistas brasileiras e internacionais foi bastante equilibrado e crescente ao longo do tempo.

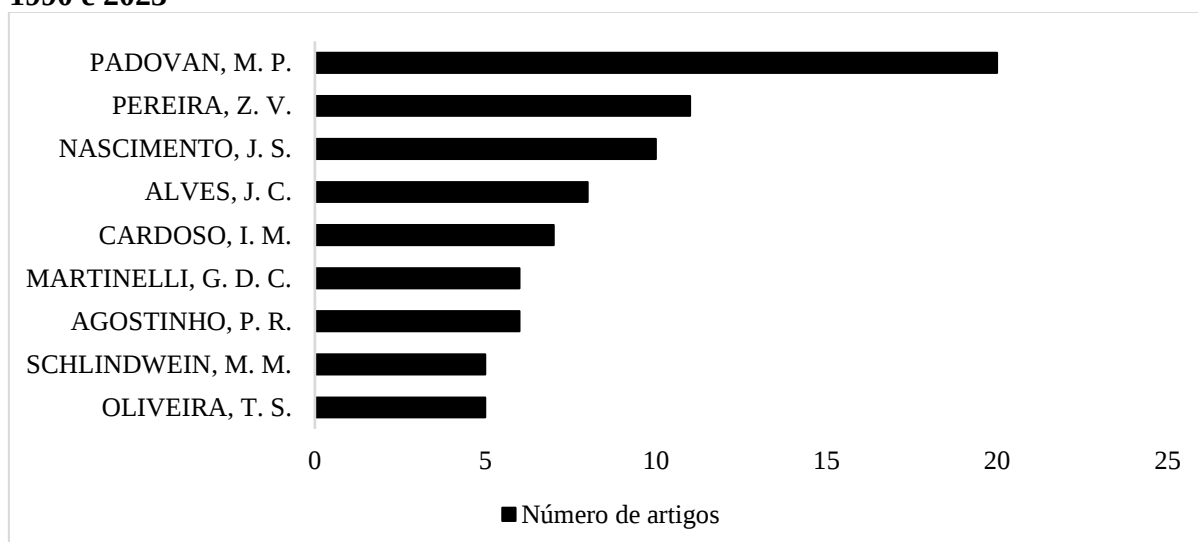
Figura 6- Periódicos com maior número de artigos sobre agroflorestas



Fonte: Elaboração Própria.

Os autores que mais publicaram (Figura 7) foram Padovan, M. P., com 20 artigos publicados como autor ou coautor, Pereira, Z. V., 11; Nascimento, J. S., 10; Alves, J. C., 8; e Cardoso, I. M., com 7 artigos publicados como autor ou coautor.

Figura 7- Autores com maior número de publicações sobre agroflorestas no Brasil entre 1990 e 2023



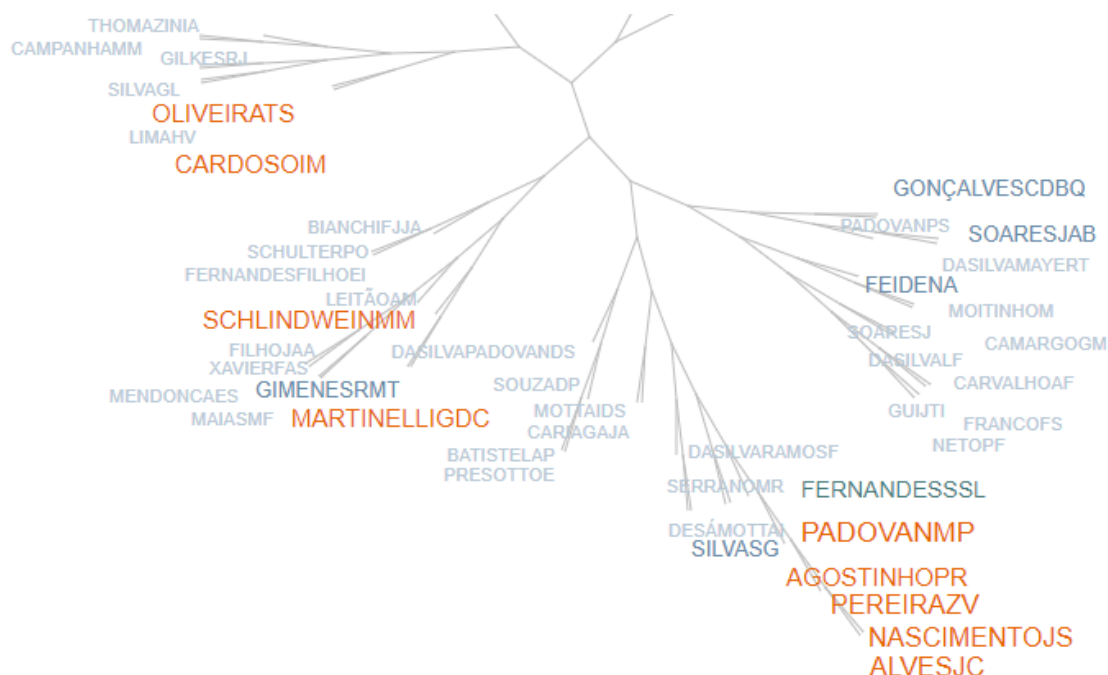
Fonte: Elaboração Própria.

Os artigos (Figura 8) de autoria ou coautoria de Padovan M. P., Pereira, Z. V.; Nascimento, J. S, Martinelli, G. D. C.; Schlindwein, M. M., Agostinho, P. R. e Alves, J. C., ligados, em sua maioria, à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, MS,

tratam de SAFs biodiversos e suas diversas aplicações e dimensões. Destacam-se, nesse grupo, estudos sobre percepções e demandas de pequenos produtores; arranjos agroflorestais biodiversos; levantamento florístico para produção e recuperação de áreas degradadas, incluindo APPs e RLs; viabilidade econômica e produtiva e potencial dos SAFs para promover serviços ecossistêmicos diversificados e abundantes — como microclima estável, melhoria do solo; aumento da biodiversidade; segurança alimentar e nutricional, estabilidade de renda, melhores condições de trabalho etc., particularmente para o produtor familiar (PADOVAN et al., 2018).

Grande parte das publicações destes autores estão em periódicos brasileiros, como a Revista Cadernos de Agroecologia e a Revista GeoPantanal, e encontram-se disponíveis gratuitamente, em português, através da base de dados Google Acadêmico. Estes estudos trazem contribuições fundamentais para o desenvolvimento dos sistemas agroflorestais no Brasil e enfatizam o potencial estratégico desses agrossistemas para a agricultura familiar.

Figura 8- Autores que mais publicaram artigos sobre Sistemas Agroflorestais no Brasil entre 1990 e 2023



Fonte: Elaboração Própria.

Os artigos de autoria ou coautoria de Cardoso, I. M., do Departamento de Ciência do Solo e Nutrição de Plantas da Universidade Federal de Viçosa, MG, e do Departamento de Ciência Ambiental, Universidade de Wageningen, Holanda, estão relacionados à SAFs e seus impactos sobre a qualidade o solo, utilizando análises com técnicas e equipamentos

sofisticados, mas também sobre a biodiversidade arbórea e agricultura familiar (CARDOSO et al., 2001). Destaca-se entre os trabalhos de coautoria da autora um artigo sobre o potencial do SAF para o controle da doença do Panamá (murcha de *Fusarium*), uma doença causada por um fungo bastante resistente e de fácil disseminação, sobre cultivares de banana-maçã (DELTOUR et al., 2017). Todos os 7 artigos da autora foram publicados pela empresa editorial holandesa Elsevier, e apenas um destes artigos tem o texto integral disponibilizado gratuitamente, a saber, “*Agroforestry systems can mitigate the impacts of climate change on coffee production: A spatially explicit assessment in Brazil*”, publicado no periódico *Agriculture, Ecosystems & Environment* (GOMES et al., 2020).

O autor Oliveira, T. S., também da Universidade Federal de Viçosa, tem um artigo encontrado em coautoria com Cardoso, I. M., comparando a variabilidade do microclima e do efluxo de CO₂ do solo entre sistemas de café agroflorestal e monocultura de café (DE CARVALHO GOMES et al., 2016). Além disso, Oliveira, T. S. participa de artigos sobre qualidade do solo, destacando-se um estudo sobre pedofauna e dois sobre sistemas silvipastoris baseados no manejo de arbóreas nativas e pequenos ruminantes, no semiárido brasileiro. Dos cinco artigos, quatro foram publicados pela editora Elsevier e um pela Springer do autor e nenhum deles foi disponibilizado gratuitamente.

As palavras-chave mais utilizadas entre 1990 e 2023 (Figura 9), exceto SAF(s), Sistema(s) Agroflorestal(is) e Agrofloresta(s) foram: Agricultura familiar (11); Mata atlântica (8); Sustentabilidade (7); Amazônia (6); Brasil (6); Uso da terra (6); Desmatamento (5); Produção de alimentos (5); e Qualidade do solo (5).

