

Os sistemas agroflorestais como alternativa para uma agricultura sustentável no entorno de unidades de conservação

Agroforestry systems as an alternative for sustainable agriculture around conservation units

Dilson Duarte Pinto Machado

Discente de Doutorado da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Seropédica, Rio de Janeiro (RJ), Brasil
machadodp@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8652-9399>

Maria Elizabeth Fernandes Correia

Pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -
EMBRAPA/Agrobiologia, Seropédica
Rio de Janeiro (RJ), Brasil
elizabeth.correia@embrapa.br
<https://orcid.org/0000-0003-1919-6659>

Artigo recebido a 11 de fevereiro de 2023 e aprovado a 19 de novembro de 2023

Resumo

É notório que a degradação do solo em decorrência do modelo produtivo convencional, que é predatório, leva à redução da biodiversidade e, em alguns casos, até mesmo à destruição do próprio ecossistema. Neste contexto surgem os sistemas agroflorestais – SAF como alternativa a uma produtividade agrícola e pecuária de baixo impacto negativo ao ecossistema. O presente estudo tem por objetivo geral mapear a zona de amortecimento do Parque Estadual dos Três Picos – RJ, referente ao município de Cachoeiras de Macacu–RJ, com vista a sugerir categorias de SAF adequadas à região. Como objetivos específicos, procura identificar a produção agropecuária local, localizar as propriedades potenciais para sugestão de SAF e indicar a categoria de SAF mais adequada. Para a identificação do perfil produtivo local, realizou-se um levantamento bibliográfico nas bases da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio de Janeiro - EMATER–Rio - Acompanhamento Sistemático da Produção Agrícola – ASPA do ano de 2020, bem como na base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Para identificar qual categoria de SAF seria a mais adequada, criou-se uma matriz de diversidade, a qual tem como produto final uma razão matemática que define, qual será a categoria indicada. Para localização das propriedades potenciais para implantação/implementação de SAF, gerou-se uma classificação supervisionada separando as três categorias de SAF (agrossilvipastoril, silviagrícola e silvipastoril). Nesta terceira e última etapa metodológica foram utilizados a malha do Cadastro Ambiental Rural – CAR; o software Explorer Google Earth e o SIG Quantum GIS. Vale lembrar que a tradição produtiva local foi respeitada. Como resultados, aponta-se a tradição produtiva agrícola de *Psidium guajava* (goiaba) com 30,62; do *Solanum aethiopicum* gr. Gilo (jiló) com 22,52 e da *Solanum melongena* (berinjela) com 18,68 toneladas/ano. Em relação à produção pecuária, destaca-se o rebanho bovino, com 29.478, os galináceos, com 28.000 e os equinos, com 3.103 animais, respectivamente. A região está apta a receber as três categorias de SAF, bem como os tipos simples ou biodiversos. As áreas com potencial para SAF silvipastoris predominam com 47,61%, seguido dos silviagrícolas com 38,96%. Em terceiro lugar, aparecem os agrossilvipastoris com 13,41%. Assim, pode-se concluir que há uma grande possibilidade de se recuperar esta parte da zona de amortecimento com utilização de sistemas agroflorestais.

Palavras-chave: geoprocessamento, sistemas agroflorestais, zona de amortecimento, agropecuária sustentável.

Abstract

It is well known that soil degradation as a result of the conventional production model, which is predatory, leads to a reduction in biodiversity and in some cases, even the destruction of the ecosystem itself. In this context, agroforestry systems – SAF emerge as an alternative to agricultural and livestock productivity with low negative impact on the ecosystem. The general objective of this study is to map the buffer zone of the Três Picos State Park – RJ, referring to the municipality of Cachoeiras de Macacu–RJ, with a view to suggesting SAF

categories suitable for the region. As specific objectives, identify local agricultural production; locate potential properties for SAF suggestion and indicate the most appropriate SAF category. To identify the local productive profile, a bibliographical survey was carried out in the databases of the Technical Assistance and Rural Extension Company of Rio de Janeiro – EMATER–Rio – Systematic Monitoring of Agricultural Production – ASPA of the year 2020, as well as in the database data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics - IBGE. To identify which SAF category would be the most appropriate, a diversity matrix was created, the final product of which is a mathematical reason that defines which category will be indicated. To locate potential properties for implementation/implementation of SAF, a supervised classification was generated separating the three categories of SAF, agroforestry, silviaggricultural and silvopastoral. In this third and final methodological stage, the following were used: the Rural Environmental Registry – CAR network; the Explorer Google Earth software and the GIS Quantum GIS. It is worth remembering that the local production tradition was respected. As results, the agricultural productive tradition of *Psidium guajava* (guava) with 30.62; from *Solanum aethiopicum* gr. Gilo (jiló) with 22.52 and *Solanum melongena* (eggplant) with 18.68 tons/year. In relation to livestock production, the cattle herd stands out, with 29,478; chickens, with 28,000; and horses, with 3,103 animals, respectively. The region is able to receive the three categories of SAF: silviaggricultural, silvopastoral and agroforestry, as well as simple or biodiverse types. Areas with potential for silvopastoral SAF predominate with 47.61%, followed by silviaggricultural areas with 38.96% and in third place appear agrosilvopastoral areas with 13.41%. Therefore, it can be concluded that there is a great possibility of recovering this part of the buffer zone using agroforestry systems.

Keywords: geoprocessing, agroforestry systems, buffer zone, sustainable agriculture.

1. Introdução

A história da agricultura se mistura com as várias revoluções agrícolas ocorridas ao longo dos tempos. Dentre essas revoluções a que mais se destacou foi a Revolução Verde, que prometia uma maximização dos resultados, com elevada produtividade e um aumento exponencial dos lucros.

Por certo, a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) faz um alerta quando sinaliza que um dos maiores problemas que o mundo vem enfrentando de longa data é a intensa degradação do solo. Estima-se que aproximadamente 33% dos solos no mundo apresentam algum tipo de degradação e aponta as práticas inapropriadas de manejo do solo e a intensificação da agricultura como os motivos principais (Coppus, 2021).

Outro problema apontado pela FAO está relacionado à conservação dos recursos hídricos em ambientes agrícolas, em face da contaminação dos lençóis freáticos e aquíferos pelo uso indiscriminado de agrotóxicos e fertilizantes. Dentre os vários problemas citados, as monoculturas são as grandes responsáveis pela perda de produtividade do solo a longo prazo. Somadas ao tráfego intenso de máquinas pesadas e à falta de preocupação e cuidado na manutenção da microbiota do solo, são as causas mais frequentes que originam essas perdas (IBPES, 2019).

Ainda em atenção à degradação do solo, Aquino e Almeida (2021), nos mostram que o uso indiscriminado de agrotóxicos e fertilizantes acarretam danos tanto a saúde humana quanto ao meio ambiente e principalmente aos solos. Os sinais de esgotamento e degradação em decorrência dessa prática já são visíveis em escala planetária. Não só a agricultura praticada de forma errada agride o solo, como também as pastagens manuseadas de maneira equivocada e sem a devida manutenção também é capaz de o fazer, além de prejudicar a própria produção pecuária.

De acordo com Macedo et al. (2013), o Brasil tem aproximadamente 173 milhões de hectares de áreas com pastagem. Destes, cerca de 117 milhões são de pastagem cultivada. Em média, a lotação nessas áreas é de 1 animal por hectare. Existe uma estimativa de que mais de 70% dessas áreas com pastagens cultivadas apresentam algum grau de degradação e que grande parte já se encontra em um estágio avançado. Os autores ainda ressaltam que a proporção de áreas em ótimas condições é bem pequena (cerca de 20% apenas).

A monocultura de forrageiras praticada nessas imensas áreas de pastagem, com o manejo inadequado, e em solos esgotados, somados ao acelerado processo de degradação dessas pastagens, representam um risco à pecuária brasileira, e consequentemente ao desenvolvimento econômico do país nesse setor (Macedo et al., 2013).

Com efeito, a degradação do solo tem efeitos negativos que se refletem na paisagem e trazem sérios prejuízos a tudo o que se encontra ao redor da área degradada. É comum ocorrer a diminuição e/ou o desaparecimento da fauna dispersora de sementes, a qual migra para áreas ainda florestadas ou com o mínimo de cobertura vegetal possível em busca de abrigo e alimento. Tal fato, pode contribuir para a diminuição do banco gênico local. Outro efeito que pode ser percebido é a diminuição ou interrupção do fornecimento dos serviços ecossistêmicos, a destruição e, em alguns casos, até mesmo a extinção de ecossistemas.

