

SISTEMAS AGROFLORESTAIS BIODIVERSOS PODEM RECUPERAR ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E GERAR RENDA PARA A AGRICULTURA FAMILIAR?

- | **Patrícia Rochefeler Agostinho**
Universidade Federal da Grande Dourados
- | **Claudia de Brito Quadros Gonçalves**
Universidade Federal da Grande Dourados
- | **Tatiana da Silva Mayer**
Universidade Federal da Grande Dourados
- | **Milton Parron Padovan**
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

RESUMO

O Cadastro Ambiental Rural (CAR) identificou grande quantidade de passivos ambientais inerentes às Áreas de Preservação Permanente (APPs), as quais, deverão ser recuperadas, conforme a legislação vigente. Os sistemas agroflorestais biodiversos (SAFs) se destacam como uma alternativa que pode responder de forma satisfatória aos grandes desafios de recuperar essas áreas degradadas e produzir alimentos saudáveis. Porém, ainda há muitas dúvidas quanto aos tipos de SAFs a serem utilizados para esses múltiplos propósitos. Nesse contexto, desenvolveu-se um trabalho de modelagem, envolvendo conhecimentos multidisciplinares, visando propor arranjos de sistemas agroflorestais biodiversos, destinados à recuperação de áreas degradadas, a produção de alimentos e a geração de renda, os quais, são destinados a Áreas de Preservação Permanente. Após a identificação das espécies para a restauração ambiental, produção de alimentos e geração de renda, definiram-se os espaçamentos e as densidades de plantas em cada sistema; estimaram-se as demandas de insumos, serviços de máquinas e mão de obra, os preços praticados no mercado, a produção prevista e os valores a serem comercializados. Para a análise econômica adotou-se a planilha AmazonSAF v 4-2,5 como ferramenta para a entrada de dados referentes às espécies vegetais utilizadas. Na sequência realizou-se a análise de viabilidade econômico-financeira durante um período de 20 anos, utilizando-se os indicadores: Taxa Mínima de Atratividade (TMA), Taxa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Líquido (VPL), Tempo de Retorno do Investimento (Payback Atualizado), Valor Anualizado Equivalente (VAE) e Relação Benefício/Custo (B/C). Os arranjos de SAFs propostos para restauração de APPs atendem ao Código Florestal Brasileiro como opção para restauração de passivos ambientais, pois, possuem características para a provisão de grande diversidade de serviços ambientais que potencializam a recuperação dessas áreas. Os maiores custos e despesas fixas/variáveis, inerentes aos sistemas agroflorestais propostos, ocorrem nos primeiros quatro anos, decorrentes, principalmente, das demandas de mão de obra e insumos pelas culturas de ciclo anual ou bianual nesse período destinadas à produção de alimentos e geração de renda. Os indicadores financeiros evidenciaram que os arranjos de sistemas agroflorestais propostos para restauração de Áreas de Preservação Permanente, apresentam potencial para serem viáveis economicamente, conforme demonstrado pelo payback atualizado, já nos primeiros anos após a implantação, o que estimula os agricultores a adotá-los.

Palavras-chave: Passivos Ambientais, Recuperação de Áreas Degradadas, Produção de Alimentos, Análise Econômica, Geração de Renda.

■ INTRODUÇÃO

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) exercem papel ambiental de alta relevância, uma vez que contribuem para a conservação da biodiversidade, a qual provém outros serviços ambientais de grande importância para os recursos naturais e para toda a humanidade (MICCOLIS *et al.*, 2016).

As APPs têm a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas, podendo-se desenvolver algumas atividades produtivas nessas áreas, conforme a Lei nº 12.651/2012, que instituiu o Código Florestal Brasileiro – CFB. Prevê-se, também, que os produtores recuperem os passivos ambientais que estão em desacordo com a lei (BRASIL, 2012).

No entanto, a recuperação desses passivos ambientais por meio de técnicas convencionais, como o plantio de mudas de arbóreas e arbustivas nativas ou mesmo o adensamento e o enriquecimento com sementes e mudas, requerem elevados investimentos e normalmente não geram renda, desestimulando os agricultores (MAYER, 2019; PADOVAN *et al.*, 2022).

O CFB permite a recomposição de APPs por meio de sistemas agroflorestais biodiversos (SAFs), consorciando espécies arbóreas nativas da região com espécies exóticas (até 50%), tais como: frutíferas, ornamentais e industriais, por exemplo. Trata-se, de uma estratégia oportunizadora para restauração ambiental, valorizando os conhecimentos tradicionais, a recuperação produtiva e os fatores sociais, econômicos e ecossistêmicos que os SAFs proporcionam (ALMEIDA, 2019; NASCIMENTO; ALVES; SOUZA, 2019; PADOVAN *et al.*, 2022).

Ressalta-se, que o início da adoção desses agroecossistemas data-se de mais de 10.000 anos, em que populações tradicionais/ancestrais começaram a realizar cultivos biodiversos a partir de manejo de clareiras, manutenção de árvores e arbustos em sistemas integrados ou em sucessão (FELIPE *et al.*, 2023).

Padovan *et al.* (2019a), ao estudarem SAFs biodiversos implantados por agricultores nas cinco regiões do Brasil, constataram elevada produção de serviços ambientais, demonstrando a importância e o potencial desses agroecossistemas para a recuperação de áreas degradadas.

Padovan *et al.* (2022) chamam a atenção que os SAFs devem ser formados por grande diversidade de espécies arbóreas nativas e de famílias botânicas, de diferentes grupos sucessionais, com predominância de zoocóricas, leguminosas, decíduas e semidecíduas. Os autores salientam que essas características favorecem a ciclagem de nutrientes, fixação biológica de nitrogênio, melhorias dos atributos do solo, entre outros processos naturais, fortalecendo a recuperação de áreas degradadas.

Peneireiro *et al.* (2005) e Miccolis *et al.* (2016) ressaltam que os SAFs fundamentados pela sucessão natural, possibilitam a concepção ou desenhos de múltiplos arranjos de plantas adaptados a situações particulares de qualquer região, devendo ser inspirados no ecossistema original do local. Os autores enfatizam que esses SAFs possuem alto potencial para recuperação de áreas degradadas, incluindo-se APPs.

O plantio de espécies arbóreas de crescimento rápido nas fases iniciais possibilita o aumento da disponibilidade de biomassa, promovendo a ciclagem de nutrientes e, posteriormente, favorecendo o cultivo de espécies mais exigentes. Ademais, com a prática de SAFs, a disponibilidade de nutrientes no solo aumenta, a atividade e estrutura da fauna do solo melhoram e o equilíbrio biológico resultante, auxilia no controle de pragas e doenças (PADOVAN *et al.*, 2018; 2022).

Miccolis *et al.* (2016) enfatizam que os SAFs restabelecem processos ecológicos, funções e estrutura de um ecossistema, e proporcionam retorno econômico aos agricultores. Ou seja, são aliados estratégicos em processos de restauração ecológica de passivos ambientais, pois também promovem melhorias nas condições de vida dos agricultores. A diversificação proporciona, ainda, retorno econômico-financeiro escalonado por todo o período de cultivo, além de contribuir para a segurança alimentar e nutricional das famílias agricultoras (CERDA *et al.*, 2014; ARMENGOT *et al.*, 2016; PADOVAN *et al.*, 2022).

A possibilidade de recuperar passivos ambientais utilizando-se sistemas agroflorestais constitui-se em estímulo para os agricultores que não desejam reduzir áreas que estão incorporadas em processos produtivos, gerando renda (CULLEN JR. *et al.*, 2003; PADOVAN *et al.*, 2022). Os agricultores, muitas vezes, têm dificuldades para compreenderem os complexos mecanismos e benefícios ecológicos decorrentes da prática agroflorestal. Por isso, os aspectos econômicos e sociais são compreendidos com mais facilidade, devendo ser sempre exaltados (MICCOLIS *et al.*, 2016).

Para facilitar o entendimento e aumentar a confiança na viabilidade do empreendimento, são necessárias avaliações prévias, não devendo apenas considerar só o arranjo escolhido, combinando-o com o clima, solo, vegetação e as características da área, mas também se deve estabelecer critérios de decisão de acordo com a realidade dos agricultores. Há elevado contingente de agricultores, principalmente, aqueles de base familiar, que têm pouco acesso às inovações tecnológicas, e a consequente otimização da produção constitui-se como fator que os diferencia quanto à sua participação na dinâmica produtiva e mercadológica (MARQUES, 2011; SANTOS *et al.*, 2019).

Segundo Martinelli *et al.* (2019), Garcia *et al.* (2021), Agostinho *et al.*, (2022), Leitão *et al.* (2022) e Padovan *et al.* (2022), a adoção de modelagem de agroecossistemas com avaliação prévia de desempenho econômico-financeiro é estratégica, possibilitando identificar

os custos de atividades e o tempo de retorno do investimento, tornando possível fazer ajustes nos sistemas ao longo do tempo, em conformidade com a realidade dos agricultores, busca de melhoria de renda, entre outros processos.

Nesse contexto, desenvolveu-se um trabalho de modelagem, envolvendo conhecimentos multidisciplinares, visando propor arranjos de sistemas agroflorestais biodiversos destinados a múltiplas finalidades, compreendendo a recuperação de Áreas de Preservação Permanente, produção de alimentos e geração de renda.

■ METODOLOGIA

Para propor arranjos de sistemas agroflorestais biodiversos realizou-se um estudo teórico multidisciplinar, no qual levantou-se informações detalhadas sobre espécies arbóreas nativas destinadas à restauração ambiental, sendo algumas com potencial para geração de renda, bem como de culturas agrícolas, seguindo princípios utilizados por Martinelli *et al.* (2019), Garcia *et al.* (2021), Agostinho *et al.* (2022), Leitão *et al.* (2022) e Padovan *et al.* (2022).

Seguindo o que preconiza o Código Florestal Brasileiro para restauração de Áreas de Preservação Permanente (BRASIL, 2012), propôs-se alta diversidade de espécies arbóreas nativas, as quais ocorrem no ecótono entre Mata Atlântica e Cerrado, bem como no bioma Cerrado, compreendendo diferentes famílias botânicas. Assim, segundo Piovesan *et al.* (2013), favorecem-se processos ecológicos que promovem funcionamento e automanutenção dos sistemas, contribuindo para a restauração das áreas degradadas.

Considerou-se a síndrome de dispersão, compreendendo as zoocóricas (dispersão por animais), anemocóricas (dispersão pelo vento) e autocóricas (dispersão explosiva e ou por gravidade), conforme Van der Pijl (1982). Nesse processo também se contemplou a desciduidade, sendo as decíduas, aquelas que perdem a maioria das folhas no outono ou inverno; as semidecíduas (perdem parcialmente as folhas); as perenifólias (caem no máximo até 25% das folhas) e não classificadas.

Outro processo importante contemplado na formação dos sistemas agroflorestais é a sucessionalidade, envolvendo as pioneiras (espécies com alta dependência de luz, desenvolvendo-se em clareiras ou bordas de florestas em sistemas naturais); secundárias iniciais (espécies que ocorrem sob sombreamento médio); secundárias tardias (espécies de sub-bosque que se desenvolvem sob sombra leve ou densa); e clímax (espécies que formam o produto final do estágio sucessional), segundo Gandolfi *et al.* (1995).