No período, destacaram-se estudos sobre a viabilidade socioeconômica e ambiental dos SAFs, sendo encontrado considerável número de palavras-chave relacionadas, como “Sustentabilidade”, “Desenvolvimento Sustentável”, “Indicadores de Sustentabilidade”, “Economia Florestal”, “Viabilidade Econômica”, entre outras.

Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Liu et al. (2019), estudando a literatura internacional sobre agroflorestas. Conforme estes autores, os estudos latino-americanos concentram-se na preservação da vegetação nativa e na conciliação entre os interesses dos produtores e de conservação da biodiversidade e de serviços ecossistêmicos (LIU et al., 2019). Assim, também se destacaram em nossos resultados palavras-chave relacionadas a restauração e conservação ambiental, como “desmatamento”, “reserva legal”, “área de preservação permanente”, “mata atlântica”, “amazônia”, e “mata ciliar”, sugerindo o interesse

Analisando as palavras-chave mais empregadas pelos autores, percebe-se o interesse pela viabilidade dos sistemas agroflorestais, por seu potencial para a conservação/restauração ambiental e para o fornecimento de serviços ecossistêmicos. Ao longo do tempo, identifica-se um aumento do interesse pela sustentabilidade e dimensões socioeconômica e ambiental do agrossistema, identificado por termos como “agricultura familiar”, “uso da terra”, “agroecologia” e “desmatamento”.

Também foi identificado o aumento do interesse por arranjos menos complexos como eucalipto/cultura anual/pasto/gado. Contudo, isso não significa que agroflorestas complexas deixaram de ser interessantes para os pesquisadores, mas que a integração da silvicultura com a lavoura e/ou a pecuária passa a ganhar o interesse para a produção em larga escala, por seu potencial produtivo, particularmente pelos benefícios do componente florestal sobre o bem-estar animal (JUNIOR et al. 2020), e pressões/incentivos socioeconômicos e governamentais relacionados à sustentabilidade, particularmente à redução de emissão de carbono (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA, 2023).

A diversificação da produção e o potencial para a redução de custos e riscos, bem como o surgimento de novas oportunidades de mercado, como a venda de créditos de carbono e pagamentos por serviços ambientais também têm despertado o interesse dos pesquisadores (AGUIAR et al., 2023; PADOVAN et al., 2023).

Diversos artigos concentram-se em serviços ecossistêmicos proporcionados pelo componente florestal, como melhoria de parâmetros físico-químicos e biológicos do solo proteção da água, do solo e da biodiversidade.

O potencial estratégico (subaproveitado) dos SAFs biodiversos agroecológicos, como modo de produção sustentável que valoriza a riqueza cultural e a biodiversidade local também tem despertado um crescente interesse. Os autores têm enfatizado importância das percepções, conhecimentos e demandas dos produtores para o sucesso da implantação do agrossistema, e da necessidade de políticas públicas que possibilitem a implantação desses agrossistemas de modo a explorar o potencial dos SAFs para agregar valor à propriedade e à produção. Também destacam necessidade de pesquisas, criação e fortalecimento de cadeias produtivas e qualificação de técnicos (FREIRE, 2014; 2022) e produtores para implantação, manejo e gestão econômica dos SAFs (PADOVAN; PEREIRA; SERRANO, 2021; AGUIAR et al., 2023; SILVA et al., 2022), bem como o uso de máquinas e equipamentos (DE MORAIS et al., 2023) e agricultura de precisão (JUNIOR et al., 2020; 2021; DE PAULA AMARAL et al., 2021).

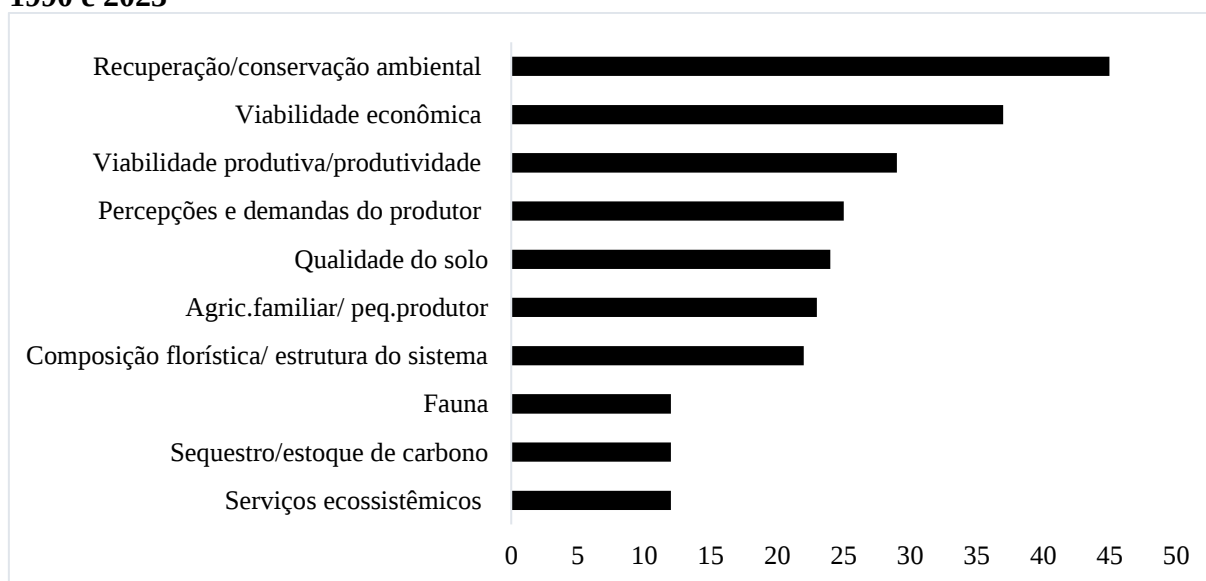
Assim, apesar dos inúmeros benefícios socioeconômicos e ambientais, com consequente aumento do interesse pelo potencial da agrofloresta, diversos pesquisadores destacam seu subaproveitamento (CARDOZO et al., 2015; OLLINAHO; KRÖGER, 2021).

3.3 Características das agroflorestas no Brasil

3.3.1 Principais temas abordados sobre agroflorestas

Os principais temas e objetivos dos artigos selecionados (Figura 10), identificados pelo título, uso de palavras-chave e ênfase ao longo do texto, foram recuperar/proteger serviços ecossistêmicos, reduzir o desmatamento pelo melhor uso da terra e trazer uma alternativa sustentável (ambiental e econômica) para a produção agropecuária (DO CARMO MARTINELLI et al., 2019; JUNIOR et al., 2020), resultado semelhante ao encontrado por Liu et al. (2019) e Sousa e Vieira (2017).

Figura 10- Principais temas abordados por artigos sobre agroflorestas no Brasil entre 1990 e 2023



Fonte: Elaboração Própria.

Grande parte desses artigos citam a importância estratégica dos SAFs para a agricultura familiar (ALVES et al., 2019; DE MAGALHÃES et al., 2021); recuperação e manutenção de serviços ecossistêmicos; diversificação da produção; redução de custos e riscos; recuperação de áreas produtivas degradadas (SENE; BACHA, 2023; LEITÃO; GIMENES; PADOVAN, 2022); e para viabilizar economicamente a restauração de Reservas Legais e Área de Preservação Permanente (PEREIRA et al., 2020; AGOSTINHO et al., 2022). Foram identificados diversos outros temas abordados pelos autores, como restauração de APPs e RLs; levantamento florístico; análise de viabilidade econômica de arranjo agroflorestal; percepções

e demandas do produtor, análises de indicadores para áreas prioritárias para restauração (DE MENDONÇA et al., 2022) e uso de tecnologias e equipamentos (DE MORAIS et al., 2023).

Além disso, vários autores citam a importância dos SAFs para o enfrentamento das alterações climáticas e aquecimento global, considerando o potencial do componente florestal para melhoria do microclima, sequestro e estoque de carbono e estabilidade da renda pela diversificação (resiliência à fatores ambientais desfavoráveis, doenças e pragas) da produção (DO CARMO MARTINELLI et al., 2018; JUNIOR et al., 2020; 2021).

Os SAFs, particularmente os mais complexos, têm potencial para atingir maior produtividade que outros sistemas, podendo evitar o desmatamento para novas áreas de produção agrícola (CARDOZO et al., 2015; MAIA et al., 2021; SABINO et al., 2022). Além disso, podem reduzir a necessidade de insumos externos (MICCOLIS et al., 2019; MAIA et al., 2021; SCHULER et al., 2022).

Serviços ecossistêmicos como qualidade do solo e da água (MATOS et al., 2020; CANA VERDE et al., 2023), microclima (JUNIOR et al., 2020; 2021), fauna (CASSANO et al., 2016; SILVA et al., 2020; ARAÚJO-SANTOS et al., 2021; SABINO et al., 2022) e microbiota (DOS SANTOS BASTOS et al., 2023) também foram abordados. Além disso, vários outros serviços ecossistêmicos relacionados, como aumento de produtividade e qualidade da produção (JUNIOR et al., 2020; 2021), redução ou supressão de agroquímicos, segurança alimentar e nutricional, promoção de resiliência às mudanças climáticas e aquecimento global, potencial para agregar valor à produção através de manejo agroecológico e beneficiamento de produtos e criação e/ou fortalecimento de cadeias de valor e economia circular foram citados por diversos autores (PADOVAN et al., 2023 SCHULER et al., 2022).