Ressalta-se que se esses efeitos negativos se propagarem por uma zona de amortecimento, por exemplo, ela pode perder a capacidade de amenizá-los, evitando que estes atinjam o interior da unidade. Vale ressaltar que ecossistemas altamente perturbados e com o reservatório de matéria orgânica reduzido, apresentam em sua dinâmica uma ciclagem de nutrientes menor. Portanto, há também menor quantidade de matéria e energia circulando pelo sistema. De modo geral, este cenário é bem comum em paisagens simplificadas como as monoculturas. Estas, por sua vez, dão respostas menores às pressões que incidem sobre elas, fazendo com que o ecossistema na totalidade apresente mais oscilações.

Com base no que foi exposto, urge pensar um modelo produtivo sustentável, que tenha uma visão integradora, capaz de compreender a lógica da complexidade existente entre o par dialético homem/natureza. Essa abordagem deve ter primazia sobre as questões de ordem ecológica e também sobre as de ordem econômica e social, uma vez que a subsistência da humanidade está diretamente ligada aos seus sistemas produtivos. Ora, é nesse cenário que surgem os sistemas agroflorestais – SAF.

De acordo com Dubois (2008) os sistemas agroflorestais podem ser entendidos como “sistemas de uso da terra, nos quais, espécies perenes lenhosas (árvores, arbustos, palmeiras e bambus) são intencionalmente utilizadas e manejadas em associação com cultivos agrícolas e/ou animais.” São consórcios que estão pautados em um conjunto de práticas conservacionistas de plantio, visando compatibilizar a produção com a conservação ambiental.

Além disso, por se aproximarem bastante da dinâmica ecossistêmica previamente existente, viabilizam a oferta de serviços ambientais e ecossistêmicos, beneficiando a natureza e o bem-estar humano. Segundo Engel (1999), um sistema agroflorestal é um sistema agropecuário diferenciado, pois possui componentes arbóreos e lenhosos que desempenham papel fundamental na construção de sua estrutura e funções. A autora destaca ainda que tais sistemas possuem atributos como qualquer outro, como, por exemplo, componentes interagindo uns com os outros, entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*), seus limites, suas relações de hierarquia, como sua dinâmica própria.

De acordo com Hoffmann (2013), os “SAF são ferramentas potenciais de construção da segurança e soberania alimentar no Brasil, de melhoria do bem-estar da população e conservação dos recursos naturais”. O autor destaca que são formas de uso da terra que viabilizam a adequação ambiental e o desenvolvimento sustentável para a sociedade. Com o aumento de áreas conservadas pelos sistemas agroflorestais, não só há uma maior manutenção da biodiversidade nestes locais, como também a integridade das bacias hidrográficas e a melhoria do clima local estão assegurados, proporcionando, assim, uma melhoria na quantidade e qualidade de água e bem-estar respectivamente (Hoffmann, 2013).

Quadro 1

Classificação dos SAF em simples e biodiversos, segundo a variedade de espécies presentes, o número de estratos, a forma de plantio e sua relação com o ecossistema do entorno

SAF Simples	SAF Biodiversos
Consiste em sistemas agroflorestais que utilizam baixa variedade de espécies (<5 espécies) e com a predominância de, no máximo, 3 estratos de altura (dominante, intermediário e cobertura viva). Geralmente, as culturas são plantadas em faixas ou em linhas, permanecendo o mesmo consórcio de plantas ao longo do tempo, visando otimizar o processo produtivo e a geração de receitas, podendo ser silviagrícola, silvipastoril ou agrossilvipastoril.	Também denominado sucessional ou complexo - consiste em sistemas agroflorestais com alta diversidade de espécies (>5 espécies), baseado no ecossistema local, com aproveitamento e utilização de espécies nativas locais e/ou espécies exóticas similares em sua função ecológica, com dinâmica de manejo (sucessional) e produção escalonada ao longo do tempo. Trata-se de um sistema mais complexo e exigente em manejo e mão de obra, visando criar abundância no sistema e otimização da produção agroflorestal.

Fonte: Santos (2017).

Quadro 2

Classificação dos SAF em sistemas, silviagrícola, silvipastoril e agrossilvipastoril conforme as possíveis combinações agrícolas e/ou pecuárias

Categoria do SAF	Descrição do SAF
Sistemas silviagrícolas:	São caracterizados pela combinação de árvores, arbustos ou palmeiras com espécies agrícolas, por exemplo: o consórcio café-ingá-louro-pardo ou pupunha-cupuaçu-castanheira.
Sistemas silvipastoris:	São caracterizados pela combinação de árvores, arbustos ou palmeiras com plantas forrageiras, herbáceas e animais.
Sistemas agrossilvipastoris:	São caracterizados pela criação e manejo de animais em consórcios silviagrícolas, por exemplo: criação de porcos em agroflorestas ou, ainda: um quintal com frutíferas, hortaliças e galinhas.

Fonte: Dubois (2008).

Quadro 3

Caracterização dos SAF em simples e biodiversos, segundo as variáveis: números de espécies, número de estratos, manejo de espécies nativas e exóticas, presença de animais e processo de sucessão ecológica. Além de alguns exemplos de SAF

Variáveis	SAF Simples	SAF Biodiversos
N.º de espécies	Baixo número de espécies (<5)	Alto número de espécies (>5)
N.º de estratos	Até 3 estratos (dominante, intermediário e cobertura viva).	Multiestratificado (>3 estratos, geralmente dividido em rasteiro, baixo, médio, alto e emergente ou em pioneiras, secundárias I, secundárias III e primárias.
Manejo de espécies nativas e exóticas	Pode ou não utilizar espécies nativas e geralmente as culturas são plantadas em faixas ou linhas.	Baseado no ecossistema local, aproveitando e utilizando espécies nativas do local e/ou espécies exóticas similares em sua função ecológica.
Presença de animais	Pode ou não ter a presença de animais (sistema silvipastoril ou agrossilvipastoril).	Pode ou não ter a presença de animais (sistema agrossilvipastoril diversificado)
Baseado no processo de sucessão ecológica	Não se baseia no ecossistema e na sucessão natural do local.	Utiliza a sucessão ecológica do local ao longo do tempo como princípio, associada à dinâmica de manejo (sucessional) e produção escalonada ao longo do tempo.
Exemplos	Consórcios simplificados: Cafezais sombreados com espécies arbóreas, como o ingá, a gliricídia, erytrina, além de outras leguminosas ou frutíferas como o abacate; cacau sombreado com erytrina e outras leguminosas ou com espécies comerciais como a seringueira; eucalipto com milho/soja; pastos sombreados por 1 ou 2 sp (albídia, eucalipto, araucária); gado com eucalipto e milho; milho/feijão e uma espécie de árvore, etc.	Consórcios diversificados: Cabucas (cacau sombreado por espécies da Mata Atlântica); bananais sombreados das comunidades caiçaras e quilombolas; consórcios tradicionais araucária/erva-mate; cafezais biodiversos da Zona da Mata; Agroflorestas sucessionais; sistemas agroflorestais complexos; Agrofloresta multiestrata; quintais biodiversos com galinhas entre outros.

Fonte: Santos (2017).

Segundo Miccollis et al. (2016), existem vários tipos de SAF que vão desde os sistemas mais simples, com manejo pouco intenso e poucas espécies até os sistemas mais complexos, os quais apresentam uma biodiversidade alta e um manejo intenso, todos com as suas denominações segundo os produtos gerados. Essas denominações estão expressas em classificações e categorias que vão caracterizá-los, como pode ser visto nos quadros 1, 2 e 3.

O quadro 3 mostra com um maior detalhamento as características que compõem os sistemas agroflorestais, tanto do ponto de vista estrutural, quanto do ponto de vista de manejo das espécies. E também traz alguns exemplos que já são utilizados no Brasil.

A integração Lavoura-Pecuária-Floresta ou iLPF, como é comumente conhecida, se apresenta como um sistema agroflorestal mais simples, englobando consórcios menos biodiversos, sendo os silvipastoris os que apresentam a menor escala de biodiversidade. No entanto, até os menos biodiversos primam por uma mudança na forma de se apropriar e utilizar a terra. De modo geral, os SAF buscam minimizar os impactos negativos que recaem sobre o meio ambiente em decorrência do homem manipulando a natureza nos sistemas produtivos, modificando e alterando os seus ciclos e limites homeostáticos em face da sua própria sobrevivência.