Privilegiou-se, também, espécies de diferentes estágios sucessionais, com maior quantidade de pioneiras e secundárias iniciais, contribuindo para as interações com a fauna, auxiliando o restabelecimento da dinâmica e do equilíbrio dos ecossistemas (FERREIRA *et al.*, 2013). Também foram priorizadas espécies zoocóricas, pois atraem a fauna dispersora,

aumentando a chegada de propágulos de diferentes espécies, favorecendo o aumento da diversidade na área em restauração, conforme preconizam Ávila *et al.* (2011).

Priorizou-se as espécies decíduas por apresentarem maior deposição de serapilheira, com intuito de favorecer a ciclagem de nutrientes, uma vez que acelera os processos de recuperação de solos degradados, de acordo com Costa *et al.* (2010).

Outro processo natural importante refere-se à priorização de espécies da família Fabaceae, com mais da metade das espécies, pois promovem associação simbiótica com bactérias do gênero *Rhizobium*, fixadoras de nitrogênio, proporcionando grande contribuição para a melhoria das condições edáficas, favorecendo espécies mais exigentes, podendo suprir toda a demanda de nitrogênio no solo (ÁVILA *et al.*, 2011).

Seguindo a preconização de Altieri e Nicholls (2011), Miccolis *et al.* (2016), Padovan *et al.* (2019a), Agostinho *et al.* (2022), Leitão *et al.* (2022), Padovan (2022) e Padovan *et al.* (2022), os arranjos de sistemas agroflorestais propostos fundamentam-se em práticas, processos e técnicas agroecológicas.

Para propor as espécies vegetais destinadas à geração de renda nos arranjos agroflorestais, primeiramente fez-se um levantamento de espécies vegetais de ciclo anual, bianual, trienal e perenes, bem como seus potenciais produtivos e de geração de renda, visando a identificação daquelas que possuem maior potencial de rentabilidade e que subsidiariam a modelagem dos arranjos agroflorestais, segundo Martinelli *et al.* (2019), Agostinho *et al.* (2022), Leitão *et al.* (2022) e Padovan *et al.* (2022).

Para auxiliar na identificação dessas espécies vegetais, realizou-se pesquisa de mercado visando constatar oportunidades de comercialização da produção in natura, a partir de espécies com alto potencial de geração de renda e que se adequam a cultivos em consórcios, seguindo preceitos de Martinelli *et al.* (2019).

Como critério de classificação para escolha das espécies vegetais, também foram consideradas as peculiaridades de processos que podem ocorrer em arranjos agroflorestais biodiversos, como eventuais competições por água, nutrientes, radiação solar, bem como efeitos alelopáticos que podem reduzir produtividades de diferentes espécies vegetais. Entretanto, para que seja implantado e contribuir para a recuperação da APP deve-se levar em conta uma variedade de fatores, como a concepção do sistema em sua diversidade e estrutura, a paisagem onde está inserido, a localização do SAF em relação aos habitats naturais remanescentes e o manejo do sistema, incluindo-se as podas, uso de insumos, retirada de produtos, etc (MARTINS; RANIERI, 2014).

Parte das espécies arbóreas nativas indicadas para comporem os SAFs são frutíferas e destinam-se à geração de renda a partir do 5º ano após a implantação dos sistemas. Essas arbóreas nativas frutíferas, juntamente com as demais arbóreas nativas, serão consorciadas

com espécies exóticas de ciclo anual, bianual e semiperenes destinadas à geração de renda nos primeiros anos dos sistemas, conforme Padovan *et al.* (2022).

Após a definição das espécies para a produção de alimentos e geração de renda, os respectivos espaçamentos e a quantidade de indivíduos em cada arranjo de SAF, estimaram-se as demandas de insumos, serviços de máquinas, mão de obra, embalagens, transportes, entre outros, para a composição de custos a cada um dos arranjos de sistemas agroflorestais. Fez-se cotações de preços atualizados e praticados no mercado local e regional do Mato Grosso do Sul.

As produtividades das espécies vegetais foram estabelecidas baseando-se em pesquisas bibliográficas, tendo como fontes de consulta o Anuário da Agricultura Brasileira (Agrianual), do ano de 2019, e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), referente a 2019, bem como dados médios do Estado de Mato Grosso do Sul (MS), seguindo procedimento adotado por Martinelli *et al.* (2019) e Agostinho *et al.* (2022).

As produtividades previstas foram ajustadas por especialistas que atuam com sistemas agroflorestais, considerando as peculiaridades de processos que podem ocorrer em arranjos agroflorestais biodiversos, como adaptabilidade a cultivos consorciados; eventuais competições por água, nutrientes, radiação solar, bem como efeitos alelopáticos, que podem afetar produtividades de diferentes espécies vegetais, conforme adotado por Padovan *et al.* (2022).

Para estimar a receita bruta de vendas da produção, foram levantadas informações dos valores de venda in natura de cada espécie proposta para a geração de renda. Para tanto, os preços foram baseados em sequências de dados abrangendo os ciclos produtivos de janeiro/2019 a janeiro/2020, disponibilizados pela Central de Abastecimento de Alimentos (CEASA), e na ausência de alguns dados, também foi consultada a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) para o estado de Mato Grosso do Sul.

Para calcular os preços, fez-se projeções destes (8), aplicando-se a tendência geométrica por meio da regressão à média (9) (STIGLER, 1997; EVERITT, 2002; UPTON; COOK, 2006; MARTINELLI *et al.*, 2019), a fim de corrigir a sazonalidade na série de preços coletada junto ao CEASA, utilizando as seguintes funções:

$$P_{t+1} = P_0 * (1 + r)^t \quad (8)$$

Em que: P_{t+1} = preço no tempo; P_0 = preço inicial; r = taxa geométrica de crescimento dos preços das espécies vegetais; t = período, sendo sua função dada por:

$$r = e^\beta - 1 \quad (9)$$

Em que: r = taxa geométrica de crescimento dos preços das espécies vegetais; e = exponencial; β = regressão a média.

Para complementar, os preços estimados para os produtos oriundos das espécies vegetais que compõem os sistemas agroflorestais propostos, foram apresentados à avaliação de técnicos da extensão rural, pesquisadores e agricultores para fazerem análise crítica dos dados obtidos, ajustando-se à realidade local/regional e dos sistemas em foco, conforme adotado por Agostinho *et al.* (2022) e Padovan *et al.* (2022).

Na análise da funcionalidade e viabilidade econômico-financeira dos arranjos de SAFs propostos, foram utilizados indicadores, como: Taxa Mínima de Atratividade (TMA), Taxa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Líquido (VPL), Tempo de Retorno do Investimento (*Payback* Atualizado), Valor Anualizado Equivalente (VAE) e Relação Benefício/Custo (B/C), baseados em Martinelli *et al.* (2019).

Utilizou-se a planilha AmazonSAF v 4-2,5 como ferramenta para a entrada de dados referentes às espécies vegetais utilizadas nos SAFs, compreendendo os custos estimados, as produtividades previstas, os valores referentes às vendas da produção estimada, bem como a especificação de coeficientes técnicos, conforme Arco-Verde e Amaro (2014).

■ RESULTADOS E DISCUSSÃO

Espécies vegetais para a melhoria ambiental e geração de renda

Tendo em vista o Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012), as recomendações e informações de Pott e Pott (2003), Costa *et al.* (2010), Ávila *et al.* (2011), Ferreira *et al.* (2013), Piovesan *et al.* (2013), Souza e Piña-Rodrigues (2013), Paulus *et al.* (2016), Zavala *et al.* (2017), Chacel (2018), Padovan *et al.* (2018), Fernandes *et al.* (2020), Nascimento *et al.* (2020), Padovan *et al.* (2021, 2022), Ribeiro *et al.* (2022), aliado a informações específicas contidas em Flora do Brasil (2020), propôs-se as espécies arbóreas nativas para composição de sistemas agroflorestais visando a restauração de Áreas de Preservação Permanente (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Espécies arbóreas nativas para composição de sistemas agroflorestais biodiversos em ecótono entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado, visando a restauração de Áreas de Preservação Permanente, algumas características e possibilidades de uso econômico.

Nome comum	Nome comum	Família	CS	SD	Dec	Uso econômico
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	Tamanqueiro	Lamiaceae	Pi	Au/Zo	D	3-5
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Angico	Fabaceae	SI	Ane/Au	D	1-2-3-4-5-6-7-8-9
<i>Annona crassiflora</i> Mart.	Araticum, marolo	Annonaceae	PI	Zoo	D	1-3-4-6-10-11
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott.	Aroeira-vermelha, jequirá	Anacardiaceae	SI	Ane	D	3-4-5-6-8-18
<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	macaúba	Arecaceae	PI	Zoo	P	1-2-3-4-5-6
<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart.	Guatambu	Apocynaceae	PI	Zoo	D	3-4-6-10-17
<i>Attalea phalerata</i> Mart. ex Spreng.	Bacuri	Arecaceae	SI	Zoo	P	1-2-4-5-6-10-11-12-13
<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.	Babaçu	Arecaceae	SI	Zoo	S	4-6-10-14-21
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	Cambui	Myrtaceae	ST	Zoo	S	03-04-17-20
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	Murici-rosa	Malpighiaceae	PI	Zoo	S	1-3-5-10
<i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O.Berg	Cabirola	Myrtaceae	PI	Zoo	S	10
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess	Pequi	Caryocaraceae	PI	Zoo	S	2-3-4-5-6-10-12
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Guacatonga	Salicaceae	PI	Zoo	P	1-2-3-4-5-6-7-8-10-14
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Copaíba	Fabaceae	ST	Zoo	D	1-3-4-5-6-16-17
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Louro-pardo	Boraginaceae	SI	Ane/Zoo	D	1-2-3-4-5-6
<i>Cordia sessilis</i> (Vell.) Kuntze	Marmelo	Rubiaceae	SI	Zoo	P	4-6-10
<i>Croton urucurana</i>	Sangra-d'água	Combretaceae	PI	Au	P	1-3-4-5-6
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Jacarandá-do-cerrado	Fabaceae	PI	Ane	D	1-3-6-16
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro-rosa	Meliaceae	SI	Ane/Au	D	1-2-3-4-5-6-8-17
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.	Maria-mole	Araliaceae	SI	Zoo	P	1-6-17
<i>Dipteryx alata</i>	Baru	Fabaceae	SI	Zoo	D	2-3-4-5-6-10-17-18
<i>Eugenia dysenterica</i> (Mart.) DC.	Cagaita	Myrtaceae	PI	Zoo	D	2-3-4-5-6-8-10-11
<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	Guamirim	Myrtaceae	ST	Zoo	P	10-17
<i>Ficus guaranitica</i> Chodat	Figueira-branca	Moraceae	SI	Zoo	NC	03-10-15
<i>Genipa americana</i> L.	Janipapo	Rubiaceae	SI	Zoo	S	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-16-17-18-19
<i>Guapira areolata</i> (Heimerl) Lundell	Maria-mole	Nyctaginiaceae	SI	Zoo	S	4
<i>Guibourtia hymenaeifolia</i> (Moric.) J. Léonard	Jatobá-mirim	Fabaceae	ST	Zoo	S	1-2-3-4-5-6-7-8-10-16-20
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Mangaba	Apocynaceae	PI	Zoo	S	2-3-4-5-6-10-12
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê roxo	Bignoniaceae	ST	Ane	D	1-2-3-4-5-6-8
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	Alecrim	Fabaceae	ST	Zoo	D	4-6-19
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá	Fabaceae	ST	Au/Zoo	P	1-2-3-4-5-6-7-8-10-16-20
<i>Inga vera</i> Willd.	Ingá	Fabaceae	SI	Zoo	P	4-6-10-15-17
<i>Leptolobium dasy carpum</i> Vogel	Amargosinha	Fabaceae	ST	Au	S	17
<i>Luehea paniculata</i> Mart. & Zucc.	Açoita-cavalo	Malvaceae	SI	Ane/Au	D	1-3-4-6-13
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	Amora-branca	Moraceae	SI	Zoo	D	16
<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	Timbó	Sapindaceae	PI	Au	D	3-4-21
<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Butiti	Arecaceae	SI	Zoo	P	1-3-4-6-10-13-14-16-17-18
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allenão	Aroeira	Anacardiaceae	ST	Ane	D	2-3-4-5-6-7-8-19
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Capororoca	Primulaceae	SI	Zoo	P	2-3-4-5-11
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Canafistula	Fabaceae	SI	Au/Zoo	D	2-3-4-5-6-8
<i>Plathymentia reticulata</i> Benth.	Vinhático-do-cerrado	Fabaceae	PI	Ane	D	3-4-5-6-8-16-20
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	Cabriteiro	Rhamnaceae	PI	Zoo	D	2-3-4-5-6-10
<i>Salacia crassifolia</i> (Mart. ex Schult.) G.Don	Bacupari-do-cerrado	Celastraceae	ST	Zoo	D	04-06-10
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	Braúna	Anacardiaceae	ST	Au	S	04-14-16
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	Aroeira-pimenteira	Anacardiaceae	ST	Zoo	D	2-4-5-6-10-11-12
<i>Spondias mombin</i>	Taperebá	Anacardiaceae	ST	Zoo	P	1-3-4-5-6-10-20
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	Umbu	Anacardiaceae	PI	Au	S	4-10
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Pindó	Arecaceae	SI	Zoo	P	3-4-5-6-10
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Peito-de-pombo	Anacardiaceae	PI	Zoo	D	1-2-3-4-5-6-7-8-20
<i>Xylopia aromatica</i>	Pimenta-de-macaco	Annonaceae	PI	Zoo	P	1-2-3-4-6-10-12-13-14-17-18