Grande parte destas pesquisas enfatizam que agrofloresta pode ser uma excelente opção para a restauração e manutenção de serviços ecossistêmicos em áreas degradadas. Os SAFs destacam-se por benefícios como melhoria do microclima, maior eficiência no uso de recursos como nutrientes, água, luz e calor (GOMES et al., 2020; JUNIOR et al., 2020; SABINO et al., 2022), melhorar a qualidade do solo, da água e do ar (JOSE, 2009; CANA VERDE et al., 2023), redução da erosão (BÉLIVEAU et al., 2017), sequestro de carbono (JOSE, 2009; CRESPO et al., 2023), proteção da biodiversidade (DE PAULA AMARAL et al., 2021) e beleza cênica (LEITÃO; GIMENES; PADOVAN, 2022).

O potencial dos SAFs para acelerar a regeneração e reduzir custos de restauração Áreas de Preservação Permanente e Reserva legal (MARTINS; RANIERI, 2014; LOBTCHENKO, 2020; PEREIRA et al., 2020; AGOSTINHO et al., 2022) também tem despertado interesse de pesquisadores.

Os SAFs podem aumentar a ocorrência de espécies nativas e promover a sucessão ecológica. Além disso, amenizam eventos climáticos extremos e fornecem abrigo e alimentos para fauna silvestre (MICCOLIS et al., 2019), beneficiando polinizadores e dispersores de sementes (CABRAL; FARIA; MORANTE-FILHO, 2021; SABINO et al., 2022) — promovendo, assim, o enriquecimento de bancos de sementes e acelerando a regeneração natural (MORESSI; PADOVAN; PEREIRA, 2014; PADOVAN; PEREIRA; FERNANDES, 2018; REIS et al., 2020; ARAÚJO-SANTOS et al., 2021; MORAES; CAVICHIOLLI, 2022). As agroflorestas são particularmente importantes como zona de amortecimento, protegendo remanescentes da biodiversidade de efeitos de borda, e como trampolins ecológicos, conectando áreas preservadas e fragmentos de vegetação nativa, facilitando o fluxo genético de populações (CULLEN JR et al., 2001).

Entretanto, apesar do elevado potencial produtivo economicamente sustentável e dos inúmeros benefícios socio-ambientais, vários artigos destacam o subaproveitamento do potencial dos SAFs (OLLINHO; KRÖGER, 2021).

A complexidade, que é a característica mais interessante e desejável do SAF, por ser uma excelente oportunidade para o produtor se diferenciar, agregar valor a seus produtos (bens e serviços) e reduzir custos de produção, paradoxalmente, ainda é um dos pontos fracos do agrossistema. Ainda há incertezas e dificuldades para o planejamento e levantamento da viabilidade econômica, causadas pela complexidade dos SAFs e pelo baixo conhecimento sobre o comportamento espécies em arranjos agroflorestais e técnicas de manejo agroecológico, tanto dos agricultores como dos técnicos (PADOVAN et al., 2023).

Há também dificuldade para aproveitar a riqueza cultural e a biodiversidade locais, conseguir financiamento, deficiência de políticas públicas e legislação específica para produtos agroflorestais, dificuldade para comercialização e gestão da propriedade, problemas logísticos, falta de mão de obra qualificada, entre outros (MACKE; BOZHIKIN; SARATE, 2021; PADOVAN et al., 2023).

Por exemplo, o Projeto de Lei 6.529/2019, que pretende instituir o Programa de Desenvolvimento de Sistemas Agroflorestais de Base Agroecológica (PROSAFs), (BRASIL,

2019; MACKÉ; BOZHIKIN; SARATE, 2021), tem como objetivos, entre outros, a implantação de sistemas agroflorestais de base agroecológica em todas as regiões do país conforme as características socioeconômicas e ecossistêmicas locais, a recuperação de áreas degradadas, a expansão, conservação e manejo da cobertura florestal dos biomas brasileiros, bem como a criação de certificação e selo agroflorestal, aguarda o parecer do Relator na Comissão de Agricultura, Pecuária, Abastecimento e Desenvolvimento Rural desde 2019 (BRASIL, 2019). Se aprovado, este Projeto contribuiria com a segurança alimentar e nutricional, viabilidade econômica dos produtores, transição para uma agricultura resiliente às mudanças climáticas e aquecimento global, valorização da agro-socio-biodiversidade, além de prestar vários outros serviços ambientais (PADOVAN et al., 2018; BRASIL, 2019; MAIA et al., 2021; OLLINAHÖ; KRÖGER, 2021; SCHULER et al., 2022).

Os temas abordados pelos artigos, por suas características intrínsecas, encontram-se muitas vezes sobrepondo-se e complementando-se nos textos, com maior ou menor ênfase, por exemplo, o potencial do SAF para produção de serviços ecossistêmicos capazes de conferir resiliência às mudanças climáticas à produção de café, importante para milhões de agricultores familiares (GOMES et al., 2020), a viabilidade econômica de um sistema agroflorestal para recuperação de terras degradadas para agricultura de base familiar (LEITÃO; GIMENES; PADOVAN, 2022), a viabilidade econômica de restauração de RLs ou APPs abrangendo análises socioeconômicas e conhecimentos agrônômicos e ecológicos (AGOSTINHO et al., 2022), entre outros.

Do Carmo Martinelli et al., (2018) encontraram poucos estudos na área social em comparação com as áreas ambiental e econômica, e pouca interrelação entre as áreas de conhecimento, diferentemente da nossa pesquisa, que identificou uma crescente tendência transdisciplinar e grande interesse dos pesquisadores pelo potencial socioeconômico das agroflorestas, particularmente para a agricultura familiar (VAN DEN BERG et al., 2018). Isso sugere que o interesse acadêmico pela transdisciplinaridade e pela dimensão social da agrofloresta (particularmente o potencial estratégico dos SAFs para agricultura familiar e valorização da agro-socio-biodiversidade) aumentou nos últimos anos.

Encontramos 34 artigos para agricultura familiar/pequenas propriedades, destes, 25 abordam as percepções e demandas do produtor. Estes estudos, em geral, enfatizam a importância estratégica dos SAFs para a qualidade de vida do produtor (pelos múltiplos serviços ecossistêmicos produzidos pelos SAFs) e a importância de seus conhecimentos e necessidades

para o planejamento de políticas de desenvolvimento regional, relacionado estes temas com diversas questões econômicas e ambientais (PADOVAN et al., 2018; VAN DEN BERG et al., 2018; OLLINAHO; KRÖGER, 2021).

O impacto área ambiental sobre a econômica, incluindo benefícios diretos (como provisão de alimentos) e indiretos (como quantidade e qualidade da água), e custos evitados (como irrigação ou tratamento da água), ou sobre o impacto SAFs sobre o bem-estar humano é citado direta ou indiretamente por diversos autores. Contudo, estudos técnicos sobre a produção agroflorestal ou sobre serviços ecossistêmicos, cultivares ou arranjos específicos, que pelas características e objetivos da pesquisa, não enfatizam a transdisciplinaridade do agrossistema são relevantes para pesquisas transdisciplinares.

As publicações, em geral, abordam algumas vantagens e desvantagens/dificuldades dos SAFs em relação a sistemas dominantes de produção (Tabela 3), conforme o resumo a seguir:

Tabela 3- Principais vantagens e desvantagens/dificuldades da agrofloresta em relação a sistemas dominantes de produção (como monoculturas)

Vantagens	Desvantagens/Dificuldades
Flexibilidade e diversificação da produção	Escassez/alto custo de mão de obra qualificada
Maior produtividade e qualidade	Poucas informações disponíveis
Redução de custos e riscos de produção	Poucas tecnologias, máquinas e equipamentos
Redução/supressão do uso de agroquímicos	Pouco incentivo público e privado
Aumento de matéria orgânica no solo	Dificuldades logísticas
Segurança alimentar e nutricional	Cadeias produtivas deficientes
Microclima mais estável	Cultura inadequada
Amenizam eventos climáticos extremos	
Resiliência ao aquecimento global e mudanças climáticas	
Melhor qualidade do ar, água e solo	
Proteção do solo contra erosão, secas e alagamentos	
Melhor infiltração de água no solo	
Melhor ciclagem de nutrientes	
Sequestro de carbono	
Aceleram a recuperação de áreas degradadas	
Reduzem custo de restauração de APPs e RLs	
Corredores ecológicos e zonas de amortecimento	
Fornecem abrigo e alimento para espécies nativas	
Aumento da diversidade vegetal	
Aumento de polinizadores e dispersores de sementes	
Aumento da biota do solo	
Melhor condição de trabalho (sombra das árvores)	
Manutenção da família no campo com melhor qualidade de vida	

Fonte: Elaboração própria.