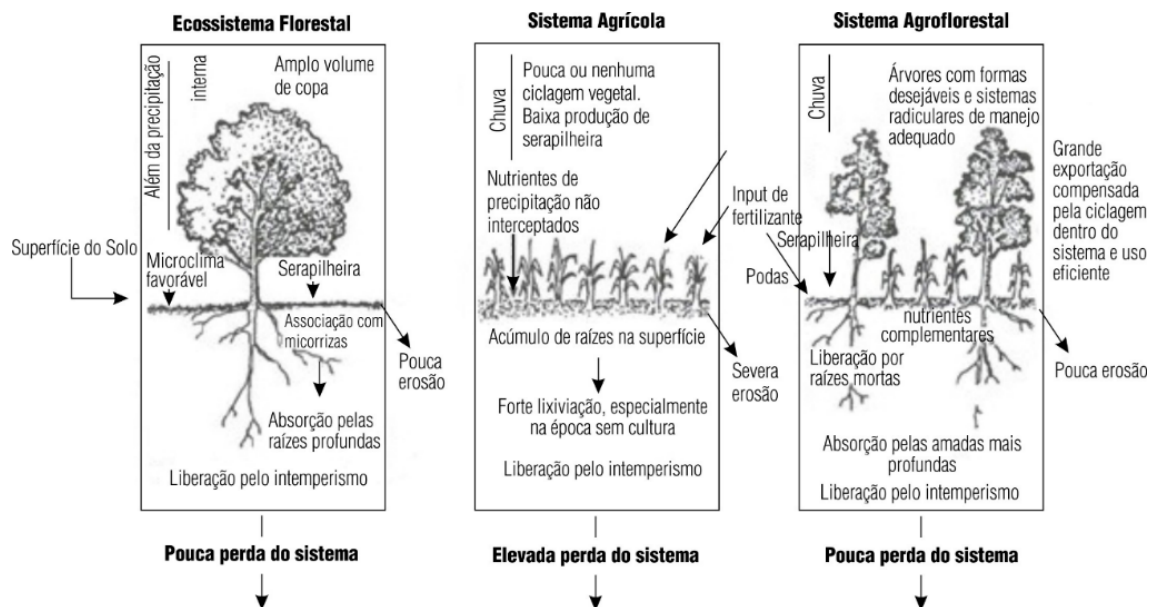


Figura 1

Representação da diferenciação entre ecossistemas florestais, sistemas agrícolas convencionais e sistemas agroflorestais em relação a sua dinâmica de agregação e perdas de elementos na interação com o meio.

Fonte: Nair (1984).

Pautada em manter ou pelo menos alterar o mínimo possível as interações existentes entre os elementos que compõem os sistemas produtivos, a iLPF propõe-se a conquistar cada vez mais a melhoria da qualidade de seus produtos, ser competitiva, mas compatibilizar toda essa dinâmica com a conservação ambiental. Tais estratégias visam potencializar os efeitos positivos esperados de uma agricultura de baixo impacto negativo ao meio ambiente, além de ser considerada como uma estratégia de adequação ambiental para as áreas já desmatadas no Brasil (Neto et al., 2018).

Segundo Neto et al. (2018), de modo geral, os SAF se apresentam como mecanismos para uma adequação ambiental e/ou restauração ecológica. Os autores destacam que eles são eficientes na recuperação de áreas degradadas, pois são sistemas que integram em um mesmo local energia, produção de alimentos, produtos madeireiros e não-madeireiros, fibras, etc. Isso só é possível em decorrência dos cultivos consorciados pautados na rotação e/ou sucessão de culturas. Estes consórcios visam otimizar os processos e os ciclos biológicos da flora e fauna presentes nestes agroecossistemas. Ademais, o SAF é estratégico para empregar mão de obra local e criar oportunidades de geração de emprego e renda para quem os adota, melhorando as condições de vida para os atores locais e evitando o êxodo rural.

A dimensão da propriedade não interfere na implantação/implementação dos SAF. Este, por sua vez, pode ser utilizado por qualquer produtor rural. No entanto, recomenda-se fazer um planejamento prévio acerca do SAF que se deseja implantar/implementar, para que o mesmo possa atender às necessidades do produtor. Estes sistemas são capazes de proporcionar rentabilidade e sustentabilidade. Vale ressaltar que, ao adequar as unidades produtivas a esses sistemas, deve-se também considerar os aspectos socioeconômicos e ambientais. Isso permitirá compatibilizar eficiência produtiva, desenvolvimento socioeconômico e conservar os recursos naturais disponíveis na propriedade.

Destaca-se que os SAF têm grande potencial para assegurar a segurança alimentar e o fornecimento de serviços ambientais (Kluthcouski et al., 2015). Cabe ressaltar que os sistemas integrados de produção estão em consonância com a legislação brasileira pertinente ao âmbito rural. Assim, o uso adequado da terra aliado à conservação ambiental beneficia a natureza e a sociedade como um todo. Ademais, a introdução de novos conhecimentos e tecnologias qualifica a mão de obra local, melhora a formação profissional e fortalece a economia regional (Salton et al., 2015).

Quadro 4

Resumo de artigos contendo os autores, o ano de publicação, o tipo de SAF, o local de ocorrência, a variável analisada e a conclusão a partir dos resultados encontrados, demonstrando a eficiência desses sistemas de produção sustentável

Autor (Ano)	Tipo SAF	Local*	Variável Analisada	Conclusão dos resultados
Uezu, Beyer e Metzger (2008)	Simple	PR	Diversidade de aves	Uma distância menor entre as árvores aumenta a capacidade do sistema agroflorestal para facilitar o movimento pela paisagem. Árvores isoladas ou grupos de árvores funcionavam como degraus quando estão localizados longe dos fragmentos. Os resultados indicam que as espécies visitam com mais frequência os bosques agroflorestais que estão perto de grandes manchas, para procurar algum tipo de recurso e usam os bosques mais distantes menos frequentemente, quando estão se dispersando pela paisagem.
Freitas et al. (2013)	Simple	MG	Produção e nutrientes da serrapilheira	O componente arbóreo, a espécie leguminosa e a distância da linha de plantio das árvores influenciaram a deposição de serrapilheira e de nutrientes sobre o solo nos Sistemas Agrossilvipastoris. O maior aporte de serrapilheira e de nutrientes, especificamente N, no Sistema Agrossilvipastoril com eucalipto e acácia sugere seu maior potencial para recuperação e manutenção de pastagens.
Silva et al. (2016)	Simple	ES	Fertilidade e estrutura do solo	No sistema agroflorestal com café e no sistema de café orgânico, a resistência do solo à penetração foi menor e a umidade mais alta do que no sistema de café convencional. No solo sob café orgânico sem outras árvores, a densidade do solo foi menor e a microporosidade e a porosidade total foram maiores do que no sistema convencional. Os teores de carbono orgânico total (COT) nos macros e microagregados do solo foram maiores nos sistemas agroflorestais do que no sistema convencional de café sem sombra. O solo sob sistema de manejo agroflorestal de café com árvores de ingá e leucena apresentou alta agregação e os maiores teores de COT em todas as classes de agregado.
Guimarães et al. (2014)	Biodiverso	RJ	Fauna e fertilidade do solo	Em geral, os sistemas agroflorestais estudados apresentam abundância e diversidade da fauna (riqueza e índice de Shannon) semelhantes às da floresta. O tipo de sistema agroflorestal é importante para determinar a composição da comunidade. A maioria dos grupos faunísticos relacionou-se positivamente com atributos microbiológicos, o que indica que esses invertebrados provavelmente estão estimulando a microbiota do solo.
Faria et al. (2006)	Biodiverso	BA	Abundância e riqueza de morcegos e aves	Os SAF conectados com fragmentos florestais na região de Una-BA, mostraram mais riqueza e abundância de morcegos e aves do que o SAF isolado de Ilhéus-BA.
Tavares et al. (2015)	Biodiverso	RJ	Fertilidade do solo	A área de estudo em Paraty-RJ caracterizou-se como solos ácidos. No entanto, os valores dos demais nutrientes e o elevado teor de carbono orgânico total (COT) indicam que o manejo adotado nas áreas de SAF está mantendo as características próximas às da mata nativa, que no caso é a Mata Atlântica.
Silva et al. (2012)	Biodiverso	RJ	Estoque de serrapilheira e atividade microbiana	O manejo de poda nos sistemas agroflorestais é capaz de promover aumento nos teores e/ou nos estoques de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio da serrapilheira, levando à condição de semelhança aos estoques da mata e de superioridade em relação aos estoques da agricultura anual (AgAn). O carbono da biomassa microbiana do solo e a respiração basal não variam entre os SAF e a área de AgAn. Em contrapartida, no verão, a mata apresentou os maiores valores destas variáveis, aliados ao conteúdo de carbono orgânico total (COT), indicando maior equilíbrio natural em termos de desenvolvimento das plantas. O SAF 2 apresentou elevado quociente microbiano no inverno, demonstrando maior sensibilidade dos organismos às mudanças de cobertura vegetal do que aos atributos químicos do solo.
Moço et al. (2008)	Simple e Biodiverso	BA	Fauna do solo e da serrapilheira	Os sistemas agroflorestais de cacau adotados para o cultivo do cacau na região sul da Bahia, Brasil, têm efeitos benéficos no solo e nas comunidades faunísticas da serrapilheira. Tais sistemas de cultivo de cacau podem ser considerados como um sistema de conservação da fauna edáfica. O desenvolvimento de uma camada de serrapilheira resultou em maior abundância e diversidade da fauna do solo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

*Siglas dos Estados brasileiros: PR = Paraná; MG = Minas Gerais; ES = Espírito Santo; RJ = Rio de Janeiro e BA = Bahia.