CS – Classes sucessionais: PI = pioneira; SI = secundária inicial; ST = secundária tardia; SD – **Síndromes de dispersão:** Ane = anemocórica; Au = autocórica; Zoo = zoocórica. **Dec – Deciduidade:** D = decídua; S = semidecídua; P = perene. NC = não classificada; **Uso econômico:** 1- Artesanal; 2 - Forrageiro; 3 - Madeireiro; 4 - Medicinal; 5 - Melífero; 6 - Ornamental; 7 - Resina; 8 - Tanífero; 9 - Tóxico para animais; 10 - Alimentício; 11 - Cortiça; 12 - Condimento; 13 - Fibra; 14 - Cosmético; 15 - Latex; 16 - Tintorial; 17 - Oleaginoso; 18 - Aromático; 19 - Cultural/Ritualístico; 20 - Celulose.

Fonte: Autores (2023).

Foram propostas 50 espécies arbóreas nativas que pertencem a 22 famílias botânicas, sendo 11 espécies da família Fabaceae. Dentre as espécies arbóreas, 33 são zoocóricas; 23 decíduas, 12 semidecíduas e 14 perenifólias; 18 são pioneiras, 19 secundárias iniciais e 13 secundárias tardias (Tabela 1).

Privilegiou-se grande diversidade de espécies e famílias botânicas, bem como outras características relevantes, as quais se somam para a provisão de serviços ambientais que

promoverão a restauração de APPs (SOUZA; PIÑA-RODRIGUES, 2013; MAYER, 2019; PADOVAN *et al.* (2022)).

Tabela 2. Espécies arbóreas nativas para composição de sistemas agroflorestais biodiversos no bioma Cerrado, visando a restauração de Áreas de Preservação Permanente, algumas características e possibilidades de uso econômico.

Nome comum	Nome comum	Família	CS	SD	Dec	Uso econômico
<i>Agonandra brasiliensis</i> Benth e Hook. F	Pau-marfim	Opiliaceae	PI	Zoo	D	1 - 3 - 4 - 10 - 11 - 16 - 21
<i>Anacardium humile</i> A.St.-Hil.	Cajuzinho	Anacardiaceae	PI	Zoo	D	4 - 5 - 6 - 7 - 10
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Angico	Fabaceae	SI	Ane/Au	D	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9
<i>Annona crassiflora</i> Mart.	Araticum, marolo	Annonaceae	PI	Zoo	D	1 - 3 - 4 - 6 - 10 - 11
<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart.	Guatambu	Apocynaceae	PI	Zoo	D	3 - 4 - 6 - 10 - 17
<i>Attalea phalerata</i> Mart. ex Spreng.	Bacuri	Arecaceae	SI	Zoo	P	1 - 2 - 4 - 5 - 6 - 10 - 11 - 12 - 13
<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.	Babaçu	Arecaceae	SI	Zoo	S	4 - 6 - 10 - 14 - 21
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	Cambuí	Myrtaceae	ST	Zoo	S	03 - 04 - 17 - 20
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	Murici-rosa	Malpighiaceae	PI	Zoo	S	1 - 3 - 5 - 10
<i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O.Berg	Gabiroba	Myrtaceae	PI	Zoo	S	10
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess	Pequi	Caryocaraceae	PI	Zoo	S	2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 10 - 12
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Guacatonga	Salicaceae	PI	Zoo	P	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 10 - 14
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro-rosa	Meliaceae	SI	Ane/Au	D	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 8 - 17
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Copaíba	Fabaceae	ST	Zoo	D	1 - 3 - 4 - 5 - 6 - 16 - 17
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Louro-pardo	Boraginaceae	SI	Ane/Zoo	D	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6
<i>Cordia sessilis</i> (Vell.) Kuntze	Marmelo	Rubiaceae	SI	Zoo	P	4 - 6 - 10
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Jacarandá-do-cerrado	Fabaceae	PI	Ane	D	1 - 3 - 6 - 16
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.	Maria-mole	Araliaceae	SI	Zoo	P	1 - 6 - 17
<i>Dipteryx alata</i>	Baru	Fabaceae	SI	Zoo	D	2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 10 - 17 - 18
<i>Eugenia dysenterica</i> (Mart.) DC.	Cagaita	Myrtaceae	PI	Zoo	D	2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 8 - 10 - 11
<i>Eugenia uruguavensis</i> Cambess.	Guamirim	Myrtaceae	ST	Zoo	P	10 - 17
<i>Ficus guaranitica</i> Chodat	Figueira-branca	Moraceae	SI	Zoo	NC	03 - 10 - 15
<i>Guapira areolata</i> (Heimerl) Lundell	Maria-mole	Nyctaginaceae	SI	Zoo	S	4
<i>Guibourtia hymenaeifolia</i> (Moric.) J. Léonard	Jatobá-mirim	Fabaceae	ST	Zoo	S	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 10 - 16 - 20
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Mangaba	Apocynaceae	PI	Zoo	S	2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 10 - 12
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	Alecrim	Fabaceae	ST	Zoo	D	4 - 6 - 19
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá	Fabaceae	ST	Au/Zoo	P	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 10 - 16 - 20
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	Jatobá-do-cerrado	Fabaceae	PI	Zoo	P	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 10 - 16
<i>Inga vera</i> Willd.	Ingá	Fabaceae	SI	Zoo	P	4 - 6 - 10 - 15 - 17
<i>Leptolobium dasycarpum</i> Vogel	Amargosinha	Fabaceae	ST	Au	S	17
<i>Luehea paniculata</i> Mart. & Zucc.	Acoita-cavalo	Malvaceae	SI	Ane/Au	D	1 - 3 - 4 - 6 - 13
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	Amora-branca	Moraceae	SI	Zoo	D	16
<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	Timbó	Sapindaceae	PI	Au	D	3 - 4 - 21
<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Butiti	Arecaceae	SI	Zoo	P	1 - 3 - 4 - 6 - 10 - 13 - 14 - 16 - 17 - 18
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Capororoca	Primulaceae	SI	Zoo	P	2 - 3 - 4 - 5 - 11
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Canafistula	Fabaceae	SI	Au/Zoo	D	2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 8
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	Vinhático-do-cerrado	Fabaceae	PI	Ane	D	3 - 4 - 5 - 6 - 8 - 16 - 20
<i>Rhammidium elaeocarpum</i> Reissek	Cabriteiro	Rhamnaceae	PI	Zoo	D	2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 10
<i>Salacia crassifolia</i> (Mart. ex Schult.) G.Don	Bacupari-do-cerrado	Celastraceae	ST	Zoo	D	04 - 06 - 10
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	Braúna	Anacardiaceae	ST	Au	S	04 - 14 - 16
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	Aroeira-pimenteira	Anacardiaceae	ST	Zoo	D	2 - 4 - 5 - 6 - 10 - 11 - 12
<i>Spondias mombin</i>	Taperebá	Anacardiaceae	ST	Zoo	P	1 - 3 - 4 - 5 - 6 - 10 - 20
<i>Spondias tuberosa</i> Atruda	Umbu	Anacardiaceae	PI	Au	S	4 - 10
<i>Syagrus oleracea</i>	Gueroba	Arecaceae	SI	Zoo	D	10
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Pindó	Arecaceae	SI	Zoo	P	3 - 4 - 5 - 6 - 10
<i>Syagrus oleracea</i>	Gueroba	Arecaceae	SI	Zoo	D	10
<i>Talisia esculenta</i> (Cambess.) Radlk.	Pitomba	Sapindaceae	ST	Zoo	P	2 - 3 - 10
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Peito-de-pombo	Anacardiaceae	PI	Zoo	D	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 20
<i>Xylopia aromatica</i>	Pimenta-de-macaco	Annonaceae	PI	Zoo	P	1 - 2 - 3 - 4 - 6 - 10 - 12 - 13 - 14 - 17 - 18
<i>Zevheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	Pau-íngada	Bigoniaceae	PI	Zoo	S	3 - 6

CS – Classes sucessionais: PI = pioneira; SI = secundária inicial; ST = secundária tardia; SD – **Síndromes de dispersão:** Ane = anemocórica; Au = autocórica; Zoo = zoocórica. **Dec – Deciduidade:** D = decídua; S = semidecídua; P = perene. NC = não classificada; **Uso econômico:** 1 - Artesanal; 2 - Forrageiro; 3 - Madeireiro; 4 - Medicinal; 5 - Melífero; 6 - Ornamental; 7 - Resina; 8 - Tanífero; 9 - Tóxico para animais; 10 - Alimentício; 11 - Cortiça; 12 - Condimento; 13 - Fibra; 14 - Cosmético; 15 - Latex; 16 - Tintorial; 17 - Oleaginoso; 18 - Aromático; 19 - Cultural/Ritualístico; 20 - Celulose.