A influência do estado de conservação da paisagem no entorno dos SAF, da composição florística e do manejo do SAF sobre diferentes serviços ecossistêmicos, como diversidade de polinizadores (SABINO et al., 2022), dispersores de sementes (ARAÚJO-SANTOS et al.,

2021), controle de pragas (CASSANO et al., 2016), doenças (DELTOUR et al., 2017), serrapilheira, pedofauna, (FIALHO et al., 2021), na qualidade do solo e da água e controle de erosão (BÉLIVEAU et al., 2017; BRANDÃO et al., 2022) foram abordados por alguns estudos.

Foram encontradas poucas publicações específicas sobre o potencial de agroflorestas para controle de doenças/pragas, benefícios da microbiota, redução da contaminação de mananciais, controle dos fluxos hídricos, erosão do solo e assoreamento dos corpos d'água e manutenção ou restauração dos processos eco-hidrológicos, apesar de grande parte dos artigos citarem estes serviços ecossistêmicos (CANA VERDE et al., 2023).

Há poucos estudos para a produção agroflorestal biodiversa e agroecológica em maior escala. Estes estudos estão restritos a poucas culturas, como eucalipto/gado, cacau, café, e, em menor quantidade, castanha-do-brasil e algumas palmeiras para produção de frutos e palmito. Além disso, a maioria dos SAFs descritos nos artigos ocupam menos de um hectare e estão em pequenas propriedades ou em áreas experimentais.

Também há poucos estudos relacionados à agricultura de precisão e foi encontrado apenas artigo um sobre máquinas agrícolas (DE MORAIS et al., 2023), um sobre o controle de doenças (DELTOUR et al., 2017), apenas um utiliza inoculantes (CORREA et al., 2015) e nenhum artigo encontrado aborda especificamente questões éticas ou estéticas.

Também não foram encontrados artigos sobre anfíbios, répteis, grandes mamíferos, plantas trepadeiras e apenas um cita epífitas, mas com ênfase na interação com formigas (DAROCHA et al., 2016).

Dessa forma, apesar do elevado e crescente número de publicações, principalmente pela complexidade e flexibilidade dos SAFs, ainda há um vasto potencial a ser explorado pelas mais diversas áreas do conhecimento.

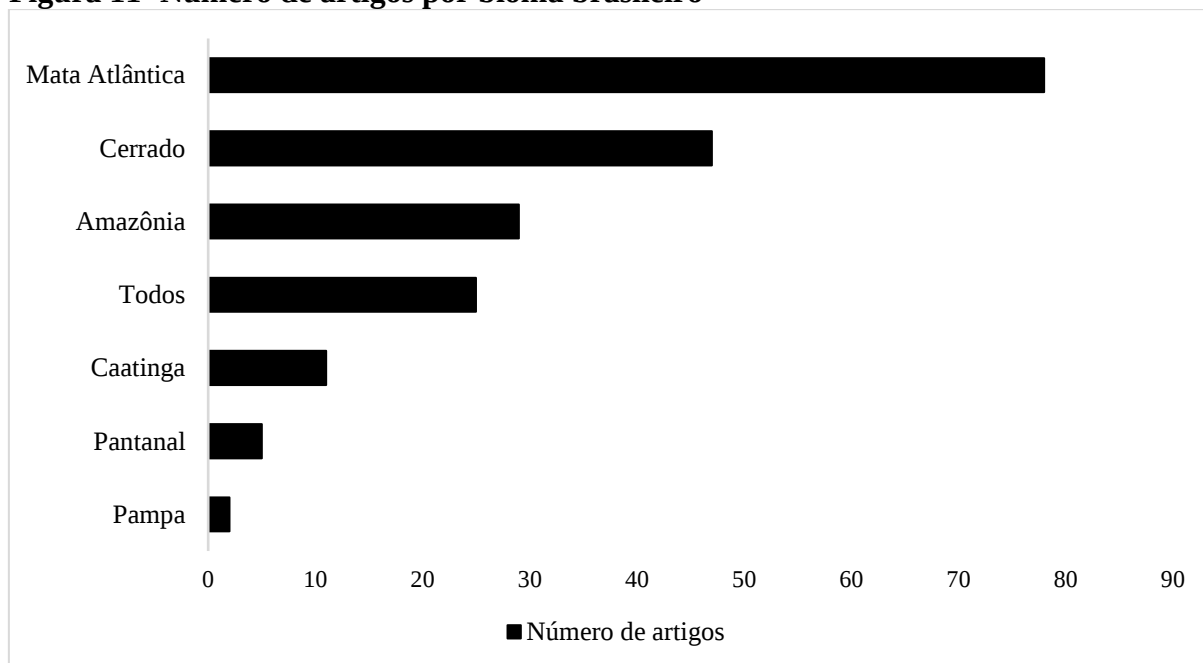
3.3.2 As agroflorestas nos diferentes biomas brasileiros

Foram encontrados sistemas agroflorestais em todos os biomas brasileiros, com arranjos e objetivos adequados às características socioeconômicas e culturais, condições edafoclimáticas e conservação da área, de modo semelhante a resultados encontrados por Sousa e Vieira, (2017), Schuler et al. (2022) e Padovan et al. (2023).

Os biomas com maior número de publicações (Figura 11) encontradas foram Mata Atlântica (79), Cerrado (47) e Amazônia (29), considerando que alguns artigos abrangem mais de um bioma. Algumas publicações (25) abrangem todos os biomas brasileiros, trazendo temas

que se aplicam às diferentes paisagens brasileiras em SAFs no Brasil (DO CARMO MARTINELLI et al., 2018; SOUSA; VIEIRA, 2015; SCHULER et al., 2022).

Figura 11- Número de artigos por bioma brasileiro



Fonte: Elaboração Própria.

Sousa e Vieira (2017), analisando publicações em revistas nacionais, entre 2005 e 2015, apontam uma concentração de estudos maior na região da Mata Atlântica (30,6% dos artigos), seguidos pelos biomas (27,4%) Amazônia e Caatinga (19,3%). Diferentemente da nossa pesquisa, (24% dos estudos são no Cerrado, 40% na Mata Atlântica, 15% na Amazônia; 13% para todos os biomas brasileiros e 6% na Caatinga), os autores encontraram poucos estudos sobre o bioma cerrado e apenas um artigo que abrange todos os biomas brasileiros. Contudo, os mesmos autores, da mesma forma que este estudo, identificaram grande variedade florística adequada às características ambientais (SOUSA; VIEIRA, 2017). Padovan et al. (2023) também destacam a diversidade de espécies e arranjos, acrescentando a importância de fatores socioculturais nos arranjos agroflorestais brasileiros (DE MAGALHÃES et al., 2021; PADOVAN et al., 2023), característica também identificada em nosso estudo. Estes resultados refletem o interesse dos pesquisadores em explorar a flexibilidade de arranjos e possibilidade de adaptação a diferentes fitofisionomias, contextos culturais e recursos disponíveis, e o elevado potencial do SAF para o desenvolvimento regional (PADOVAN et al., 2023).

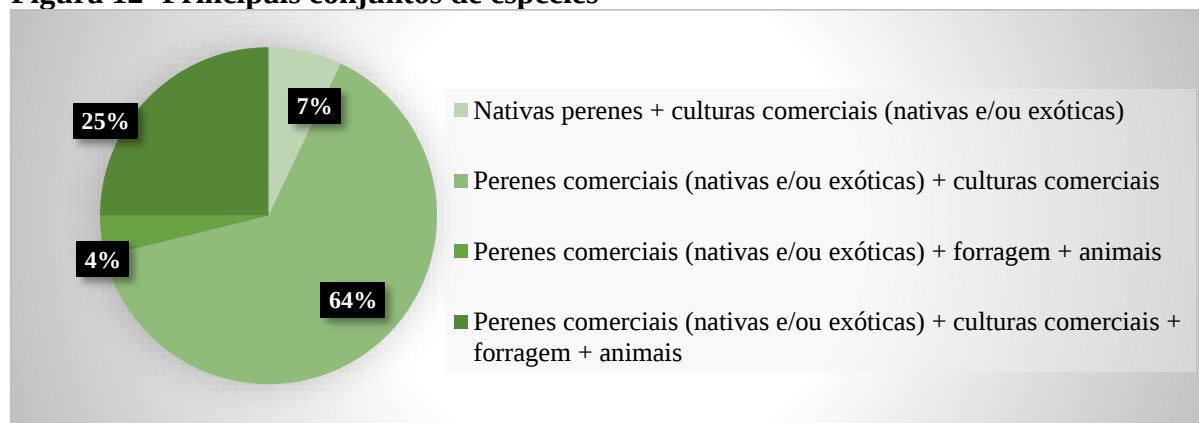
3.3.3 Principais arranjos e espécies vegetais

Os principais arranjos de espécies (Figura 12) foram plantas perenes comerciais e culturas comerciais (nativas e/ou exóticas), encontrados em 64% das publicações analisadas; a

integração de plantas perenes comerciais, culturas comerciais (nativas e/ou exóticas), forragem e animais (25%) e arranjos silvipastoris de plantas perenes comerciais (nativas e/ou exóticas), forragem e animais (4%).