Quadro 5

Benefícios proporcionados pela adoção da estratégia de produção com sistemas agroflorestais, contemplando as dimensões: ecológica, econômica e social

Dimensão	Benefícios
Ecológica	Otimização e intensificação da ciclagem de nutrientes no solo; Melhoria do bem-estar animal em decorrência do maior conforto térmico para os animais; Mitigação das emissões de gases causadores do efeito estufa; Manutenção da biodiversidade e sustentabilidade da agropecuária; Redução da pressão pela abertura de novas áreas com vegetação nativa; Melhoramento da qualidade e conservação das características produtivas do solo;
Econômica	Estabilidade econômica com redução de riscos e incertezas devido à diversificação da produção; Geração de empregos diretos e indiretos; Maior otimização dos processos e fatores de produção; Aumento da renda líquida permitindo maior capitalização do produtor; Aumento da produção de grãos, carne, leite, produtos madeireiros e não madeireiros em uma mesma área; Maior eficiência na utilização de recursos (água, luz, nutrientes e capital) e ampliação do balanço energético; Possibilidade aplicação em propriedades rurais de todos os tamanhos e perfis;
Social	Melhoria da imagem pública dos agricultores perante a sociedade; Redução da sazonalidade do uso de mão de obra no campo e êxodo rural.

Fonte: Adaptado de Rede iLPF (2016).

Em síntese, a produção diversificada proporcionada pelo SAF pode contribuir melhorando a infraestrutura local com o foco não somente na otimização da produção, como também no seu escoamento, comercialização e industrialização, impulsionando, assim, o desenvolvimento econômico regional (Salton et al., 2015).

Comparando o ecossistema florestal com o sistema de produção convencional e o sistema agroflorestal, na figura 1 é possível perceber a elevada perda de elementos no sistema convencional e as poucas perdas nos sistemas, natural e agroflorestal. Isto se deve ao fato dos sistemas agroflorestais se aproximarem bastante da dinâmica natural. Ademais, no sistema de produção convencional, é possível perceber um acentuado processo erosivo em decorrência da remoção da cobertura vegetal e principalmente do elemento arbóreo.

Com efeito, no Brasil, os SAF vêm ganhando cada vez mais relevância. Para Kageyama e Gandara (2000), “uma das razões para o aumento desse interesse é a possibilidade que esses sistemas têm de incorporar níveis elevados de biodiversidade e complexidade, além das vantagens na eficiência de aproveitamento de nutrientes e água.” Essa eficiência, pode ser evidenciada através da conservação do solo, da variedade de produtos, da redução da necessidade de aplicação de insumos externos, etc.

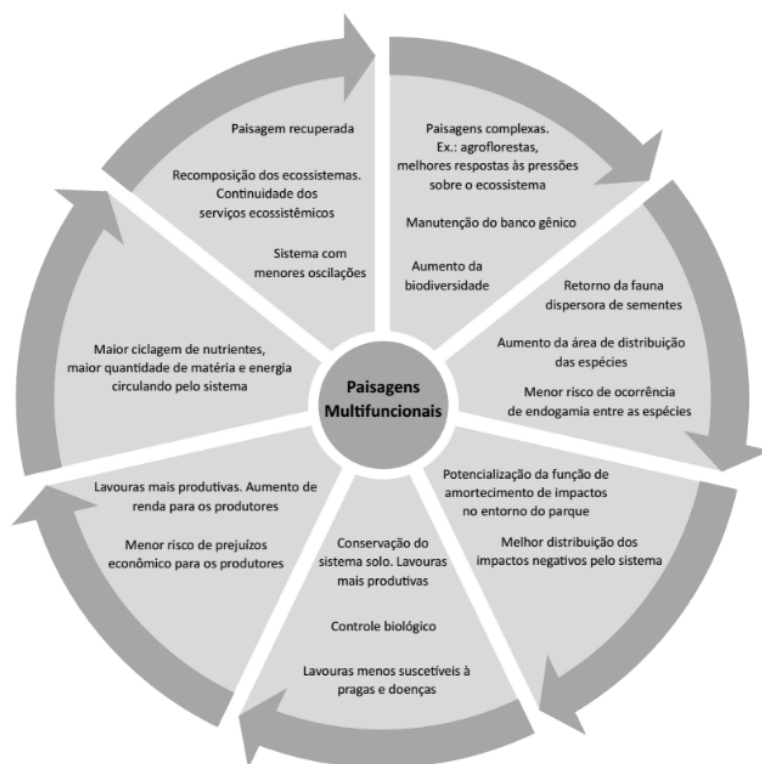
Em uma breve pesquisa, é possível verificar através da literatura que os resultados produzidos por este modelo produtivo são eficientes e se traduzem em uma agricultura de baixo impacto negativo ao meio ambiente. Os artigos relacionados no quadro 4 trazem na conclusão de seus resultados

a comprovação da sua eficácia. Ressalta-se que nestes artigos foram analisados SAF simples, SAF biodiversos e SAF simples e biodiversos combinados.

Como é possível perceber, os resultados evidenciam o que os sistemas agroflorestais podem proporcionar. Dentre eles podemos destacar a diminuição das distâncias entre as árvores na paisagem, o que facilita a movimentação entre as mesmas, bem como o aumento no aporte de serrapilheira e de nutrientes.

Quando utilizadas leguminosas, principalmente, há um aumento na fixação de nitrogênio; verifica-se o grande potencial para a recuperação de pastagens e áreas degradadas; ocorre uma menor resistência do solo à penetração de raízes e, consequentemente, melhor estabilização da planta e melhor absorção de nutrientes pela mesma; sobrevém um aumento no teor de umidade do solo, consequentemente maior decomposição de matéria orgânica e maior ciclagem de nutrientes; sucede uma menor densidade do solo e uma maior micro porosidade e porosidade total; há uma alta agregação e aumento nos teores de carbono orgânico total (COT) em todas as classes de agregados.

Vale ressaltar também que ocorre abundância e diversidade de fauna semelhante às da floresta; existe uma relação positiva da maioria dos grupos faunísticos com atributos microbiológicos; acontece uma maior ação dos invertebrados estimulando a microbiota do solo; decorre um maior potencial dos SAF em relação à riqueza e abundância de morcegos e aves quando conectados aos fragmentos florestais; há manutenção das características de (COT) e demais nutrientes do solo próximos às da mata nativa; através da poda dos SAF, ocorre o aumento nos teores e/ou

**Figura 2**

Benefícios proporcionados ao meio ambiente e também ao homem em decorrência da adoção de paisagens multifuncionais, como, por exemplo, os SAF, em uma zona de amortecimento com atividades agropecuárias em uma perspectiva sistêmica.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

estoques de nitrogênio N, fósforo P, potássio K e magnésio Mg da serrapilheira levando-os à condição de semelhança aos da mata nativa, superando os estoques da agricultura convencional.

Dá-se uma maior conservação da fauna edáfica e consequentemente maior abundância e diversidade da mesma. Os benefícios que os SAF proporcionam vão bem além da esfera ecológica. Eles também se estendem às esferas, econômica e social. O quadro 5 mostra como esse sistema produtivo pode contribuir no trinômio ecológico-econômico-social.