Fonte: Autores (2023).

As espécies arbóreas nativas propostas pertencem a 22 famílias botânicas, sendo 12 espécies são da família Fabaceae; 38 espécies são zoocóricas; 23 decíduas, 12 semidecíduas e 14 perenifólias; 19 são pioneiras, 19 secundárias iniciais e 12 secundárias tardias (Tabela 2).

As espécies arbóreas nativas propostas para recuperação de APPs em ecótono entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado (Tabela 1 – 50 espécies), bem como para o bioma Cerrado (Tabela 2 – 50 espécies), representam 56% superior ao que foi constatado por Paulus *et al.* (2016), num estudo realizado em Mato Grosso do Sul envolvendo sistemas agroflorestais implantados com o propósito de recuperação de áreas degradadas e produção de alimentos, considerando o SAF com maior diversidade de arbóreas (32 espécies).

Tendo em vista que 66% e 76% das espécies arbóreas propostas são zoocóricas (Tabelas 1 e 2, respectivamente), privilegiou-se, a atração de dispersores de propágulos visando aumentar a diversidade de espécies nos sistemas a serem implantados.

De acordo com Fifanou *et al.* (2011), as espécies arbóreas frutíferas nativas exercem importante papel ao atraírem animais que adentram nos SAFs para se alimentarem e, ao mesmo tempo, levam sementes impregnadas no corpo ou no trato intestinal. Os autores ressaltam que esses animais propiciam a entrada de novos propágulos no sistema a custo zero, o que garante a evolução, fortalecendo o processo da sucessionalidade nesses sistemas.

Optou-se pela predominância de espécies pioneiras e secundárias iniciais, compreendendo a 74% (Tabela 1) e 76% (Tabela 2), para que haja o rápido crescimento das arbóreas, favorecendo o desencadeamento de outros processos naturais que contribuem para a restauração desses passivos ambientais (CAMPOS FILHO; SARTORELLI, 2015; PADOVAN *et al.*, 2018, 2022).

A elevada quantidade de espécies decíduas e semidecíduas propostas para compor os SAFs (70% – Tabelas 1 e 2) fortalece o processo de produção de grandes quantidades de material orgânico nesses agroecossistemas, representado por folhas, flores, frutos e galhos, os quais são triturados e decompostos por organismos presentes no solo e na serapilheira, fortalecendo a ciclagem de nutrientes e formação de matéria orgânica, que são estratégicos para a melhoria de atributos físicos e químicos do solo (COSTA *et al.*, 2010; MICCOLIS *et al.*, 2016; PADOVAN *et al.*, 2022).

Dentre as espécies arbóreas propostas, 22% e 24% são da família Fabaceae (Tabelas 1 e 2, respectivamente), as quais, se associam simbioticamente a microorganismos, viabilizando a fixação biológica de nitrogênio, contribuindo para disponibilizar grandes quantidades desse nutriente no solo para absorção pelas espécies presentes nos sistemas, reduzindo custos, haja vista que esse elemento é um dos mais requeridos para a nutrição vegetal (ÁVILA *et al.*, 2011).

As espécies arbóreas nativas propostas serão dispostas em 9 (nove) linhas de 100 m cada, cujo distanciamento será de 11m entre elas e 2,5 m entre as árvores. Considerando uma área de 100 x 100m (1 hectare), cada linha de arbóreas deve conter 40 indivíduos,

totalizando 360 árvores nativas por hectare, correspondendo a 7,2 indivíduos arbóreos, em média, de cada espécie.

Os sistemas agroflorestais propostos devem pautar-se em técnicas e práticas agroecológicas, conforme recomendadas por Altieri e Nicholls (2011), Miccolis *et al.* (2016) e Padovan *et al.* (2022).

Parte das espécies arbóreas nativas indicadas são frutíferas, as quais serão destinadas, também, para fins de geração de renda e devem ser implantadas em linhas nas entrelinhas das nativas destinadas à melhoria ambiental, espaçadas em 11m. Assim, cada sistema proposto terá 18 linhas de arbóreas nativas, o que compreende a 18 entrelinhas com 5,5 m cada. Na Tabela 3 são listadas as espécies propostas para a geração de renda, os espaçamentos para os respectivos cultivos, a densidade de plantas por hectare, as produções estimadas e os preços previstos para comercialização da produção.

Tabela 3. Espécies vegetais destinadas à geração de renda e indicadores técnicos envolvendo sistemas agroflorestais propostos para a restauração de Áreas de Preservação Permanente.

Unidade	Nome Popular	Nome Científico	Espaç. (m)	Densidade ⁽¹⁾	Produt. (kg)	Preço (kg)
SAF 1	Abacaxi	<i>Ananas comosus</i> var. <i>comosus</i>	1,0 x 0,40	10.800	1,000	RS3,00
	Açafrão	<i>Curcuma longa</i> L.	0,4 x 0,25	54.000	0,250	RS3,00
	Barú	<i>Dipteryx alata</i>	6,00 x 6,00	48	24,00	RS1,00
	Feijão Caupi	<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp	0,5 x 0,30	78.921	0,072	RS3,00
	Inhame	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	1,0 x 0,39	15.390	1,400	RS2,50
	Jabuticaba	<i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel	5,00 x 5,00	60	10,00	RS2,10
	Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	5,00 x 6,00	48	10,000	RS2,00
	Jenipapo	<i>Genipa americana</i>	5,00 x 6,00	48	8,000	RS2,10
	Melância	<i>Citrullus lanatus</i>	2,5 x 3,0	240	42,50	RS1,50
	Moranga	<i>Cucurbita maxima</i> Duch	2,5 x 2,5	1.920	11,253	RS2,50
	SAF 2	Abóbora	<i>Cucurbita</i> ssp.	2,5 x 2,5	1.560	11,25
Araçá		<i>Psidium cattleianum</i>	5,00 x 10,00	30	5,000	RS2,50
Araticum		<i>Rollinia sylvatica</i>	2,5 x 2,7	48	10,00	RS1,80
Banana		<i>Musa</i> spp.	3,0 x 2,5	120	24,00	RS1,50
Barú		<i>Dipteryx alata</i>	6,00 x 6,00	48	24,00	RS1,00
Batata doce		<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	1,0 x 0,30	29.970	0,50	RS2,00
Gengibre		<i>Zingiber officinalis</i> L.	1,0 x 0,20	19.500	0,20	RS3,00
Mandioca		<i>Manihot esculenta</i> Crantz	1,0 x 0,7	6.390	1,57	RS2,50
Mangaba		<i>Hancornia speciosa</i>	6,00 x 6,00	48	20,00	RS2,50
Milho verde		<i>Zea mays</i> L.	1,0 x 0,20	63.000	0,05	RS2,50
Pequi		<i>Caryocar brasiliense</i>	6,00 x 6,00	48	15,00	RS2,80
Quiabo	<i>Abelmoschus esculentus</i> s (L.) Moench	1,0 x 0,40	11.250	0,40	RS2,50	

SAF 1 – Ecótono entre Cerrado e Mata Atlântica. SAF 2 – Bioma Cerrado. (1) Quantidade de plantas dentro de cada sistema.

Fonte: Autores (2023).

As espécies herbáceas de ciclo anual entrarão na composição dos sistemas do 1º ao 4º ano, visando gerar renda, processo que será fortalecido por algumas espécies perenes que iniciam seu ciclo produtivo nesse período (Quadro 1). A partir do 5º ano só permanecerão nos sistemas as espécies frutíferas perenes, que visam, além da geração de renda, favorecerem processos naturais e, conseqüentemente, a recuperação das áreas degradadas durante a vigência do projeto.

O cultivo das espécies herbáceas deverá ser realizado nas entrelinhas das arbóreas, conforme espaçamentos e densidades apresentados na Tabela 3. Cada sistema proposto

Quadro 2. Indicadores técnicos e custos para implantação dos sistemas agroflorestais propostos para a restauração de Áreas de Preservação Permanente, com geração de renda.

INVESTIMENTO FIXO							
Item	Unidade	Saf 1			Saf 2		
		Valor unitário	Quant.	Valor	Valor unitário	Quant.	Valor
INVESTIMENTO MAQUINARIO/ ALUGADO	Hectare	15.000	1	15.000,00	15.000	1	15.000,00
<i>Preparo do solo</i>							
Análise do solo completa	Unid.	56,00	1	56,00	56,00	1	56,00
Subsolagem	HM	95,00	2	190,00	95,00	2	190,00
Calagem	HM	95,00	1	95,00	95,00	1	95,00
Gradagem (incorporação de calcário) 1x	HM	95,00	1	95,00	95,00	1	95,00
Gradagem de Nivelamento 1x	HM	95,00	1	95,00	95,00	1	95,00
Sulcamento (linha de arbóreas nativas)	HM	95,00	1	95,00	95,00	1	95,00
Subtotal				626,00			626,00
MÃO DE OBRA							
Marcação da área	HD	70,00	1	70,00	70,00	1	70,00
Coveamento	HD	70,00	12	840,00	70,00	12	840,00
Transporte das mudas	HD	70,00	2	140,00	70,00	2	140,00
Plantio de espécies nativas	HD	70,00	1	70,00	70,00	1	70,00
Adubação, plantio e replantio das mudas e	HD	70,00	5	350,00	70,00	5	350,00
Aplicação de isca natural formicida	HD	70,00	1	70,00	70,00	1	70,00
Subtotal				1.540,00			1.540,00
INSUMOS							
Corretivos	t	150,00	2	300,00	150,00	2	300,00
Adubo	t	340,00	1	340,00	340,00	1	340,00
Adubo	t	1.640,00	1	1.640,00	1.640,00	1	1.640,00
Adubo	t	4.880,00	1	4.880,00	4.880,00	1	4.880,00
<i>Mudas + 10 % de perda</i>							
Abacaxi	uni.	0,25	22.000	6.050,00			
Abóbora	mil				396,00	4	1.742,24
Açafrão	t	5.500,00	0,60	3.630,00			
Araça	uni				3,50	30	115,50
Araticum	uni				2,50	48	132,00
Banana	uni				7,00	120	924,00
Baru	uni	12,00	48	792,00	12,00	48	792,00
Batata doce	m ²				110,00	8	968,00
Feijão Caupi	kg	60,00	20	132,00			
Gengibre	t				3.000,00	2	6.600,00
Inhame	t	4.500,00	1	4.950,00			
Jabuticaba	uni	20,00	60	1.320,00			
Jatobá	uni	38,00	48	2.006,40			
Jenipapo	uni	31,00	48	1.638,80			
Mandioca	m ³				45,00	5	247,50
Mangaba	uni				25,00	48	1.320,00
Maracujá	uni	12,00	120	1.584,00			
Melância	mil	60,00	1	66,00			
Milho verde	kg				6,00	20	132,00
Moranga	mil	396,00	3	1.306,80			
Pequi	uni				10,00	48	528,00
Quiabo	mil				2,50	27	74,25
Isca natural formicida	kg	39	2	78,00	39	2	78,00
<i>Ferramentas e utensílios</i>							
Pulverizador costal	unid.	209,9	2	419,80	209,9	2	419,80
Subtotal				31.133,80			21.233,29
CUSTO TOTAL				33.299,80			23.399,29

Fonte: Autores (2023).