Também foi encontrada a integração de nativas perenes e culturas comerciais (nativas e/ou exóticas), principalmente para recuperação de APPs e RLs (7%). Alguns artigos que se referem ao tema, destacam a importância dos SAFs para reduzir os custos de restauração (LOBTCHENKO, 2020) e a possibilidade de obtenção de lucros com a venda dos produtos agroflorestais, tornando o ônus da restauração um bônus para os produtores (MICCOLIS et al., 2019; MACKE; BOZHIKIN; SARATE, 2021; AGOSTINHO et al., 2022; 2023).

Figura 12- Principais conjuntos de espécies

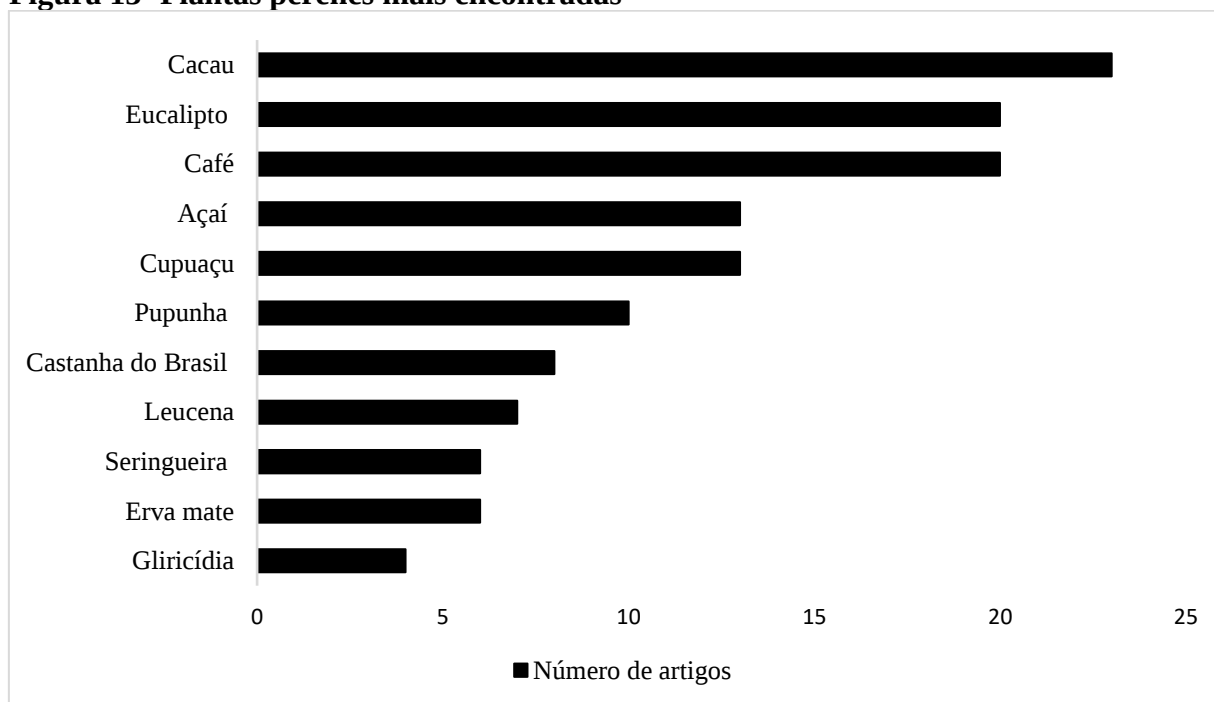


Fonte: Elaboração Própria.

Os principais arranjos organizam os componentes florestais em linhas, cultivando plantas anuais ou perenes de menor altura adaptadas à sombra, como cafeeiros e cacaueiros, ou forragens, destacando-se a braquiária (para bovinos), ou quintais agroflorestais em pequenas propriedades, distribuindo aleatoriamente frutíferas diversas e outras culturas, próximas à casa além da criação de pequenos animais, como galinhas e patos. Também foram encontrados arranjos baseados no manejo de plantas nativas, substituindo os estratos mais baixos por culturas comerciais como cacau, ou reduzindo a densidade de arbóreas para a criação de pequenos ruminantes.

As culturas florestais (em SAF) com maior ocorrência (Figura 13) foram cacau (sombreado), identificado explicitamente em 23 artigos; café (sombreado) eucalipto (20); e açaí e cupuaçu (13). Também se destacaram as exóticas e polivalentes leucena e gliricídia, por seu crescimento rápido, e aptidão para adubação verde, produção de madeira, sombreamento e/ou forragem (LEITÃO; GIMENES; PADOVAN, 2022).

Figura 13- Plantas perenes mais encontradas



Fonte: Elaboração Própria.

A composição florística das agroflorestas encontrada nos artigos é bastante heterogênea (URRUTH; BASSI; CHEMELLO, 2022), encontrando-se de composições bastante simples como eucalipto e braquiária (e gado) e/ou culturas anuais a quintais agroflorestais biodiversos. Foram encontradas diversas culturas comerciais, nativas e exóticas, destacando-se grãos, hortaliças, temperos, mandioca, batata doce, abacaxi, banana, mamão, citrinos, manga, abacate, jaca, goiaba, caju, baru, urucum, pimenta-do-reino, ingá, eritrina, ipê, plantas medicinais e ornamentais, entre outras.

Estas composições são adequadas à aptidão edafoclimática das espécies, viabilidade econômica e o interesse/possibilidade dos produtores e do mercado. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por autores como Montoya e Mazuchowski (1994), Alves et al. (2019), Sousa e Vieira (2015), Schuler et al. (2021), Padovan et al. (2023) e Sene e Bacha (2023).

Contudo, tendo em vista a biodiversidade brasileira, ainda há um grande potencial para pesquisa sobre arranjos e espécies.

3.4 Sugestões para pesquisas e políticas públicas

Com base nos resultados encontrados, verificou-se que é fundamental o desenvolvimento de políticas públicas que incentivem a pesquisa/implantação de SAFs agroecológicos e biodiversos.

É importante que toda a sociedade compreenda os processos ecológicos e conheça os inúmeros benefícios da agrofloresta agroecológica biodiversa para os produtores (melhor qualidade de vida), consumidores (produtos mais seguros), para o ambiente (menores impactos negativos sobre o solo e a água, por exemplo) e para outras espécies.

Devido à flexibilidade, complexidade e elevado potencial produtivo (socioeconômico e ambientalmente sustentável) subaproveitado dos SAFs, sugerimos (Tabela 4) o incentivo a pesquisas/ações transdisciplinares, com longa duração, envolvendo a proteção/valorização da biodiversidade, dos recursos naturais, dos conhecimentos/expectativas dos povos originários, o respeito/valorização do potencial/necessidades dos agricultores e comunidades locais.

Tabela 4- Sugestões para pesquisas e políticas públicas

Qualificação profissional (de técnicos e produtores)
• extensão rural (projetos multidisciplinares de longa duração, que acompanhem o produtor – ou o pesquisador – da implantação da agrofloresta à venda dos produtos, pelo maior tempo possível, com divulgação completa – com imagens e vídeos – e periódica dos resultados, gratuitamente) • diversificação da produção (benefícios ambientais e econômicos, segurança alimentar e nutricional etc.) • criação e fortalecimento de cadeias produtivas baseadas na valorização da agrofloresta, agroecologia e biodiversidade nativa e agregação de valor aos produtos agroflorestais (manejo agroecológico; divulgação etc.; venda de vegetais desidratados, congelados, geleias, pães, bolos, biscoitos, massas de/com plantas nativas etc.) • turismo rural (hospitalidade, passeios, gastronomia local, produtos processados baseados em espécies nativas etc.) • educação ambiental/agroecologia • pagamentos por serviços ambientais • resiliência a alterações climáticas e aquecimento global • paisagismo (organizar os arranjos de modo funcional e esteticamente agradável, em harmonia com o entorno, valorizando a biodiversidade e a cultura locais – principalmente em propriedades com interesse em turismo rural e educação) • ética (compreender como os valores e a cultura podem influenciar a pesquisa e a implantação de SAFs; propor arranjos e cadeias de valor baseadas no primeiro princípio da Política Nacional da Biodiversidade de 2002 (ou que ao menos o considerem), que reconhece que a diversidade biológica tem valor intrínseco, merecendo respeito independentemente de seu valor para o homem ou potencial para uso humano; investigar se/como SAFs podem criar ou fortalecer valores relacionais que promovam a conservação/restauração ambiental; etc.) • etc.