Dadas as premissas supracitadas, pode-se inferir que os SAF podem ser considerados paisagens multifuncionais, as quais agregam elementos que se aproximam bastante do ecossistema natural. Sua complexidade permite melhores respostas às pressões que incidem sobre elas. A heterogeneidade da paisagem possibilita que os impactos negativos sejam disseminados de uma forma mais eficiente pelo sistema, causando menos degradação ao ecossistema.

Utilizando paisagens como esta em uma zona de amortecimento, pode-se obter benefícios como um aumento da biodiversidade, o retorno da fauna dispersora de sementes e, por conseguinte, a manutenção do banco gênico local, um aumento da área de distribuição das espécies, diminuindo ou evitando o risco de endogamia entre elas, um aumento da capacidade de amortecimento de impactos negativos em face de estruturas mais complexas compoem a paisagem e distribuindo tais impactos de forma melhor pelo sistema.

Quanto ao solo, há uma tendência para a sua conservação, tornando as lavouras mais produtivas e menos susceptíveis às pragas e doenças. Menores também são os riscos de prejuízos econômicos para os produtores. Lavouras mais produtivas se traduzem em aumento de renda para os mesmos e estimulam a sua fixação no campo.

Do ponto de vista da dinâmica ecossistêmica, há o reestabelecimento do controle biológico natural, pois predador e presa estão presentes novamente no ecossistema e agora em números harmônicos. Há um

aumento do reservatório de matéria orgânica e dessarte uma maior quantidade de matéria e energia circulando pelo sistema, o que faz com que o mesmo sofra menos oscilações.

Em suma, cabe ressaltar que a recomposição dos ecossistemas dada pela paisagem recuperada com os SAF permite a manutenção dos mesmos e garante a continuidade dos serviços ecossistêmicos, trazendo benefícios à natureza e ao bem-estar humano. A figura 2 expressa os benefícios proporcionados por estas paisagens multifuncionais.

2. Área de estudo

O Parque Estadual dos Três Picos (PETP) localiza-se na porção central da Serra do Mar no Estado do Rio de Janeiro. A criação do parque ocorreu a partir do Decreto Estadual n.º 31.343, de 5 de junho de 2002, e a sua ampliação ocorreu, posteriormente, através do Decreto Estadual n.º 41.990, de 12 de agosto de 2009 e sua redelimitação através da Lei n.º 6.573/13. Considerando a incorporação de áreas ocorridas com sua redelimitação, o PETP ganhou

11.861,40 hectares, perfazendo os seus atuais 65.113,04 hectares. O parque possui um perímetro de 512 km e abrange os municípios de Teresópolis, Nova Friburgo, Silva Jardim, Cachoeiras de Macacu e Guapimirim. Vale ressaltar que o parque está todo inserido em um Bioma de Mata Atlântica (INEA, 2009).

Além da sua imponência, sua relevância consiste no fato dele ser o maior em extensão territorial e deter o maior índice de biodiversidade do estado do Rio de Janeiro (INEA, 2009). Dadas as suas proporções, a extensão territorial da sua zona de amortecimento está delimitada a partir de um limite de 10 km ao redor da Unidade de Conservação (Resolução CONAMA 13/90). A área de estudo refere-se a parte da zona de amortecimento do parque pertencente ao município de Cachoeiras de Macacu-RJ, situada sob as coordenadas 22° 31' 08.74" S e 42° 34' 58.88" O. Sua localização pode ser observada na Figura 3.

Optou-se por mapear esta área, pelo fato de o município compreender dois terços do parque dentro dos seus limites. Os valores das áreas de abrangências das zonas de amortecimento e do parque distribuídas

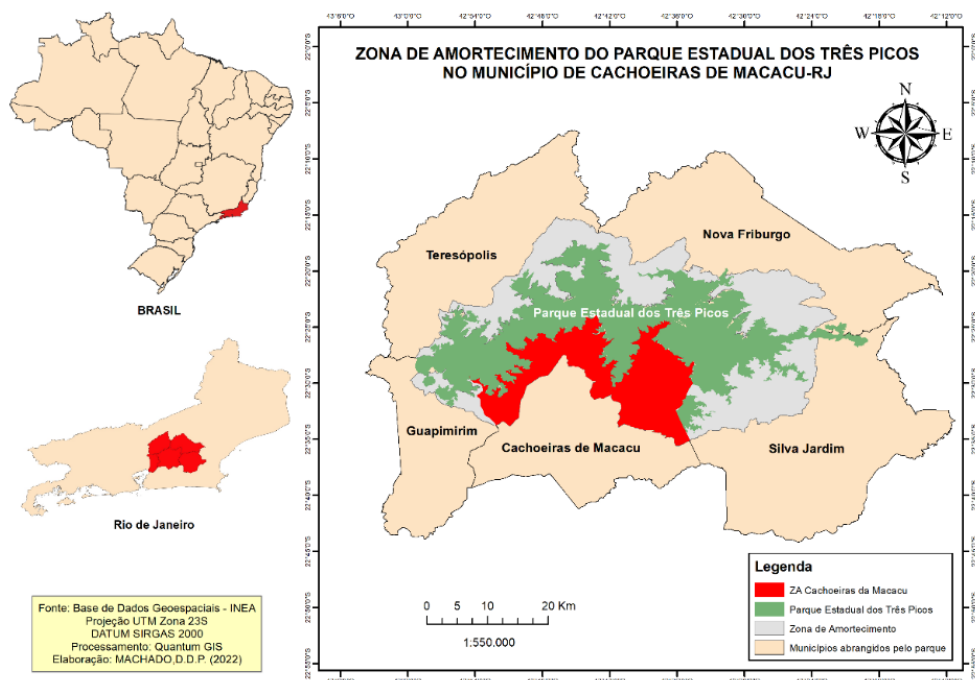


Figura 3

Localização do parque, sua zona de amortecimento e a área de estudo, a zona de amortecimento referente ao município de Cachoeiras de Macacu-RJ.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Tabela 1

Percentual de área abrangida pelo Parque Estadual dos Três Picos—RJ e sua Zona de Amortecimento nos cinco municípios abrangidos pelo parque

Município	Z. A. Área	PEPT Área	Área Ocupada no município (Z.A. + PEPT)
Teresópolis	19,49%	13,51%	33%
Nova Friburgo	26,23%	13,31%	39,54%
Silva Jardim	22,79%	10,35%	33,14%
Cachoeiras de Macacu	29,28%	29,96%	59,24%
Guapimirim	10,57%	10,80%	21,37%

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

pelos cinco municípios podem ser observados na Tabela 1. Em destaque os percentuais da área de estudo.

3. Metodologia

Para a identificação da produção agrícola e pecuária da área de estudo foi realizado um levantamento bibliográfico na base de dados da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio de Janeiro — EMATER-Rio, através do Acompanhamento Sistemático da Produção Agrícola — ASPA do ano de 2020, bem como na base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística — IBGE. Mais precisamente do último Censo Agropecuário realizado em nosso país no ano de 2017¹.

Considera-se uma propriedade potencial para a aplicação do SAF, àquela que está registrada no Cadastro Ambiental Rural (CAR) e que ainda apresenta áreas para serem restauradas. Consoante a legislação brasileira, todo o proprietário de imóvel rural cadastrado no CAR tem o dever de separar uma área para reserva legal, deixando-a preservada. E também a responsabilidade de restaurar o restante da propriedade, evitando que a degradação atinja propriedades circunvizinhas. Dessa forma, para eleger as propriedades potenciais para a aplicação dos SAF nos pautamos na malha do Cadastro Ambiental Rural, pois todos os proprietários rurais nele cadastrados, por lei, já se encontram na obrigação de restaurar suas propriedades.

Identificadas as propriedades, o próximo passo foi a observação visual das mesmas via Explorer Google Earth. Em seguida, selecionou-se através da tabela de atributo do *raster* os polígonos das áreas de interesse. Por meio de uma classificação

supervisionada foram separadas as três categorias de SAF (agrossilvipastoril, silviagrícola e silvipastoril).

Para pensar qual o tipo de SAF que seria mais adequado a uma determinada região da zona de amortecimento, elaborou-se uma matriz de diversidade, a qual o produto final seria uma razão matemática. Para tanto, considerou-se a extensão total de terra da zona de amortecimento referente ao município de Cachoeiras de Macacu—RJ, pertinente a área de estudo, e dividiu-se essa extensão pelo número de propriedades rurais elegidas como mais propícias para a sugestão de implantação/implementação de SAF. O cálculo desta razão se expressa pela seguinte equação:

$$\text{Razão} = \frac{\text{área total da ZA Km}^2}{\text{n.º de propriedades potenciais}} = \text{Razão} = \frac{253,75 \text{ km}^2}{231} = 1,09$$

A partir desse cálculo, obteve-se uma razão que obedeceu a seguinte proporção: quanto maior o valor encontrado na razão, a indicação seria de SAF simples e quanto menor a indicação seria para o biodiverso. Em outras palavras, quanto maiores as extensões de terras nas mãos de poucos proprietários, menos chances de se ter um SAF biodiverso e vice-versa. Para a área de estudo em questão o valor encontrado na razão foi intermediário.