Conforme Arco-Verde e Amaro (2014), esses custos geralmente são elevados em função da aquisição de insumos e da mão de obra demandada para a implantação desses sistemas.

Na composição dos investimentos fixos, o preparo de solo corresponde a R\$ 626,00, enquanto a mão de obra demanda R\$ 1.540,00 em ambos os sistemas (Quadro 2). Na fase de preparo de solo, que corresponde à aração, gradagem e incorporação de calcário, nesses

gastos foram previstos pagamentos de serviços com maquinários e implementos apenas no ano implantação dos sistemas.

Para a implantação dos sistemas, os gastos com a mão de obra são menores quando comparado com os anos posteriores. Utiliza-se mão de obra para poucas atividades, como a demarcação da área e coveamento para plantio de espécies perenes. Já as atividades previstas para os anos seguintes compreendem manutenção dos canteiros, capinas, adubações, desbastes, podas, colheita e lavagem dos produtos colhidos, entre outras, baseado na diária média de um prestador de serviços (R\$ 70,00).

Conforme consta no quadro 2, os insumos previstos oneram os custos no ano de implantação, demandando R\$ 31.133,80 no SAF 1 e R\$ 21.233,29 no SAF 2. Esse resultado é justificado pela aquisição de fertilizantes, sementes, isca formicida e, principalmente, as mudas. Os maiores gastos para o SAF 1 são representados pelas mudas de abacaxi (R\$ 6.050,00), rizoma de inhame (R\$ 4.950,00) e rizoma de açafrão (R\$ 3.630,00), enquanto no SAF 2 envolvem o rizoma de gengibre (R\$ 6.600,00), sementes de abóbora (R\$ 1.742,24) e mudas de mangaba (R\$ 1.320,00).

Esses custos podem ser bastante reduzidos se os agricultores já possuírem materiais de propagação oriundos de outras áreas da propriedade, como mudas de abacaxi e de banana, rizomas de inhame e açafrão, ramas de batata doce e de mandioca, entre outros.

Fluxo de Caixa

No fluxo de caixa apresentado nas tabelas 4 e 5, constata-se que os sistemas agroflorestais propostos apresentam estimativas de receitas satisfatórias ao longo do horizonte de 20 anos, especialmente considerando que o foco principal é a restauração de APPs, gerando receitas positivas que estimulam os agricultores a continuarem cuidando dos sistemas.

De acordo com Santos *et al.* (2019), essa é a função do fluxo de caixa elaborado antes de empreender, para ajudar a planejar as despesas e receitas que um empreendimento terá ou poderá ter, para um período determinado de tempo, levando ao conhecimento dos agricultores e outros tomadores de decisão sobre a perspectiva que o projeto poder proporcionar, sem necessitar de ajudas externas, como, por exemplo, empréstimo, ou seja, evitando surpresas desagradáveis na saúde financeira.

Tabela 4. Fluxo de caixa referente ao Sistema Agroflorestal 1 durante a vigência do projeto (20 anos), que visa a restauração de Áreas de Preservação Permanente no ecótono entre o Cerrado e Mata Atlântica.

ANO	(+)RC	(-)TSRC	(-)CT/DV	(=)MC	(-)CT/DF	(=)LAJIR	(-)IR	(=)LOL	(+)DP	(=)FCO	(-)IF	IC	(=)FCL	(-)AJ	(=)FCP
0			33.299,80									110.474,38	-110.474,38		-110.474,38
1	42.312,58	973,19	20.080,44	21.258,95	56,10	21.202,85		21.202,85		21.202,85			21.202,85	692,56	20.510,29
2	56.246,46	1.293,67	22.311,69	32.641,10	288,97	32.352,13	712,83	31.639,30	199,31	31.838,61	1.678,46		30.160,15	692,56	29.467,59
3	30.256,92	695,91	15.307,82	14.253,19	288,97	13.964,22	-666,26	14.630,49	199,31	14.829,80			14.829,80	692,56	14.137,23
4	35.944,92	826,73	15.508,84	19.609,35	288,97	19.320,38	-264,55	19.584,93	199,31	19.784,24			19.784,24	692,56	19.091,68
5	2.604,00	59,89	490,00	2.054,11	288,97	1.765,14	-1.581,19	3.346,33	199,31	3.545,64			3.545,64	692,56	2.853,08
6	4.908,00	112,88	455,00	4.340,12	288,97	4.051,15	-1.409,74	5.460,89	199,31	5.660,20			5.660,20	692,56	4.967,64
7	4.908,00	112,88	455,00	4.340,12	288,97	4.051,15	-1.409,74	5.460,89	199,31	5.660,20			5.660,20	692,56	4.967,64
8	6.674,40	153,51	525,00	5.995,89	288,97	5.706,92	-1.285,56	6.992,48	199,31	7.191,79	83,92		7.275,71	692,56	6.583,15
9	5.817,60	133,80	595,00	5.088,80	288,97	4.799,83	-1.353,59	6.153,42	199,31	6.352,73	1.678,46		4.674,27	692,56	3.981,71
10	7.077,60	162,78	595,00	6.319,82	288,97	6.030,85	-1.261,27	7.292,11	199,31	7.491,42			7.491,42	692,56	6.798,86
11	7.077,60	162,78	595,00	6.319,82	288,97	6.030,85	-1.261,27	7.292,11	199,31	7.491,42			7.491,42	692,56	6.798,86
12	7.077,60	162,78	595,00	6.319,82	288,97	6.030,85	-1.261,27	7.292,11	199,31	7.491,42			7.491,42	692,56	6.798,86
13	7.077,60	162,78	595,00	6.319,82	288,97	6.030,85	-1.261,27	7.292,11	199,31	7.491,42			7.491,42	692,56	6.798,86
14	7.077,60	162,78	595,00	6.319,82	288,97	6.030,85	-1.261,27	7.292,11	199,31	7.491,42			7.491,42	605,99	6.885,43
15	7.077,60	162,78	595,00	6.319,82	288,97	6.030,85	-1.261,27	7.292,11	199,31	7.491,42			7.491,42	519,42	6.972,00
16	7.077,60	162,78	595,00	6.319,82	288,97	6.030,85	-1.261,27	7.292,11	199,31	7.491,42	83,92		7.575,34	432,85	7.142,49
17	7.077,60	162,78	595,00	6.319,82	288,97	6.030,85	-1.261,27	7.292,11	199,31	7.491,42			7.491,42	346,28	7.145,14
18	7.077,60	162,78	595,00	6.319,82	288,97	6.030,85	-1.261,27	7.292,11	199,31	7.491,42			7.491,42	259,71	7.231,71
19	7.077,60	162,78	595,00	6.319,82	288,97	6.030,85	-1.261,27	7.292,11	199,31	7.491,42			7.491,42	173,14	7.318,28
20	7.077,60	162,78	595,00	6.319,82	288,97	6.030,85	-1.261,27	7.292,11	199,31	7.491,42		110.474,38	7.491,42	86,57	7.404,85

Legenda: RBV = Receita bruta de vendas; TSRC = Tributos sobre a receita; CT/DV = Custos e despesas variáveis totais; MC = Margem de contribuição; CT/DF = Custos e despesas fixas totais; LAJIR = Lucro antes dos juros e imposto de renda; IR = Imposto de renda; LOL = Lucro operacional líquido; DP = Depreciação; FCO = Fluxo de caixa operacional; IF = Investimentos fixos; IC = Investimentos circulantes; FCL = Fluxo de caixa livre; AJ = Amortização de juros – PRONAF Floresta; FCP = Fluxo de caixa do produtor.

Fonte: Autores (2023).

Tabela 5. Fluxo de caixa referente ao Sistema Agroflorestal 2 durante a vigência do projeto (20 anos) que visa a restauração de Áreas de Preservação Permanente no bioma Cerrado.

ANO	(+)RC	(-)TSRC	(-)CT/DV	(=)MC	(-)CT/DF	(=)LAJIR	(-)IR	(=)LOL	(+)DP	(=)FCO	(-)IF	IC	(=)FCL	(-)AJ	(=)FCP
0			23.399,29									110.474,38	-110.474,38		-110.474,38
1	50.110,92	1.152,55	25.563,49	23.394,88	56,10	23.338,78		23.338,78		23.338,78			23.338,78	692,56	22.646,22
2	45.039,69	1.035,91	21.292,27	22.711,50	288,97	22.422,53	-31,89	22.454,42	199,31	22.653,73	1.678,46		20.975,27	692,56	20.282,71
3	32.444,30	746,22	15.326,14	16.371,94	288,97	16.082,97	-507,36	16.590,33	199,31	16.789,64			16.789,64	692,56	16.097,07
4	34.105,48	784,43	14.765,10	18.555,95	288,97	18.266,98	-343,56	18.610,54	199,31	18.809,85			18.809,85	692,56	18.117,29
5	8.313,00	191,20	2.118,43	6.003,37	288,97	5.714,40	-1.285,00	6.999,40	199,31	7.198,71			7.198,71	692,56	6.506,15
6	11.985,00	275,66	1.692,13	10.017,22	288,97	9.728,25	-983,96	10.712,21	199,31	10.911,52			10.911,52	692,56	10.218,96
7	9.969,00	229,29	1.685,83	8.053,88	288,97	7.764,91	-1.131,21	8.896,12	199,31	9.095,43			9.095,43	692,56	8.402,87
8	11.169,00	256,89	1.676,38	9.235,73	288,97	8.946,76	-1.042,57	9.989,34	199,31	10.188,65	83,92		10.272,57	692,56	9.580,00
9	11.169,00	256,89	1.655,32	9.256,79	288,97	8.967,82	-1.040,99	10.008,82	199,31	10.208,13	1.678,46		8.529,67	692,56	7.837,10
10	11.169,00	256,89	1.649,02	9.263,09	288,97	8.974,12	-1.040,52	10.014,64	199,31	10.213,95			10.213,95	692,56	9.521,39
11	11.169,00	256,89	1.642,72	9.269,39	288,97	8.980,42	-1.040,05	10.020,47	199,31	10.219,78			10.219,78	692,56	9.527,22
12	11.169,00	256,89	1.636,42	9.275,69	288,97	8.986,72	-1.039,58	10.026,30	199,31	10.225,61			10.225,61	692,56	9.533,05
13	11.169,00	256,89	1.630,12	9.281,99	288,97	8.993,02	-1.039,10	10.032,13	199,31	10.231,44			10.231,44	692,56	9.538,87
14	11.169,00	256,89	1.609,06	9.303,05	288,97	9.014,08	-1.037,52	10.051,61	199,31	10.250,92			10.250,92	605,99	9.644,93
15	11.169,00	256,89	1.609,06	9.303,05	288,97	9.014,08	-1.037,52	10.051,61	199,31	10.250,92			10.250,92	519,42	9.731,50
16	11.169,00	256,89	1.578,46	9.333,65	288,97	9.044,68	-1.035,23	10.079,91	199,31	10.279,22	83,92		10.363,14	432,85	9.930,29
17	11.169,00	256,89	1.578,46	9.333,65	288,97	9.044,68	-1.035,23	10.079,91	199,31	10.279,22			10.279,22	346,28	9.932,94
18	11.169,00	256,89	1.572,16	9.339,95	288,97	9.050,98	-1.034,76	10.085,74	199,31	10.285,05			10.285,05	259,71	10.025,34
19	11.169,00	256,89	1.565,86	9.346,25	288,97	9.057,28	-1.034,28	10.091,57	199,31	10.290,88			10.290,88	173,14	10.117,74
20	11.169,00	256,89	1.559,56	9.352,55	288,97	9.063,58	-1.033,81	10.097,39	199,31	10.296,70		110.474,38	10.296,70	86,57	10.210,13

Legenda: RBV = Receita bruta de vendas; TSRC = Tributos sobre a receita; CT/DV = Custos e despesas variáveis totais; MC = Margem de contribuição; CT/DF = Custos e despesas fixas totais; LAJIR = Lucro antes dos juros e imposto de renda; IR = Imposto de renda; LOL = Lucro operacional líquido; DP = Depreciação; FCO = Fluxo de caixa operacional; IF = Investimentos fixos; IC = Investimentos circulantes; FCL = Fluxo de caixa livre; AJ = Amortização de juros – PRONAF Floresta; FCP = Fluxo de caixa do produtor.