Continuação da tabela 4

Pesquisas relacionadas à produção agroflorestal agroecológica
• restauração de áreas degradadas (APRs, APPs, RLs etc.) • proteção e restauração de água, solo e/ou biodiversidade • prospecção/uso de inoculantes • agricultura de precisão, máquinas e equipamentos agrícolas • tecnologias agroecológicas (adubação verde, cobertura viva, compostagem etc.) • transplante (resgate) de plantas adultas e mudas de áreas com autorização de supressão para SAFs • interações entre espécies (quais os melhores arranjos para cada região) • proteção, uso e manejo de vegetação espontânea (adubação verde, diversificação alimentar humana, proteção da biodiversidade etc.) • produção de plantas ornamentais e plantas alimentícias não convencionais (incluindo plantas aquáticas, epífitas, trepadeiras etc.) • controle de pragas e doenças (arranjos; plantas repelentes; plantas que protegem predadores, como anfíbios, répteis, morcegos, marsupiais, aves etc. – por exemplo, inserindo árvores nativas ameaçadas estrategicamente para proteção da biodiversidade, evitando o manejo destas plantas; plantas que beneficiam micro-organismos benéficos; plantas com propriedades antimicrobianas etc.) • produtividade em áreas próximas à vegetação nativa (proteger mais áreas que a legislação exige aumenta a produtividade?) • etc.
Pesquisas relacionadas a restauração/conservação de ecossistemas/biodiversidade
• proteção de espécies nativas (plantas epífitas, trepadeiras etc.; animais, como anfíbios, répteis, marsupiais etc.) • inserção de ecossistemas aquáticos para proteção de fauna silvestre • polinização (melhores arranjos/espécies para polinizadores nativos) • dispersão de sementes (para restauração de APPs e RLs, principalmente) • zona de amortecimento • trampolim/corredor ecológico • etc.
Uso de SAFs como ferramenta didática
• Educação ambiental contextualizada em disciplinas • Educação ambiental/agroecologia para a comunidade • Uso de plantas alimentícias não convencionais • Aulas práticas de ciências, biologia, produção vegetal etc. • Ensino de matemática, ciências, botânica, linguagem, artes etc. • etc.

Fonte: Elaboração própria

Sugerimos, portanto, o desenvolvimento de projetos de qualificação para técnicos, preparando estes profissionais para reconhecer/resgatar e valorizar a biodiversidade, os recursos naturais, a cultura local e consigam se comunicar de modo efetivo com o produtor, valorizando seus conhecimentos e acolhendo suas expectativas e necessidades.

Também é importante que os conhecimentos sobre agroflorestas, sejam utilizados (e aprimorados) para a implantação imediata conforme as potencialidades e necessidades de cada propriedade ou área experimental, bem como as dos produtores, técnicos e pesquisadores, buscando aprendizado contínuo com e sobre a terra, as pessoas e a biodiversidade.

Dessa forma, a extensão rural deve ser transdisciplinar, envolvendo universidades, diversas esferas do governo, empresas privadas e a comunidade, de modo que estes projetos beneficiem toda a sociedade. Também é importante investir em educação ambiental com ênfase na importância do equilíbrio dos ecossistemas naturais e em agroecologia, em todos os níveis educacionais, dentro e fora das instituições de ensino, para que as pessoas compreendam/valorizem a “boniteza” da agroecologia e da agrofloresta.

Assim, o desenvolvimento/implantação de mecanismos públicos eficientes para pesquisa/implantação de agroflorestas para a produção sustentável e sua utilização para proteger, e/ou acelerar e viabilizar a restauração de APPs e RLs e outras áreas pode trazer inúmeros benefícios socioeconômicos e ambientais, promovendo um desenvolvimento efetivamente sustentável do agronegócio — e do Brasil.

Também recomendamos a utilização de SAFs como ferramenta didática, tendo em vista seu imenso potencial como recurso para todas as disciplinas e níveis escolares. Investir na implantação de agroflorestas com envolvendo profissionais/estudantes de todas as áreas e na capacitação de professores traria inúmeros benefícios para a educação e para a sociedade.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sistemas agrofloretais que produzem mais benefícios são os com composição e estrutura florística mais complexas e baseados em princípios agroecológicos. Estes agrossistemas são particularmente importantes no contexto de perda de biodiversidade, mudanças climáticas, aquecimento global e escassez e degradação de água e de outros recursos fundamentais à vida. Os SAFs promovem estabilidade econômica pela diversificação da produção, redução de custos e riscos e pelos múltiplos serviços ecossistêmicos conferidos pelo componente florestal. Destaca-se importância das percepções/demandas do produtor, da proteção/recuperação ambiental e da biodiversidade na formulação de políticas públicas e pesquisas sobre SAFs, aproveitando o potencial estratégico da agrofloresta agroecológica biodiversa.

O crescente número de publicações sobre agroflorestas sugere o elevado potencial produtivo deste agrossistema ambiental e economicamente sustentável. Contudo, percebemos que esse potencial ainda é subaproveitado, sobretudo para produção em maior escala, sendo utilizadas poucas espécies e recursos agroecológicos. Portanto, tendo em vista o agravamento de diversos problemas socioambientais, intensificados pela perda de vegetação nativa e por uma expansão agropecuária desordenada, recomendamos que pesquisadores e gestores invistam no

elevado potencial dos SAFs agroecológicos e biodiversos, para produção agrícola, proteção/recuperação ambiental e como recurso didático.

Acreditamos que estes projetos devam ser norteados pelo primeiro princípio da Política Nacional da Biodiversidade de 2002, respeitando o valor intrínseco da biodiversidade, e buscando sua proteção para que o potencial das agroflorestas seja efetivamente explorado e possa resgatar (e aí sim ter orgulho e apresentar/oferecer para o mundo) a “boniteza” do agro brasileiro e valorizar a terra através de uso socioeconômico e ambientalmente justo.

REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, Patrícia Rochefeler et al. Arranjos de sistemas agroflorestais biodiversos para restauração de Áreas de Reserva Legal com viabilidade socioeconômica. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 14, p. e240111436239-e240111436239, 2022.

AGOSTINHO, Patrícia Rochefeler et al. Sistemas Agroflorestais Biodiversos podem recuperar áreas de preservação permanente e gerar renda para a agricultura familiar?. **Estudos Agroecológicos: o avanço da ciência no Brasil**, Vol. 1. Editora Científica Digital, 2023.

AGUIAR, Anna C. Fornero et al. Business, biodiversity, and innovation in Brazil. **Perspectives in Ecology and Conservation**, 2023.

ALVES, Denis Fernandes; DE ALENCAR, Matheus Oliveira. A exploração do sistema agroflorestal e potencialização do desenvolvimento local: um estudo de caso de Caririçu/CE. **Latin American Journal of Business Management**, v. 11, n. 1, 2020.

ALVES, Jerusa Cariaga et al. Sistemas agroflorestais biodiversos: segurança alimentar e bem-estar às famílias agricultoras. **Revista GeoPantanal**, v. 14, n. 26, p. 75-94, 2019.

ARAÚJO-SANTOS, Ilana et al. Seed rain in cocoa agroforests is induced by effects of forest loss on frugivorous birds and management intensity. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 313, p. 107380, 2021.

BÉLIVEAU, Annie et al. Reduction of soil erosion and mercury losses in agroforestry systems compared to forests and cultivated fields in the Brazilian Amazon. **Journal of environmental management**, v. 203, p. 522-532, 2017.

BORSATTO, Ricardo Serra et al. Winning hearts and minds through a policy promoting the agroecological paradigm in universities. **Agriculture and Human Values**, v. 39, n. 1, p. 5-18, 2022.

BRANCALION, Pedro H.S. et al. A critical analysis of the Native Vegetation Protection Law of Brazil (2012): updates and ongoing initiatives. **Natureza & Conservação**, v. 14, p. 1-15, 2016.

BRANDÃO, Haialla Carolina Rialli Santos et al. Litter inputs and standing stocks in riparian zones and streams under secondary forest and managed and abandoned cocoa agroforestry systems. **PeerJ**, v. 10, p. e13787, 2022.

BRASIL. **Decreto nº 4.339, de 22 de agosto de 2002.** Institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade. Brasília – DF. 2002. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4339.htm. Acesso em: 26 mai. 2023.

BRASIL. Instrução Normativa Ministério do Meio Ambiente nº 05 de 08 de setembro de 2009. Dos procedimentos metodológicos para restauração e recuperação das Áreas de Preservação Permanentes e da Reserva Legal. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF: 09 de set. Seção I. n. 172, 2009. p. 65-66. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/IN0005-090909.PDF>. Acesso em: 26 mai. 2023.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis no 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis no 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm. Acesso em: 26 mai. 2023.

BRASIL. **Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021.** Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais; e altera as Leis nos 8.212, de 24 de julho de 1991, 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973, para adequá-las à nova política. Disponível em: https://dspace.mj.gov.br/bitstream/1/2744/3/LEI_2021_14119.htm. Acesso em: 26 mai. 2023.

BRASIL. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965.** Institui o novo Código Florestal. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm. Acesso em: 26 mai. 2023.

BRASIL. **Projeto de Lei 6529/2019: Programa de Desenvolvimento de Sistemas Agroflorestais de Base Agroecológica.** Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=node014bwl6hga17qr34ixxoolmv3l10279.node0?codteor=1848593&filename=PL+6529/2019. Acesso em: 26 fev. 2024.

CABRAL, Júlia Perez; FARIA, Deborah; MORANTE-FILHO, José Carlos. Landscape composition is more important than local vegetation structure for understory birds in cocoa agroforestry systems. **Forest Ecology and Management**, v. 481, p. 118704, 2021.