4. Resultados

A partir da razão encontrada na matriz de diversidade foi possível definir a categoria de SAF mais adequado para cada região da zona de amortecimento. Dessa forma, os resultados subsidiam a seguinte distribuição: as ZA pertencentes aos municípios de Teresópolis e Nova Friburgo apresentam como os mais adequados os SAF biodiversos. Por outro lado, as zonas de amortecimento referentes aos

¹ Vale ressaltar que estes são os levantamentos mais recentes realizados em nosso país.

municípios de Silva Jardim e Guapimirim apontaram como os mais adequados os SAF simples. No caso do município de Cachoeiras de Macacu, que é a área de estudo da presente pesquisa, em decorrência do valor intermediário obtido na razão da equação, a indicação é que esta região está apta a receber os dois tipos SAF, tanto os SAF simples quanto os biodiversos. Cabe ressaltar que essa versatilidade é muito positiva, pois dois terços do Parque Estadual dos Três Picos e sua zona de amortecimento se encontram dentro deste município. Os valores estão expressos na Tabela 2 em destaque a área de estudo.

O município de Cachoeiras de Macacu possui tradição agrícola na produção de aipim, goiaba, milho-verde, jiló, banana-prata, berinjela e batata-doce. Sua tradição pecuária se configura na criação de bovinos, galináceos e equinos, como mostra o quadro 6. Para a zona de amortecimento do parque referente a este município os SAF mais adequados são os silviagrícolas, os silvipastoris e os agrossilvipastoris biodiversos ou simples.

As categorias de SAF, o número de propriedades com potencial para implantação/implementação e o percentual das categorias indicadas, bem como a margem de erro estão explicitadas no quadro 7. Vale ressaltar que a produção agrícola e pecuária local foi respeitada na hora de sugerir tais categorias.

Como é possível perceber, na tradição produtiva agrícola, destacam-se as culturas da goiaba com 30,62 toneladas produzidas ao ano, seguida das culturas do jiló com 22,52 toneladas e da berinjela com 18,68 toneladas. Em relação à produção pecuária, o destaque vai para o rebanho bovino com 29.478 e para os galináceos com 28.000 animais. Em terceiro lugar está o rebanho de equinos com 3.103 animais.

No que tange às categorias de SAF sugeridos para a região, os sistemas silvipastoris predominam com 47,61%, seguidos dos silviagrícolas com 38,96% e em terceiro lugar aparecem os agrossilvipastoris com 13,41% de propriedade com potencial para implantá-los/implementá-los. As áreas mapeadas como potenciais para a sugestão de implantação/implementação de SAF podem ser observadas na figura 4.

5. Discussão dos resultados

Com efeito, a adoção dos sistemas agroflorestais tem resultados positivos. No trabalho de Garcez et al. (2010), ficou comprovado o aumento de aves e microorganismos, bem como de espécies vegetais de maneira harmônica. Da mesma forma, esse sistema mostrou-se eficiente para semi-confinar gado de corte, produzindo ração consorciada com subprodutos originados no próprio SAF.

Martins et al. (2009) comprovam a eficiência dos sistemas agroflorestais até mesmo em ambientes com característica mais hostis. No semiárido nordestino, os resultados encontrados apontam para um aumento da produtividade agrícola. Segundo os autores citados, “onde antes se produziam 500 quilos de grãos por hectare, passa-se a produzir 1300 quilos por hectare”.

Esse aumento também foi detectado na pecuária. De acordo com a mesma fonte, “observa-se que na área onde antes de se aplicar a tecnologia obtinha-se 8 quilos de carne por hectare passa-se a obter 60 quilos de carne por hectare, aumentando substancialmente o peso vivo do animal” (Martins et al., 2009). Os autores ainda ressaltam que essas vantagens se traduzem em aumento e manutenção da renda familiar e contribuem para a fixação dos produtores no campo, evitando assim, o êxodo rural. Dessa forma, os autores reafirmam que os sistemas agroflorestais são capazes de diminuir a degradação ocorrida nos sistemas produtivos convencionais do semiárido nordestino. Concluem enfatizando que todos os indicadores analisados geraram impactos positivos.

Quanto à produção de serviços ecossistêmicos, Silva et al. (2020) detectaram em seu trabalho que combinar hortaliças com espécies produtivas arbóreas e espécies nativas locais contribuiu para melhorar a produtividade e o fornecimento de serviços ecossistêmicos. Os autores também sinalizaram que não houve a necessidade do uso de insumos químicos na horta.

Além de enfatizarem o uso da agrobiodiversidade, Silva et al. (2020) afirmaram que “o SAF local conseguiu recuperar a qualidade do solo, anteriormente muito pobre e com dificuldade para estabelecimento de culturas, e atraiu a biodiversidade nativa da fauna e flora para o local”.

Os resultados obtidos no trabalho de Lôbo et al. (2021) apontam “que os SAF proporcionam aumento da biodiversidade, regulação de ciclo hidrológico, controle erosivo, do assoreamento e ciclagem de nutrientes”. Se configurando, assim, como uma excelente alternativa à recuperação de áreas degradadas, bem como a readequação ambiental das unidades produtivas.

Martins et al. (2019) concluíram em seu trabalho que a utilização dos sistemas agroflorestais favoreceu a entrada de uma serrapilheira mais rica em nitrogênio, da mesma forma que potencializou a colonização da fauna edáfica tanto no local onde ele foi implantado, quanto no seu entorno, demonstrando que os benefícios dos SAF se estendem fora dos mesmos. Ademais, os autores ressaltam que estes se configuram como uma ótima opção para quem deseje alinhar produção agrícola com restauração florestal.

De fato, os sistemas agroflorestais são paisagens multifuncionais que contribuem para uma série de benefícios ecossistêmicos, principalmente criando suporte para a fauna dispersora de sementes, como, por exemplo, aves e morcegos. Dentre outras, estas são fundamentais para a manutenção do ecossistema e muito estudadas no Brasil (Uieda e Bred, 2016). Em seu trabalho, os autores afirmam que só é possível a recuperação de áreas degradadas pelo homem e/ou naturalmente através dos serviços ecossistêmicos prestados por morcegos frugívoros.

De acordo com Uieda e Bred (2016), no Brasil, as espécies que mais se destacam entre as espécies frugívoras para a dispersão de sementes são: *Carollia perspicillata* ou Morcego-de-cauda-curta, *Sturnira lilium* ou Morcego-fruteiro, *Artibeus lituratus* ou Morcego-da-cara-branca e *Platyrrhinus lineatus* ou morcego-de-linha-branca. Os autores ressaltam que “seus tratos intestinais são muito rápidos, cerca de 20 a 30 minutos após serem engolidas, as sementes saem intactas com as fezes. Esses morcegos têm o hábito de defecarem durante o voo”.

Dessa forma, as sementes são propagadas de forma íntegra, favorecendo a sua dispersão e posterior germinação. Vale ressaltar que na área de estudo, das quatro espécies citadas acima, as três primeiras se encontram presentes. Apenas da última, até o momento não há registro de sua ocorrência.

Outro fato que deve ser ressaltado é que essas espécies são extremamente adaptadas a convivência com humanos. Em muitas vezes chegando até mesmo a utilizar suas estruturas construídas no ambiente

rural como habitação. Fleming & Heithaus (1981) e Howe (1984), em seu trabalho, afirmam que existe uma alta incidência de zoocoria em floresta tropicais, o que implica numa extrema importância da presença de animais na estrutura das comunidades vegetais.

Camargo et al. (2019) afirmam que “os SAF biodiversos constituem-se em alternativas sustentáveis de produção, que alia sustentabilidade ambiental à possibilidade de diversificação da produção e de agregação de valor aos produtos agrícolas”. Em seu trabalho os autores concluíram que estes sistemas produtivos se adequam ao manejo da agricultura familiar, contribuindo para a sua sustentabilidade.