Fonte: Autores (2023).

Além das receitas positivas previstas ao longo do projeto, os fluxos de caixa apresentados nas tabelas 4 e 5 também demonstram valores das receitas brutas de vendas, custos e despesas fixas e variáveis, tributos, investimentos fixos e circulantes, depreciação e outros elementos indispensáveis para uma avaliação prévia da viabilidade ou não do projeto planejado.

Quanto ao fluxo de caixa ao produtor (Tabelas 4 e 5), observa-se que os maiores valores são constatados do 1º ao 4º ano dos sistemas, uma vez que concentra a produção das culturas de ciclo anual e decaem a partir do 5º ano, porém permanecem em níveis satisfatórios até o período previsto para o término do projeto (20 anos). Esse processo se dá devido à dependência total das espécies frutíferas perenes, exceto a bananeira, para a geração de renda.

Na Tabela 6 são apresentados os valores previstos inerentes às receitas brutas, custos e geração de caixa. Destaca-se, que as receitas superam os custos em ambos os sistemas. As espécies perenes contribuem positivamente com maiores valores no fluxo de caixa em relação às culturas anuais e bianual, com destaque para o baru – R\$ 45.669,20; açafraão – R\$ 31.822,72; moranga – R\$ 29.175,60 e inhame – R\$ 22.926,61 no SAF 1. Enquanto no SAF 2, o baru – R\$ 61.472,20; banana – R\$ 57.851,09; mandioca – R\$ 19.991,11 e abóbora – R\$ 19.399,73 apresentam os maiores fluxos de caixa.

Tabela 6. Receita bruta de vendas, custos com mão de obra e insumos e as gerações de caixa envolvendo diferentes espécies vegetais em dois sistemas agroflorestais propostos para restauração de Áreas de Preservação Permanente.

Unidade	Produtos	Receitas	Custos	Custos com	Geração de
		Brutas	Insumos	mão de obra	caixa
RS					
SAF 1	Abacaxi	18.225,00	10.148,52	1.911,00	6.165,48
	Açafraão	40.500,00	4.363,04	4.314,24	31.822,72
	Barú	56.352,00	3.997,80	6.685,00	45.669,20
	Feijão Caupi	17.801,25	2.858,55	5.186,80	9.755,90
	Inhame	31.420,00	4.339,90	4.153,49	22.926,61
	Jaboticaba	20.538,00	398,40	2.502,50	17.637,10
	Jatobá	12.192,00	429,60	2.541,00	9.221,40
	Jenipapo	15.321,60	367,20	2.961,00	11.993,40
	Melância	10.851,39	4.407,75	5.558,34	885,29
	Moranga	44.325,24	7.574,82	7.574,82	29.175,60
Totais	267.526,48	38.885,58	43.388,20	185.252,70	
SAF 2	Abóbora	36.045,33	8.698,83	7.946,78	19.399,73
	Araçá	3.993,75	586,12	2.275,00	1.132,63
	Araticum	14.515,20	429,60	1.981,00	12.104,60
	Banana	82.800,00	16.878,61	8.070,30	57.851,09
	Barú	70.440,00	3.997,80	4.970,00	61.472,20
	Batata doce	23.364,25	9.656,75	7.663,64	6.043,86
	Gengibre	15.210,00	2.534,00	2.534,00	10.142,00
	Mandioca	25.050,00	1.956,48	3.102,41	19.991,11
	Mangaba	15.960,00	429,60	2.576,00	12.954,40
	Milho verde	31.422,56	5.371,70	8.052,80	17.998,06
	Pequi	4.300,80	383,58	3.311,00	606,22
Quiabo	14.062,50	3.368,85	3.366,30	7.327,35	
Totais	337.164,39	54.291,92	55.849,23	227.023,24	

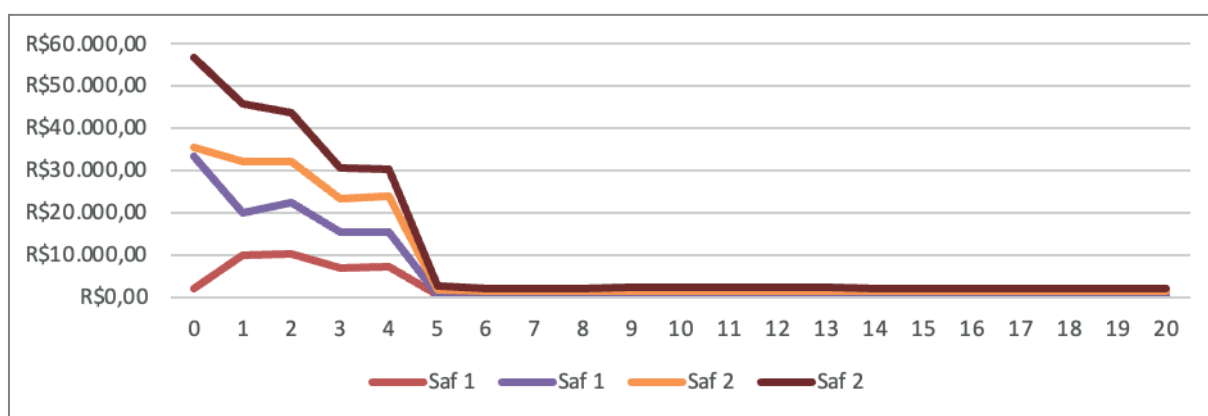
Fonte: Autores (2023).

Do ponto de vista ambiental, Porro e Miccolis (2011) ressaltam que os SAFs propiciam condições para o uso racional dos recursos naturais, provendo grande diversidade de serviços ambientais fundamentais para a restauração de áreas degradadas. Já em relação ao aspecto econômico, estes sistemas possuem melhor relação custo-benefício quando comparados à restauração florestal convencional devido aos múltiplos benefícios, incluindo-se o aproveitamento dos produtos comercializáveis (MMA, 2014). Ressalta-se, também, que a produção diversificada alivia a sazonalidade de algumas culturas, fenômeno comum no setor agropecuário, aumentando a produção de alimentos e a renda dos agricultores (STEENBOCK *et al.*, 2013).

Os custos de implantação e condução mostram-se distintos entre os SAFs propostos, sendo o SAF 2 um pouco mais elevado que SAF 1 (Tabela 6; Figura 1), subsidiando os agricultores na escolha de qual arranjo de sistema agroflorestal seria mais adequado à sua realidade. De acordo com Baquero (1986), ao avaliar a análise econômico-financeira, os agricultores identificam os diferentes custos das atividades, assim como o tempo de retorno do investimento, permitindo, caso necessário, alterar (incluir ou excluir) espécies e produtos, formas de manejo da área, tipos de insumos ou equipamentos que seriam usados. É importante destacar que dessa forma se torna possível prever a rentabilidade financeira do projeto, já que ao comparar os resultados da análise financeira com outros investimentos, os agricultores têm opções para escolher qual a atividade mais rentável (CASTILLO, 2000).

Na Figura 1 são apresentados os custos relativos à mão de obra e insumos previstos ao longo de 20 anos para os sistemas agroflorestais propostos.

Figura 1. Custos previstos com insumos e mão-de-obra para implantação e condução de dois sistemas agroflorestais biodiversos propostos para restauração de Áreas de Preservação Permanente.



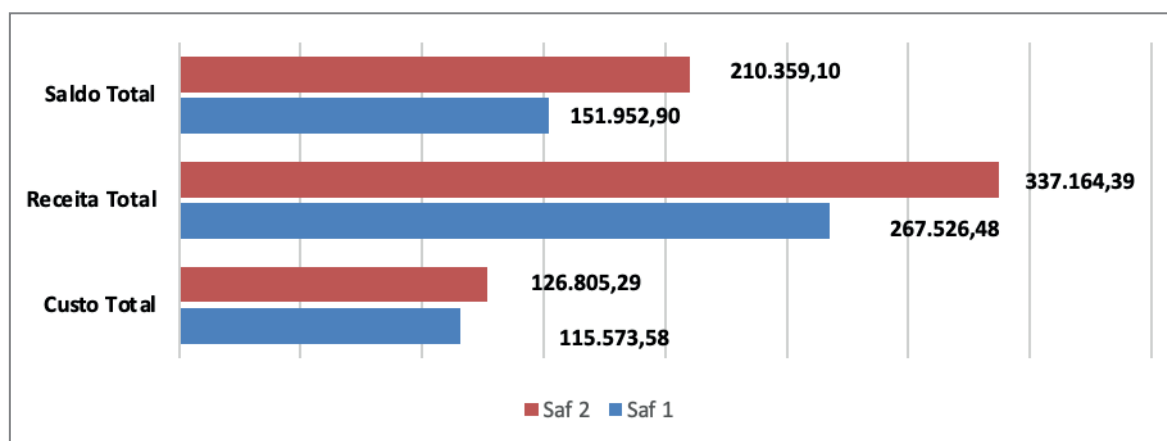
Fonte: Autores (2023).

A Figura 1 mostra maiores custos referentes à mão de obra e insumos nas fases iniciais de ambos os sistemas, decrescendo nos anos posteriores. Entretanto, no SAF 2 esses valores são mais altos. Essa mesma tendência foi constatada por Alencar (2018), Martinelli *et al.* (2019), Mayer (2019), Paulus *et al.* (2021) e Padovan *et al.* (2022), cujos primeiros quatro

anos apresentaram altos custos de mão de obra e insumos, devido aos elevados gastos que demandam a fase de implantação dos sistemas e sua condução nos primeiros anos. Porém, após o 5º ano há acentuada queda na demanda, pois, restarão somente as frutíferas nativas perenes produzindo nos sistemas, e as despesas a partir desse estágio serão decorrentes, majoritariamente, para a manutenção das espécies perenes e as colheitas.