CAMPOS, Juliano Bitencourt et al. Ñande reko: fundamentos dos conhecimentos tradicionais ambientais Guaraní. **Revista Brasileira de Linguística Antropológica**, v. 11, p. 13-45, 2019.

CANA VERDE, Bianca Souza et al. Influence of agroforestry systems on phosphorus export from small tropical watersheds. **Agroforestry Systems**, v. 97, n. 5, p. 785-798, 2023.

CANDIOTTO, Luciano Zanetti Pessôa; LEITE, Maristela da Costa. Agroforestry Systems on Brazilian Legal Protected Lands: Permanent Preservation Areas (PPA) and Legal Reservation Areas (LRA). **Asian Journal of Geographical Research**, v. 6, n. 1, p. 15-34, 2023.

- CARDOSO, Irene M. et al. Continual learning for agroforestry system design: university, NGO and farmer partnership in Minas Gerais, Brazil. **Agricultural Systems**, v. 69, n. 3, p. 235-257, 2001.
- CARDOZO, Ernesto Gomez et al. Species richness increases income in agroforestry systems of eastern Amazonia. **Agroforestry systems**, v. 89, p. 901-916, 2015.
- CASSANO, Camila Righetto et al. Bat and bird exclusion but not shade cover influence arthropod abundance and cocoa leaf consumption in agroforestry landscape in northeast Brazil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 232, p. 247-253, 2016.
- CAVALCANTI FILHO, Leonardo Siqueira; MELO, Roger Fagner Ribeiro. Sistemas agroflorestais no contexto acadêmico: a utilização de um SAF em ensino, pesquisa e extensão universitária aplicada a micologia. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, 2020.
- CORREA, Eduardo et al. Effect of plant species on P cycle-related microorganisms associated with litter decomposition and P soil availability: implications for agroforestry management. **iForest-Biogeosciences and Forestry**, v. 9, n. 2, p. 294, 2015.
- COSTANZA, Robert et al. Twenty years of ecosystem services: how far have we come and how far do we still need to go?. **Ecosystem services**, v. 28, p. 1-16, 2017.
- CRESPO, Cristiane Maria Gonçalves et al. Soil carbon stocks and labile fractions of organic matter under agroforestry system in breast of pernambucan altitude. **Ciência Florestal**, v. 32, p. 2180-2198, 2023.
- CULLEN JR, Laury et al. Agroforestry benefit zones: a tool for the conservation and management of Atlantic forest fragments, Sao Paulo, Brazil. **Natural Areas Journal**, v. 21, n. 4, p. 346-356, 2001.
- DAROCHA, Wesley D. et al. Epiphytic bromeliads as key components for maintenance of ant diversity and ant–bromeliad interactions in agroforestry system canopies. **Forest Ecology and Management**, v. 372, p. 128-136, 2016.
- DA SILVA, Ramon Felipe Bicudo et al. Slow-down of deforestation following a Brazilian forest policy was less effective on private lands than in all conservation areas. **Communications Earth & Environment**, v. 4, n. 1, 2023.
- D'ALBERTAS, Francisco et al. Private reserves suffer from the same location biases of public protected areas. **Biological Conservation**, v. 261, p. 109283, 2021.
- DE GROOT, Rudolf S.; WILSON, Matthew A.; BOUMANS, Roelof MJ. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological economics**, v. 41, n. 3, p. 393-408, 2002.
- DE MAGALHÃES, Marcus Vinícius Dutra et al. Quintais agroflorestais: uma estratégia para a sustentabilidade da agricultura familiar. **Nucleus** (16786602), v. 18, n. 2, 2021.
- DE MORAIS, Gelton Fernando et al. Agricultural Machinery Adequacy for Handling the Mombaça Grass Biomass in Agroforestry Systems. **Agriculture**, v. 13, n. 7, p. 1416, 2023.

- DE MENDONÇA, Gislaine Costa et al. Spatial indicator of priority areas for the implementation of agroforestry systems: An optimization strategy for agricultural landscapes restoration. **Science of The Total Environment**, v. 839, p. 156185, 2022.
- DE PAULA AMARAL, Lúcio et al. Variabilidade espacial em sistema agroflorestal silvibananeiro, no litoral do Rio Grande do Sul, com gvSIG. **Nativa**, v. 9, n. 1, p. 44-53, 2021.
- DELTOUR, Pauline et al. Disease suppressiveness to Fusarium wilt of banana in an agroforestry system: influence of soil characteristics and plant community. **Agriculture, ecosystems & environment**, v. 239, p. 173-181, 2017.
- DENNY, Danielle Mendes Thame. Agenda 2030: Agronegócio vilão, vítima e solução rumo a uma bioeconomia circular sustentável. **Encuentros multidisciplinares**, 2021.
- DO CARMO MARTINELLI, Gabrielli et al. Como vem Sendo Abordado o Estado da Arte em Sistemas Agroflorestais nas Bases de Dados Nacionais?. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 2, p. 10-10, 2018.
- DO CARMO MARTINELLI, Gabrielli et al. Decreasing uncertainties and reversing paradigms on the economic performance of agroforestry systems in Brazil. **Land Use Policy**, v. 80, p. 274-286, 2019.
- DOS SANTOS BASTOS, Tatiana Reis et al. Response of soil microbial biomass and enzyme activity in coffee-based agroforestry systems in a high-altitude tropical climate region of Brazil. **Catena**, v. 230, p. 107270, 2023.
- DURIGAN, Giselda et al. Cerrado wetlands: multiple ecosystems deserving legal protection as a unique and irreplaceable treasure. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 20, n. 3, p. 185-196, 2022.
- FAO. **O estado das florestas do mundo 2022**. Caminhos florestais para recuperação verde e construção de economias inclusivas, resilientes e sustentáveis. Roma, FAO. 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cb9360en/online/cb9360en.html>. Acesso em 13 out. 2023.
- FIALHO, Jamili Silva et al. Pedofauna diversity in traditional and agroforestry systems of the Brazilian semi-arid region. **Journal of Arid Environments**, v. 184, p. 104315, 2021.
- FREIRE, Paulo. **Extensão ou comunicação?** Editora Paz e Terra, 2014.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, v. 19897, 2022.
- FURQUIM, Maria Gláucia Dourado; DE MELO CARVALHO, Márcia Thais; ALVES, Estênio Moreira. Estado da arte da pesquisa em sistemas integrados de produção agropecuária no estado de Goiás. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 3, p. 242-250, 2020.
- GAMA-RODRIGUES, Antonio Carlos et al. Cacao-based agroforestry systems in the Atlantic Forest and Amazon Biomes: an ecoregional analysis of land use. **Agricultural Systems**, v. 194, p. 103270, 2021.
- GOMES, L. C. et al. Agroforestry systems can mitigate the impacts of climate change on coffee production: A spatially explicit assessment in Brazil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 294, p. 106858, 2020.

GONÇALVES, Nicolas et al. Potential economic impact of carbon sequestration in coffee agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, v. 95, p. 419-430, 2021.

GÖTSCH, Ernst. **Perenes** Parte I. 1ªed. Ernst Götsch. 2019. Disponível em: <https://agendagotsch.com/wp-content/uploads/2019/12/Perenes-Ernst-Gotsch-2019-2.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2023.

HOFFMESTER, Suelem Guevara da Silva et al. Potencial de restauração ecológica e educação ambiental envolvendo um sistema agroflorestal biodiverso na região fronteira entre Brasil e Paraguai. **Seminário internacional de pós-graduação em desenvolvimento sustentável - Anais**. Unioste, 2019.

JAX, Kurt et al. Serviços ecossistêmicos e ética. **Economia ecológica**, v. 93, p. 260-268, 2013.

JOSE, Shibu. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. **Agroforestry systems**, v. 76, p. 1-10, 2009.

JUNIOR, Nivaldo Karvatte et al. Infrared thermography for microclimate assessment in agroforestry systems. **Science of The Total Environment**, v. 731, p. 139252, 2020.

LEITÃO, A. M.; GIMENES, R. M. T.; PADOVAN, M. P. Arranjo de sistema agroflorestal biodiverso com viabilidade econômica proposto para a agricultura de base familiar. **Custos e Agronegócio online**, 2022.

LIU, Wenjing et al. Trends and features of agroforestry research based on bibliometric analysis. **Sustainability**, v. 11, n. 12, p. 3473, 2019.

LOBTCHENKO, J.C.P. **Semeadura direta de espécies florestais na implantação de sistemas agroflorestais**: alternativa para a restauração ecológica de área de preservação permanente. Dissertação (Mestrado em Biologia Geral), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 66p. 2020.

MACKE, Janaina; BOZHIKIN, Ivan; SARATE, João Alberto Rubim. Feeding a growing population without deforestation: agroforestry system partnerships and mechanisms. **Agroforestry Systems**, v. 95, n. 4, p. 687-706, 2021.

MCCAULEY, Douglas J. Selling out on nature. **Nature**, v. 443, n. 7107, p. 27-28, 2006.