Agostinho et al. (2022) sinalizam a partir dos resultados encontrados em sua pesquisa que “os indicadores econômicos identificaram valores expressivos para os arranjos de sistemas agroflorestais propostos, evidenciando que são viáveis economicamente, confirmando que essa tecnologia de múltiplo propósito pode gerar importantes resultados econômicos e sociais”. Assim, percebe-se a eficiência dos SAF na contemplação da esfera ecológica, mas também na esfera econômica e social.

Entretanto, algumas limitações precisam ser superadas para que este modelo produtivo seja efetivamente adotado. De acordo com Schembergue et al. (2017), “o investimento em SAF no Brasil ainda é muito restrito. Sendo necessário que as esferas de governo ampliem políticas públicas de incentivo a adoção dessa prática”.

Na visão de Schembergue et al. (2017), se houvesse um recurso adicional por unidade de área, este “visaria o oferecimento, principalmente, de assistência técnica aos produtores, de modo a dotá-los do conhecimento adequado para o uso desses sistemas”. Os autores concluem afirmando que esta seria uma boa maneira de expandir as áreas cultiváveis do país com SAF.

Francez e Rosa (2013), reiteram que “as políticas públicas devem ser mais específicas e eficazes no que tange ao acesso às linhas de crédito rural e a assistência técnica rural, alcançando um número maior de produtores”. Os autores consideram os SAF como uma forma de convergir sustentabilidade ecológica, agregação de valor à produção, aumento da renda e melhoria da qualidade de vida dos agricultores familiares no Brasil.

Canuto (2017) afirma que “a transição da agricultura convencional para produção de base agroflorestal e agroecológica deve ser entendida como um

processo, não apenas protagonizado pelo agricultor, mas pelos gestores públicos nas esferas municipais, estaduais e federais”. O autor ainda salienta que todos têm papéis fundamentais na transformação de um modelo de produção convencional em um modelo de produção sustentável.

Diante das premissas supracitadas, pode-se inferir que os sistemas agroflorestais se apresentam como excelentes mecanismos de adequação e de recuperação ambiental. Sendo fundamentais para se ter ecossistemas minimamente perturbados. Principalmente se tratando do entorno de unidades de conservação, como a área de estudos. Por outro lado, é notória a urgência de uma maior participação das esferas de governo e dos órgãos competentes para que este sistema produtivo possa ser amplamente adotado no país.

6. Conclusão

Pautado no referencial teórico e a partir dos resultados encontrados, pode-se concluir que a região está apta a receber os dois tipos de SAF, tanto o simples quanto o biodiverso. Este é um resultado muito satisfatório, pois dois terços do parque se encontram dentro do município de Cachoeiras de Macacu-RJ. A região é forte produtora de goiaba, jiló e berinjela e detentora de um grande rebanho bovino e também galináceos. Pode-se concluir também que a região comporta as três categorias silvipastoril, silviagrícola e agrossilvipastoril.

Existe uma predominância de propriedades com potencial para implantação/implementação dos sistemas produtivos silvipastoril, silviagrícola sobre os sistemas agrossilvipastoris. No entanto, a região também apresenta uma quantidade significativa de propriedades com potencial para a implantação/implementação deste último.

Conforme os trabalhos realizados,² os SAF demonstraram a sua eficiência no abrigo, alimento e locomoção de animais no seu interior; no aumento da produção de nutriente e da serrapilheira, bem como o aumento dos reservatórios de matéria orgânica; no aumento da atividade microbiana; na

riqueza e abundância espécies das faunas epígea e edáfica, bem como no aumento diversidade de animais dispersores de sementes, como aves, morcegos, etc.

A eficiência dos sistemas agroflorestais também pode ser percebida no aumento da fertilidade e na melhoria da estrutura dos agregados formadores do solo. Da mesma forma, provou ser eficiente na retenção de carbono no solo, aproximando bastante os níveis de carbono orgânico total (COT) armazenados no solo aos da mata nativa.

Ademais, os SAF são capazes de trazer benefícios não só para a esfera ecológica, como também para as esferas econômica e social, esta última, tão dependente das duas primeiras para a sua subsistência. Com um ecossistema com menos oscilações e um controle biológico ativo, esses sistemas produtivos são menos suscetíveis a pragas e doenças, o que se traduz em lavouras mais produtivas e no aumento de renda para os produtores. Agregando valor aos produtos e mantendo o produtor rural no campo. Os SAF também são capazes de promover uma regulação climática local, trazendo um melhor conforto térmico tanto para os animais quanto para os moradores da região.

Em face do exposto, sugere-se uma maior participação dos órgãos competentes, subsidiando com apoio técnico e financeiro esses sistemas produtivos sustentáveis. Além do treinamento e capacitação dos produtores e demais atores envolvidos, para a implantação/implementação deste sistema produtivo, contribuindo efetivamente para sua disseminação e utilização.

Bibliografia

- Agostinho, P. R., Pereira, Z. V., Martinelli, G. do C, Mayer, T. da S., Gonçalves, C. de B. Q & Padovan, M. P. (2022). Arranjos de sistemas agroflorestais biodiversos para restauração de Áreas de Reserva Legal com viabilidade socioeconômica. *Revista Research, Society and Development*, v. 11, n. 14, e240111436239, 1-21.
- Camargo, G. M., Schlindwein, M. M, Padovan, M. P., da Silva, L. F. (2019). Sistemas agroflorestais biodiversos: uma alternativa para pequenas propriedades rurais. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*. G&DR, v. 15, n. 1, janeiro-abril, 34-46.
- Canuto, J. C. (2017). *Sistemas Agroflorestais - experiências e reflexões*, EMBRAPA Meio Ambiente.

² Relacionados no quadro 4, Uezu, Beyer e Metzger (2008); Freitas et al. (2013); Silva et al. (2016); Guimarães et al. (2014); Faria et al. (2006); Tavares et al. (2015); Silva et al. (2012) e Moço et al. (2008) acerca da eficiência dos sistemas agroflorestais.