MAEZUMI, S. Yoshi et al. The legacy of 4,500 years of polyculture agroforestry in the eastern Amazon. **Nature plants**, v. 4, n. 8, p. 540-547, 2018.

MAGALHÃES, Ciro AS et al. Improvement of thermal comfort indices in agroforestry systems in the southern Brazilian Amazon. **Journal of Thermal Biology**, v. 91, p. 102636, 2020.

MAIA, Alexandre Gori et al. The economic impacts of the diffusion of agroforestry in Brazil. **Land use policy**, v. 108, p. 105489, 2021.

MARIANO, Dante Luís Silva; MELO, Juliana; LEMOS JR, Ivan. O ensino de Sucessão Ecológica através de conceitos Agroecológicos em Sistemas Agroflorestais (SAF's). **Scientia Plena**, v. 9, n. 9, 2013.

MARTINS, Tatiana Parreiras; RANIERI, Victor Eduardo Lima. Sistemas agroflorestais como alternativa para as reservas legais. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, p. 79-96, 2014.

MATOS, Priscila S. et al. Linkages among soil properties and litter quality in agroforestry systems of Southeastern Brazil. **Sustainability**, v. 12, n. 22, p. 9752, 2020.

MEA. **Relatório-Síntese da Avaliação Ecosistêmica do Milênio**. Minuta Oficial, 2005. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.446.aspx.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2023.

MÉRIDA, Carolina; DUARTE JUNIOR, Dimas Pereira; GUIMARÃES, Rejaine Silva. UMA ANÁLISE DO JULGAMENTO DA AÇÃO DECLARATÓRIA DE CONSTITUCIONALIDADE 42 À LUZ DA HERMENÊUTICA JURÍDICA: POR QUE NÃO SE TRATA DE UMA CRISE APENAS AMBIENTAL? **REVISTA ELETRÔNICA DE DIREITO DO CENTRO UNIVERSITÁRIO NEWTON PAIVA**. número 37, p 60, 2019.

METZGER, Jean Paul et al. Por que o Brasil precisa de suas Reservas Legais. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 17, n. 3, p. 104-116, 2019.

MICCOLIS, Andrew et al. Restoration through agroforestry: options for reconciling livelihoods with conservation in the Cerrado and Caatinga biomes in Brazil. **Experimental Agriculture**, v. 55, n. S1, p. 208-225, 2019.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Metas do ABC+**. Brasil, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/planoabc-abcm/abc/metas-do-abc>. Acesso em: 26 dez. 2023.

MIOLA, Deise Tatiane Bueno et al. Silent loss: misapplication of an environmental law compromises conservation in a Brazilian biodiversity hotspot. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 17, n. 2, p. 84-89, 2019.

MONTES-ESCOBAR, Karime et al. Trends in Agroforestry Research from 1993 to 2022: A Topic Model Using Latent Dirichlet Allocation and HJ-Biplot. **Mathematics**, v. 11, n. 10, p. 2250, 2023.

MONTOYA, Luciano J.; MAZUCHOWSKI, Jorge Z. Estado da arte dos sistemas agroflorestais na região sul do Brasil. In: **Congresso Brasileiro Sobre Sistemas Agroflorestais**. 1994. p. 77-96.

MORAES, João Antonio Tonon; CAVICHIOLLI, Fábio Alexandre. RECUPERAÇÃO DE SOLO COM O SISTEMA AGROFLORESTA. **Revista Interface Tecnológica**, v. 19, n. 2, p. 597-607, 2022.

MORESSI, Murilo; PADOVAN, Milton Parron; PEREIRA, Zefa Valdivina. Banco de sementes como indicador de restauração em sistemas agroflorestais multiestratificados no sudoeste de Matto Grosso do Sul, Brasil. **Revista Árvore**, v. 38, p. 1073-1083, 2014.

NAIR, P. K. R. State-of-the-art of agroforestry systems. **Forest Ecology and Management**, v. 45, n. 1-4, p. 5-29, 1991.

OLIVEIRA E SILVA NEVES, Maridilva; DA SILVA, Ivone Vieira; AMBRÓSIO, Moisés. Agroforestry system of the municipal school prof. Benjamin Padoa: a story that needs to be told. **Agroforestry Systems**, p. 1-20, 2024.

OLLINAHO, Ossi I.; KRÖGER, Markus. Agroforestry transitions: The good, the bad and the ugly. **Journal of Rural Studies**, v. 82, p. 210-221, 2021.

PADOVAN, M. P.; MAYER, T. S.; PEREIRA, Z. V. **Modelo de Arranjo Agroflorestal Biodiverso para Restauração Ecológica de Áreas de Preservação Permanente, com Geração de Renda**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2022 (Série Documentos, 146).

PADOVAN, Milton Parron et al. Arranjos de sistemas agroflorestais para diversificação da produção agrícola e melhoria ambiental com viabilidade econômica. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, v. 21, n. 8, p. 8096-8127, 2023.

PADOVAN, Milton Parron et al. Estado da arte de sistemas agroflorestais em bases agroecológicas na região Oeste do Brasil. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018.

PADOVAN, Milton Parron; PEREIRA, Zefa Valdivina; FERNANDES, Shaline Sefara Lopes. Espécies arbóreas nativas pioneiras em sistemas agroflorestais biodiversos. **Revista GeoPantanal**, v. 13, n. 24, p. 53-68, 2018.

PADOVAN, Milton Parron; PEREIRA, Zefa Valdivina; SERRANO, Márcio Rodrigues. Panorama dos sistemas agroflorestais biodiversos em Mato Grosso do Sul. **Revista GeoPantanal**, v. 16, n. 30, p. 102-112, 2021.

PENTEADO FILHO, R. C.; AVILA, Antonio Flavio Dias. **Embrapa Brasil: análise bibliométrica dos artigos na Web of Science (1977-2006)**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

PEREIRA CRUZ, Aline et al. Pre-colonial Amerindian legacies in forest composition of southern Brazil. **PLoS One**, v. 15, n. 7, p. e0235819, 2020.

PEREIRA, Zefa Valdivina et al. A restauração ecológica em área de preservação permanente no Estado de Mato Grosso do Sul. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 4, p. 4394-4407, 2020.

REIS, Bruna Paolinelli et al. Farmer's Perception about Agroforestry Systems for Legal Reserves in the Region of São Mateus, Espírito Santo, Brazil. **Floresta e Ambiente**, v. 27, 2020.

ROMANELLI, João Paulo et al. Four challenges when conducting bibliometric reviews and how to deal with them. **Environmental Science and Pollution Research**, p. 1-11, 2021.

SABINO, William et al. Status and trends of pollination services in Amazon agroforestry systems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 335, p. 108012, 2022.

SANTOS, Pedro Zanetti Freire; CROUZEILLES, Renato; SANSEVERO, Jerônimo Boelsums Barreto. Can agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem service provision in agricultural landscapes? A meta-analysis for the Brazilian Atlantic Forest. **Forest ecology and management**, v. 433, p. 140-145, 2019.

SCHULER, Hanna R. et al. Ecosystem services from ecological agroforestry in Brazil: A systematic map of scientific evidence. **Land**, v. 11, n. 01, p. 83, 2022.

SENE, Sávio Mendonça de; BACHA, Carlos José Caetano. Adoção dos sistemas integrados na agropecuária do Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 62, 2023.

- SILVA, Adna Alves de Souza et al. Is shadier better? The effect of agroforestry management on small mammal diversity. **Biotropica**, v. 52, n. 3, p. 470-479, 2020.
- SILVA, Rhyllary Coelho et al. Fashion Market Niches for Organic Agroforestry Cotton: Market Potential for Promoting Sustainable Supply Chains. **Sustainability**, v. 15, n. 1, p. 700, 2022.
- SOARES-FILHO, Britaldo et al. Cracking Brazil's forest code. **Science**, v. 344, n. 6182, p. 363-364, 2014.
- SOUSA, Welison Alexandre; VIEIRA, Thiago Almeida. Sistemas agroflorestais: uma análise bibliométrica da produção científica de revistas brasileiras no período de 2005 a 2015. **Revista Espacios**, v. 38, p. 1-7, 2017.
- TAMBOSI, Leandro Reverberi et al. Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. **Estudos avançados**, v. 29, p. 151-162, 2015.
- URRUTH, Leonardo Marques; BASSI, Joana Braun; CHEMELLO, Davi. Policies to encourage agroforestry in the Southern Atlantic Forest. **Land Use Policy**, v. 112, p. 105802, 2022.
- VAN DEN BERG, Leonardo et al. Reassembling nature and culture: Resourceful farming in Araponga, Brazil. **Journal of rural studies**, v. 61, p. 314-322, 2018.
- VAN DEN BORN, Riyan JG et al. The missing pillar: Eudemonic values in the justification of nature conservation. **Journal of Environmental Planning and Management**, v. 61, n. 5-6, p. 841-856, 2018.
- WASHINGTON, Haydn et al. The trouble with anthropocentric hubris, with examples from conservation. **Conservation**, v. 1, n. 4, p. 285-298, 2021.