- Conama (1990). *Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente* n.º 13, de 06 de dezembro de 1990. Estabelece normas referentes ao entorno das Unidades de Conservação visando à proteção dos ecossistemas ali existentes. Distrito Federal de Brasília-DF. Disponível em: <https://www.tjpa.jus.br/CMSPortal/VisualizarArquivo?idArquivo=8446> Acesso em: 25/10/2023.
- Coppus, R. (forthcoming). *Global distribution of land degradation. Thematic background report for SOLAW 2021*. FAO.
- Dubois, J. (2008). Classificação e Breve Caracterização de S A F s e P r á t i c a s Agroflorestais. In A. Deitenbach, G. S. Floriani, J.C.L Dubois & J.L. Vivian (orgs.) *Manual Agroflorestal para a Mata Atlântica*, Ministério do Desenvolvimento Agrário.
- De Aquino, M. D. H. & De Almeida, M. M. Y. (2021). Manejo Ecológico do Solo. *Revista Interface Tecnológica*, v. 18, n.º 21, 276-285. DOI: 10.31510/inf. v18i1.1105.
- Rio de Janeiro (Estado) Decreto n.º 31.343, de 05 de junho de 2002. O qual cria o parque estadual dos três picos, no estado do rio de janeiro, e dá outras providências. Governo do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/rj/decreto-n-31343-2002-rio-de-janeiro-cria-o-parque-estadual-dos-tres-picos-no-estado-do-rio-de-janeiro-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 30/09/2023.
- Rio de Janeiro (Estado) Decreto n.º 41.990 de 12 de agosto de 2009. O qual amplia a área do parque estadual dos três picos e dá outras providências. Governo do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/rj/decreto-n-41990-2009-rio-de-janeiro-amplia-a-area-do-parque-estadual-dos-tres-picos-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 30/09/2023.
- Rio de Janeiro (Estado) Lei n.º 6573 de 31 de outubro de 2013. A qual redefine os limites do parque estadual dos três picos e extingue a estação ecológica estadual do paraíso e as áreas de proteção ambiental do jacarandá e do rio dos frades. Governo do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/rj/lei-ordinaria-n-6573-2013-rio-de-janeiro-redefine-os-limites-do-parque-estadual-dos-tres-picos-e-extingue-a-estacao-ecologica-estadual-do-paraíso-e-as-areas-de-protecao-ambiental-do-jacaranda-e-do-rio-dos-frades>. Acesso em: 30/09/2023.
- Engel, V. L. (1999). Sistemas agroflorestais: conceitos e aplicações. In V. L. Engel (org.). *Introdução aos sistemas agroflorestais*. FEPAF.
- Emater-Rio - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural. Acompanhamento Sistemático da Produção Agrícola - ASPA. 2020. Disponível em: <http://www.emater.rj.gov.br/tecnica.asp>. Acesso em: 27/09/2023.
- Faria, D., Laps, R. R., Baumgarten, J. & Cetra, M. (2006). Bat and bird assemblages from forests and shade cacao plantations in two contrasting landscapes in the Atlantic Forest of southern Bahia, Brazil. *Revista Biodiversity e Conservation*, 587-612.
- Fleming, T. H. & E. R. Heithaus. (1981). Frugivorous bats, seed shadows, and the structure of tropical forests. *Revista Biotropica*. Vol. 13, No. 2, Supplement: Reproductive Botany (Jun., 1981) 45-53.
- Francez, D. C. & Rosa, L. dos S. (2013). Trabalho e renda em sistemas agroflorestais estabelecidos por agricultores familiares na Amazônia oriental. *Cadernos CEPEC/UFGA Centro de Pesquisa Econômica*, v.º 2, n.º 9, 1-24.
- Freitas, E. C. S. de, Neto, S. N. de O., Fonseca, D. M. da, Santos, M. V., Leite & H. G., Machado, V. D. (2013). Deposição de serapilheira e de nutrientes no solo em sistema agrossilvipastoril com eucalipto e acácia. *Revista Árvore*, v.37, n.º3, 409-417.
- Garcez, A. J. S., Coutinho, H. L. da C., Hernani, L. C. & Seidel, E. R. (2010). Formação de ambientes produtivos com aumento da biodiversidade e da geração de renda no projeto de assentamento Santa Lúcia, em Bonito-MS. *Revista Cadernos de Agroecologia*, v.5, n.º 1. 3º Seminário de Agroecologia de Mato Grosso do Sul, 2º Encontro de Produtores Agroecológicos de Mato Grosso do Sul, 1-5.
- Guimarães, G. P., Mendonça, E. S., Passos, R.R. & Andrade, F.V. (2014). Soil aggregation and organic carbon of oxisols under coffee in agroforestry systems. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 38, 278-287.
- Hoffmann, M. R. M. (2013). *Sistemas Agroflorestais para Agricultura Familiar: Análise Econômica*. Universidade de Brasília, UNB. (Dissertação de Mestrado).
- Howe, H. F. (1984). Implications of seed dispersal by animals for tropical reserve management. *Biological Conservation*. vol. 3. Issue 3, 261-281.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE Cidades - Cachoeiras de Macacu - Censo Agropecuário (2017). Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/cachoeiras-de-macacu/pesquisa/24/76693>. Acesso em: 21/09/2023.
- Instituto Estadual Do Ambiente - INEA (2009). Plano de Manejo do Parque Estadual dos Três Picos - PETP.
- Ipbes (2019). Global assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. In E.S. Brondízio, J. Settele, S. Díaz, H. T. Ngo, (eds). IPBES. ISBN: 978-3-947851-20-1.
- Kageyama, P. Y. & Gandara, F. B. (2000). Biodiversidade e Dinâmica em Sistemas Agroflorestais. In J. Luis V. de Macêdo, E. Vieira Wandelli, J. P. da Silva Júnior (eds.) *Sistemas*

- Agroflorestais: manejando a biodiversidade e o m p o n d o a paisagem rural*. EMBRAPA, 25-32.
- Kluthcouski, J. et al. (2015). Conceitos e Modalidades da Estratégia de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (pp. 21-33). In L.A.M Cordeiro, L. Vilela, J. Kluthcouski & L.R. Marchão (orgs.). *Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde*. Coleção 500 perguntas, 500 respostas, Embrapa.
- Lôbo, R. L. de Lima, Siqueira, T. M. de V., Martins, Everton, Lima, A. de, & Cunha Ana Catarina da (2021). Sistemas agroflorestais na recuperação de áreas degradadas. *Brazilian Journal of Development*, v.7, n.º4, 38127-38142.
- Macedo, M. C. M., Zimmer, A. H., Kichel, A. N., de Almeida, R. G., de Araújo, A. R. (2013). Degradação de Pastagens, Alternativas de Recuperação e Renovação, e Formas de Mitigação. In *Encontro de Aducação de pastagens da Scot Consultoria - TEC - fértil*. Anais Bebedouro. Scot Consultoria, 158-181. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/95462/1/Degradacao-pastagens-alternativas-recuperacao-M-Macedo-Scot.pdf>
- Martins, E. M., Silva, E. R. da, Campello, E. F. C., Lima, S. S. de, Nobre, C. P., Correia, M. E. F., Resende, A. S. de (2019). O uso de sistemas agroflorestais diversificados na restauração florestal na Mata Atlântica. *Revista Ciência Florestal da Universidade de Santa Maria*, v.29, n.º 2, 632-648.
- Miccolis, A., Peneireiro, F. M., Marques, H. R., Vieira, D. L. M., Arco-Verde, M. F., Hoffmann, M. R., Rehder, T. & Pereira, A. V. B. (2016). *Restauração ecológica com sistemas agroflorestais: como conciliar conservação com produção. Opções para cerrado e caatinga*. Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal. ICRAF.
- Moço, M. K. S., Gama-Rodrigues, E., Gama-Rodrigues, A. C., Machado, R. C. R. (2008). Soil and litter fauna of cacao agroforestry systems in Bahia, Brazil. *Revista Agroforestry System*, 1-13.
- Neto, M. M. G., Borghi, E., Alvarenga, R. C., Viana, M. C. M. (2018). Integração Lavoura-Pecuária-Floresta - iLPF (pp.139-178). In M. M. Nobre & I. R. Oliveira (orgs.). *Agricultura de Baixo Carbono: tecnologias e estratégias de implantação*. Embrapa.
- Rede Ilpf (2016). *iLPF em números*. Embrapa.
- Salton, J. C., Oliveira, P. de, Tomazi, M., Richetti, A., Balbino, L. C., Flumignan, D. L., Mercante, F. M., Marchao, R. L., Concenco, G., Scorza Junior, R. P., Asmus, G. L. (2015). Benefícios da Adoção da Estratégia de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. (pp. 35-51) In L.A.M. Cordeiro, L. Vilela, J. Kluthcouski & L.R. Marchão (orgs.) *Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde*. Coleção 500 perguntas, 500 respostas. Embrapa.
- Santos, P. Z. F. (2017). *O potencial dos Sistemas Agroflorestais para incremento da biodiversidade e provisão de serviços ecossistêmicos na Mata Atlântica*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Práticas em Desenvolvimento Sustentável. Instituto de Florestas. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- Schembergue, A., Cunha, D. A. da, Carlos, S. de M., Pires, M.V., Faria, R.M. (2017). Sistemas Agroflorestais como Estratégia de Adaptação aos Desafios das Mudanças Climáticas no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v.55, n.º 1, 09-30.
- Silva, M. S. C. da, Correia, M. E. F., Silva, E.M.R. da, Maddock, J.E.L., Pereira, M.G. & Silva, C.F. da (2016). Soil fauna communities and soil attributes in the agroforests of Paraty. *Revista Floresta e Ambiente*, v.23, n.º2, 180-190.
- Silva, M. S. C., Silva, E. M. R. da; Pereira, M. G. & Silva, C.F. (2012). Estoque de Serapilheira e Atividade Microbiana em Solo sob Sistemas Agroflorestais. *Revista Floresta e Ambiente*, v.19, n.º 4, 431-441.
- Silva, R. G. A., Tavares, K. A. S., Oliveira, S. S., Alves, A. E. O. & Haab, S. (2020). Recuperação de áreas degradadas com sistemas agroflorestais: relato de experiência na Ecofazenda Caúna, Barra de Santo Antonio - AL. *Cadernos de Agroecologia - Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia*. v.15, n.º 2, 1-5.
- Tavares, P. D., Silva, C.F., Pereira, M.G., Freo, V., Silva, E.M.R. (2015). Sistemas agroflorestais e agricultura tradicional promovendo a qualidade do solo na Mata Atlântica. *Cadernos de Agroecologia*, vol. 01, n.º 3, 1-6.
- Uezu, A., Beyer, D. D. & Metzger, J.P. (2008). Can agroforest woodlots work as stepping stones for birds in the Atlantic forest region? *Revista Biodiversidade e Conservação*, n.º. 17, 1907-1922. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9329-0>
- Uieda, W & Bred, A. (2016). Morcegos: agentes negligenciados da sustentabilidade. *Revista Sustentabilidade em Debate*, vol. 07, n.º 01, 186-209.