Conforme apresentado na Figura 2, o SAF 2 destaca-se, com melhor rendimento ao longo 20 anos do projeto, contudo, ambos apresentam renda líquida positiva no final, com valores de R\$ 210.359,10 para o SAF 2 e R\$ 151.952,90 para o SAF 1, sendo, portanto, viáveis economicamente. Dessa forma, ambos os arranjos de SAFs propostos se constituem em opções atrativas aos agricultores familiares para restauração de Áreas de Preservação Permanente.

Figura 2. Resumo dos valores para receitas, despesas e saldos finais de arranjos agrofloreais biodiversos propostos visando a restauração de Áreas de Preservação Permanente.



Fonte: Autores (2023).

Além dos resultados econômicos e ecológicos favoráveis, destaca-se, também, a possibilidade de implantação do baru nesses sistemas, que é uma espécie típica do cerrado e tem sido ameaçada em função dos desmatamentos. A sua implantação em áreas degradadas é estratégica para a recomposição florestal (POTT; POTT, 2003) e ainda possui alto valor de mercado, tornando-se, um fator adicional para incluí-la em projetos com esse propósito.

Na Tabela 7 são apresentados mais alguns resultados de indicadores financeiros que confirmam a viabilidade financeira dos sistemas agrofloreais propostos.

Tabela 7. Resultados da aplicação de técnicas de avaliação do investimento em sistemas agroflorestais propostos para restauração em Áreas de Preservação Permanente.

Técnicas de Investimento	Sistema Agroflorestal		Unidade
	1	2	
Valor Presente Líquido (VPL)	39.614,98	27.409,31	R\$ ha-1 ano-1
Taxa Interna de Retorno (TIR)	2,99%	4,57%	% a.a.
Índice de Lucratividade (IL)	10,02	6,03	R\$
Payback atualizado	2,00	3,31	Anos
Relação Benefício/Custo (B/C)	2,11	1,79	R\$
Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE)	4.344,63	3.006,02	R\$ ha-1 ano-1
Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM)	7,78%	6,65%	% a.a.

Fonte: Autores (2023).

Tendo em vista que o *payback* atualizado é o período de recuperação do capital investido, o SAF 1 demoraria 2 anos e o SAF 2 precisaria de 3,31 anos para que o lucro líquido acumulado ultrapasse o investimento (Tabela 7). Ou seja, considerando que esses arranjos de SAFs propostos destinam-se à restauração de APPs, a perspectiva é excelente para a obtenção de lucro líquido em poucos anos.

Num estudo desenvolvido por Paulus *et al.* (2021), envolvendo SAF com alta diversidade de espécies arbóreas nativas (32 sp.), identificaram que demoraria 10 anos para recuperar o capital investido. Assim, neste estudo prevê-se a obtenção do *payback* em 20% (SAF 1) e 33,1% (SAF 2) desse tempo, o que pode estimular os agricultores a adotarem esses sistemas e implementarem um processo que pode ser qualificado como recuperação produtiva.

Ressalta-se, que em SAFs voltados à produção envolvendo culturas perenes, ou mesmo em monocultivos perenes, sem hortaliças, o tempo de retorno financeiro do investimento é mais provável de acontecer depois do terceiro ano em diante após a implantação, quando geralmente, se iniciam as produções de frutas de boa qualidade genética, como é o caso do *payback* observado nas análises financeiras realizadas por Cordeiro e Silva (2010), Arco-Verde e Amaro (2014), Cruz Aguilar *et al.* (2016) e Queiroz *et al.* (2017).

No entanto, como se trata de restauração de APPs, apesar das boas perspectivas ao adotar arranjos de SAFs como estes propostos nesse estudo, ressalta-se, que há necessidade de fomentos por meio de políticas públicas para apoiar os agricultores que se dispõem a restaurar esses passivos ambientais com SAFs, os quais, produzirão serviços ambientais que beneficiarão toda a sociedade, uma vez que, os benefícios monetários atualmente são poucos. Ou seja, praticamente são remunerados somente pelos produtos que comercializam (PADOVAN *et al.* (2019a, b; 2022).

Ao longo dos 20 anos de condução dos sistemas propostos, a relação B/C estimada para o SAF 1 e SAF 2 foi superior a um, significando que os sistemas podem propiciar retornos monetários líquidos de R\$ 1,11, R\$ 0,79, respectivamente. Esses resultados mostram coerência com o de Paraense *et al.* (2013), que identificaram retornos líquidos de R\$ 1,07

para cada unidade monetária investida, atestando, assim, a viabilidade econômica desses sistemas (Tabela 7).

Quanto ao VPL, o valor foi de R\$ 39.614,98 para o SAF 1, enquanto o SAF 2 corresponde a R\$ 27.409,31. De acordo com esse indicador, partindo de um fluxo de caixa, por meio de entradas e despesas que se desconta o investimento inicial do projeto, o Valor Presente Líquido é atualizado no instante inicial (ARCO-VERDE; AMARO, 2014). Quando esse é superior a zero, diz-se, que o projeto apresenta viabilidade financeira (BÖRNER, 2009). Portanto, os SAFs propostos são viáveis financeiramente, já que apresentam VPL positivos, entretanto, o SAF 1 se apresentou melhor (Tabela 7).

A taxa interna de retorno do investimento (TIR) referente ao SAF 1 é de 2,99%, enquanto que, do SAF 2 corresponde a 4,57% (Tabela 7). Segundo Pereira e Almeida (2008), a TIR pode ser utilizada na comparação entre dois ou mais projetos de investimentos. Nesse caso, o projeto que apresentar o maior valor da TIR será economicamente mais atraente. Assim, dentre os SAFs propostos, o SAF 2 é o mais indicado financeiramente.

O índice de lucratividade (IL) é uma medida de quanto se espera ganhar por unidade de capital investido, em termos presentes. Os valores são de R\$ 10,02 – SAF 1 e R\$ 6,03 – SAF 2, gerando um IL de R\$ 9,02 e R\$ 5,03, respectivamente, demonstrando que o SAF 1 foi superior nesse índice. Outros dois indicadores também foram valorados, sendo o VAUE e TIRM, respectivamente, para o SAF 1 (R\$ 4.344,63 – 7,78%) e SAF 2 (R\$ 3.006,02 – 6,65%), apontando que ambos os sistemas foram viáveis, entretanto, o SAF 2 apresenta uma atuação um pouco superior (Tabela 7).

Nesse contexto, considerando os resultados estimados com os sistemas agroflorestais propostos, representam uma grande oportunidade para a agricultura familiar, pois, além dos benefícios ambientais amplamente difundidos na literatura (FIFANOU *et al.*, 2011; SOUZA; PIÑA-RODRIGUES, 2013; PADOVAN *et al.*, 2019a,b), entre outros autores, contribuem para a segurança alimentar e geração de renda das famílias agricultoras, que são estratégicos para sua sustentabilidade no meio rural, além de fornecerem produtos para os mercados locais (PADOVAN *et al.*, 2019a; PADOVAN, 2022; FELIPE *et al.*, 2023).

■ CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os arranjos de sistemas agroflorestais biodiversos propostos para restauração de Áreas de Preservação Permanente são formados por grande diversidade de espécies arbóreas nativas e de famílias botânicas, de diferentes grupos sucessionais; há predominância de zocóricas, leguminosas, decíduas e semidecíduas. Assim, fortalece-se, a provisão de serviços ambientais, como: ciclagem de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio; melhorias dos atributos do solo; aumento da decomposição de material orgânico e formação de matéria

orgânica no solo; incrementos no equilíbrio biológico e polinização, entre outros processos naturais, acelerando a restauração de passivos ambientais.

Os SAFs propostos atendem ao Código Florestal Brasileiro como opção para restauração de APPs, pois, possuem características para proverem grande diversidade de serviços ambientais que potencializam a recuperação dessas áreas.

A indicação de arranjos de SAFs para a restauração de APPs subsidiará agricultores e técnicos da extensão rural em tomadas de decisões inerentes à escolha mais coerente com seus objetivos, aos agentes creditícios (bancos e cooperativas de crédito) para orientar as operacionalizações de financiamentos, bem como, aos governos (federal, estaduais e municipais) na elaboração ou aprimoramento de políticas públicas e/ou implementação de projetos que apoiem os agricultores na adoção desses sistemas para diminuição dos passivos ambientais no Brasil.

Os arranjos de SAFs propostos para restauração de APPs também podem ser adotados como sistemas de produção, envolvendo alta diversidade de espécies arbóreas nativas e de culturas agrícolas para a geração contínua de renda, visando a diversificação da matriz de produção agropecuária, fora de áreas de passivos ambientais.

Os maiores custos inerentes aos sistemas agroflorestais propostos, ocorrem nos primeiros quatro anos em função das demandas de insumos e mão de obra associados, majoritariamente, às culturas de ciclo anual e bianual nesse período.

Quando a família agricultora possui mão de obra suficiente para atender às demandas dos sistemas agroflorestais, reduz-se, a necessidade de recursos financeiros a ser desembolsado e, ao mesmo tempo, remunera os serviços dos envolvidos nas diferentes fases desses sistemas.

A compra de mudas, sementes, rizomas e fertilizantes representa elevados custos na implantação e condução dos sistemas agroflorestais propostos, o que mostra a importância da produção local de insumos, como composto orgânico e vermicomposto, bem como, a produção de mudas e demais materiais de propagação, como rizomas e sementes, de pelo menos parte das espécies a serem implantadas nos SAFs, reduzindo custos e aumentando as possibilidades no fluxo de caixa mais positivos aos agricultores que adotam esses sistemas.

Os arranjos de sistemas agroflorestais propostos para a restauração de APPs apresentam potencial para serem viáveis economicamente, conforme demonstrado pelo *payback* atualizado, já nos primeiros anos após a implantação, o que estimula os agricultores a adotá-los, constituindo-se em importantes opções para restauração desses passivos ambientais e à mudança da paisagem rural, fortalecendo a agrobiodiversidade.

■ REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, P. R.; PEREIRA, Z. V.; MARTINELLI, G. C.; MAYER, T. S.; GONÇALVES, C. B. Q.; PADOVAN, M. P. Arranjos de sistemas agroflorestais biodiversos para restauração de Áreas de Reserva Legal com viabilidade socioeconômica. **Research, Society and Development**, v. 11, p. e240111436239, 2022.
- ALENCAR, A. O. **Arranjos de sistemas agroflorestais biodiversos para recuperação de áreas de reserva legal**. 2018. 52 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Geral-Bioprospecção) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados.
- ALMEIDA, A. S. **Percepção de serviços ecossistêmicos por agricultores familiares na Amazônia Oriental: subsídios para a restauração florestal**. 2019. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal do Pará, Belém, PA.
- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. O potencial agroecológico dos sistemas agroflorestais na América Latina. **Agriculturas**, v. 8, n. 2, p. 31-34, jun. 2011.
- ARCO-VERDE, M. F.; AMARO, G. C. **Análise financeira de sistemas produtivos integrados**. Colombo/PR: Embrapa Florestas, 2014. 74 p. (Embrapa Florestas Documentos, 274).
- ARMENGOT, L.; BARBIERI, P.; ANDRES, C.; MILZ, J.; SCHNEIDER, M. Cacao agroforestry systems have higher return on labor compared to full-sun monocultures. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 36, n. 4, 10 p., 2016.
- ÁVILA, A. L.; ARAUJO, M. M.; LONGHI, S. J.; GASPARIN, E. Caracterização da vegetação e espécies para recuperação de mata ciliar, Ijuí, RS. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 2, p. 251-260, 2011.
- BAQUERO, H. I. Evaluación económica de proyectos agroforestales. In: TALLER SOBRE DISEÑO ESTADÍSTICO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROYECTOS AGROFORESTALES, 1986, Curitiba. **Taller sobre...** Curitiba: FAO para América Latina y Caribe, 1986. 142 p.
- BÖRNER, J. Serviços ambientais e adoção de sistemas agroflorestais na Amazônia: elementos metodológicos para análises econômicas integradas. In: PORRO, R. (Ed.). **Alternativa agroflorestal na Amazônia em transformação**. Parte 3, cap. 2. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 411-434
- BRASIL. **Novo Código Florestal Brasileiro**: Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Disponível em: <http://saema.com.br/files/Novo%20Codigo%20Florestal.pdf>. Acesso: 10 mar. 2022.
- CAMPOS FILHO, E. M.; SARTORELLI, A. R. **Guia de árvores com valor econômico**. São Paulo: Agroicone, 2015. 139 p.
- CASTILLO, W. G. Como aplicar los conceptos de costo de oportunidad y costobeneficio para la toma de decisiones en la producción agroforestal? **Agroforestería en las Américas**, v. 7, n. 28, p. 26-28, 2000.
- CERDA, R.; DEHEUVELS, O.; CALVACHE, D.; NIEHAUS, L.; SAENZ, Y.; KENT, J.; VILCHEZ, S.; VILLOTA, A.; MARTINEZ, C.; SOMARRIBA, E. Contribution of cocoa agroforestry systems to family income and domestic consumption: looking toward intensification. **Agroforestry Systems**, v. 88, n. 6, p. 957-981, 2014.

- CHACEL, F. C. **Espécies arbóreas em Sistemas Agroflorestais no Distrito Federal, Brasil**. 2018. 237 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade de Brasília, Brasília.
- CORDEIRO, S. A.; DA SILVA, M. L. Rentabilidade e risco de investimento na produção de palmito de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth.). **Cerne**, v. 16, n. 1, p. 53-59, 2010.
- COSTA, C. C. A.; CAMACHO, R. G. V.; MACEDO, I. D.; SILVA, P. C. M. Análise comparativa da produção de serapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de caatinga na flora de Açú-RN. **Revista Árvore**, v. 34, n. 2, p. 259-265, 2010.
- CRUZ AGUILAR, R.; LEOS RODRÍGUEZ, J. A.; URIBE GÓMEZ, M.; RENDÓN MEDEL, R. Evaluación financiera y socioeconómica del sistema agroforestales tradicional café-plátano-cítricos en Tlapacoyan, Veracruz. **Revista Mexicana de Ciências Agrícolas**, n. 16, p. 3287-3299, 2016.
- CULLEN JR, L.; BELTRAME, T. P.; LIMA, J. F.; PADUA, C. V.; PADUA, S. M. Trampolins ecológicos e zonas de benefício múltiplo: ferramentas agroflorestais para a conservação de paisagens rurais fragmentadas na Floresta Atlântica Brasileira. **Revista Natureza & Conservação**, v. 1, n. 1, p. 37-46, 2003.
- EVERITT, B. S. **The Cambridge Dictionary of Statistics**. 2. ed. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press, 2002. 410 p.
- FELIPE, R. T. A.; RAYOL, B. P.; VASCONCELOS, B. N. F.; SALES, E. F.; PENEIREIRO, F. M.; FRANCO, F. S.; FONSECA, F. D.; NOBRE, H. G.; SIDDIQUE, I.; PADOVAN, M. P.; KATO, O. R.; SÁ, T. D. A.; STEENBOCK, W. Sistemas agroflorestais agroecológicos: trajetórias, perspectivas e desafios nos territórios do Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 18, n. 1, p. 9-43, 2023.
- FERNANDES, S. S. L.; SANTIAGO, E. F.; PADOVAN, M. P.; CARNEIRO, L. F.; VIRGINIO FILHO, E. M. Serviços ambientais culturais e de suporte: percepção por agricultores familiares em sistemas agroflorestais do Brasil e Costa Rica. **Research, Society and Development**, v. 9, p. e11691210783, 2020.
- FERREIRA, P. I.; GOMES, J. P.; BATISTA, F.; BERNARDI, A. P.; COSTA, N. C. F.; BORTOLUZZI, R. L. C.; MANTOVANI, A. Espécies potenciais para recuperação de áreas de preservação permanente no planalto catarinense. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 2, p. 173-182, 2013.
- FIFANOU, V. G.; OUSMANE, C.; GAUTHIER, B.; BRICE, S. Traditional agroforestry systems and biodiversity conservation in Benin (West Africa). **Agroforest Systems**, v. 82, p. 1-13, 2011.
- FLORA DO BRASIL**. 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso: 20 fev. 2021.
- GANDOLFI, S.; LEITÃO FILHO, H.F.; BEZERRA, C.L.F. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta estacional semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos-SP, v. 55, n. 4, p. 753-767, 1995.

GARCIA, L. T.; PAULUS, L. A. R.; FERNANDES, S. S. L.; ARCO-VERDE, M. F.; PADOVAN, M. P.; PEREIRA, Z. V. Viabilidade financeira de sistemas agroflorestais biodiversos no Centro Oeste Brasileiro. **Research, Society and Development**, v. 10, p. e47210413682, 2021.

LEITAO, 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**, v. 18, p. 191-220, 2022.

MARQUES, W. L. **Controladoria contábil - o caminho para o empreendedor de sucesso**. São Paulo, Lisboa: Clubedeautores/Agbook/Bubok, 2011. 678 p.

MARTINELLI, G. C.; SCHLINDWEIN, M. M.; PADOVAN, M. P.; GIMENES, R. M. T. Decreasing uncertainties and reversing paradigms on the economic performance of agroforestry systems in Brazil. **Land Use Policy**, v. 80, p. 274-286, 2019.

MARTINS, T. P.; RANIERI, V. E. L. Sistemas Agroflorestais como alternativa para Áreas de Reservas Legais. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 3, p. 79-96, 2014.

MAYER, T. S. **Sistemas agroflorestais biodiversos: alternativa viável para recuperação de passivos ambientais**. 2019. 80 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Geral) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados.

MICCOLIS, A.; PENEIREIRO, F. M.; MARQUES, H. R.; VIEIRA, D. L. M.; ARCO-VERDE, M. F.; HOFFMANN, M. F.; REHDER, T.; PEREIRA, A. V. B. **Restauração ecológica com Sistemas Agroflorestais: como conciliar conservação com produção**. Opções para Cerrado e Caatinga. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza – ISPN/Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal – ICRAF, 2016. 100 p.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. (PPCerrado) – **Plano de Ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no cerrado: 2ª fase (2014-2015)**. Brasília, 2014. 132 p.

NASCIMENTO, D. R.; ALVES, L. N.; SOUZA, M. L. Implantação de sistemas agroflorestais para a recuperação de áreas de preservação permanente em propriedades familiares rurais da região da Transamazônica, Pará. **Agricultura familiar: pesquisa, formação e desenvolvimento**, v. 13, n. 2, p. 103-120, 2019.

NASCIMENTO, J. S.; PEREIRA, Z. V.; FERNANDES, S. S. L.; PADOVAN, M. P. Riqueza e estrutura de sistemas agroflorestais biodiversos contribuem para a recuperação de áreas degradadas. In: ZUFO, A. M.; AGUILERA, J. G. (Org.). **Agricultura 4.0**. 4 ed., Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2020. p. 26-45.

PADOVAN, M. P. Agroecologia, agricultura familiar e o desenvolvimento local e regional sustentável. In: CARDOSO, R.; QUINTELA, J. B. (Org.). **Open Science Research IX**. 1 ed. Guarujá, SP: Editora Científica Digital, 2022, v. 9, p. 1372-1394.

PADOVAN, M. P.; CARDOSO, I. M.; PEREIRA, Z. V.; SOARES, J. A. B. Sistemas agroflorestais no Brasil: desafios, demandas e perspectivas. In: EYNG, C.; KUHN, O. J.; SILVA, N. L. S.; STANGARLIN, J. R.; RORATO, D. G. (Org.). **Ciências agrárias: ensino, cooperativismo, segurança alimentar e sucessão na agricultura**. 1ed. Marechal Cândido Rondon: CCA, 2019a, v. 1, p. 68-84.

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. 18 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 16).

PADOVAN, M. P.; PEREIRA, Z. V.; SERRANO, M. R. Panorama dos sistemas agroflorestais biodiversos em Mato Grosso do Sul. **Revista GeoPantanal**, n. 30, p. 102-112, 2021.

PADOVAN, M. P.; CARDOSO, I. M.; PEREIRA, Z. V. & SOARES, J. A. B. Sistemas agroflorestais no Brasil: desafios, demandas e perspectivas. In: EYNG, C.; KUHN, O. J.; SILVA, N. L. S.; STANGARLIN, J. R. & RORATO, D. G. (Org.). **Ciências agrárias: ensino, cooperativismo, segurança alimentar e sucessão na agricultura**. Marechal Cândido Rondon: CCA, 2019a. p. 68-84.

PADOVAN, M. P.; PEREIRA, Z. V.; NASCIMENTO, J. S.; SOARES, J. A. B.; FERNANDES, S. S. L.; ALVES, J. C.; AGOSTINHO, P. R. Potencial de sistemas agroflorestais biodiversos em processos de restauração ambiental. In: RODRIGUES, T. A.; NETO, J. L. (Org.). **Competência Técnica e Responsabilidade Social e Ambiental nas Ciências Agrárias**. 1 ed.: Atena Editora, 2019b. p. 127-136.

PADOVAN, M. P.; PEREIRA, Z. V.; FERNANDES, S. S. L. Espécies arbóreas nativas pioneiras em sistemas agroflorestais biodiversos. **Revista GeoPantanal**, v. 24, p. 53-68, 2018.

PARAENSE, V. C.; MENDES, F. A. T.; FREITAS, A. D. D. Avaliação econômica de sistemas agroflorestais de cacau e mogno na transamazônica: um estudo de caso. **Enciclopédia biosfera**, v. 9, n. 16, p. 2754-2764, 2013.

PAULUS, L. A. R.; PEREIRA, Z. V.; ARCO-VERDE, M. F.; LINE, J. D. B.; PADOVAN, M. P.; SANTOS, M. A. R. Viabilidade financeira de arranjos agroflorestais biodiversos: estudo de casos no Mato Grosso do Sul, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, p. e370101016593, 2021.0

PAULUS, L. A. R.; PEREIRA, Z. V.; PADOVAN, M. P.; MOTTA, I. S.; LINÊ, J. D. B.; LOBTSCHENKO, G.; AMARAL-SILVA, J.; SILVA, E. P. Estrutura da vegetação arbustivo-arbórea em diferentes sistemas agroflorestais biodiversos no Território do Vale do Ivinhema, no Estado de Mato Grosso do Sul. **Cadernos de Agroecologia**, v. 11, n. 2, 2016.

PENEIREIRO, F. M.; RODRIGUES, F. Q.; BRILHANTE, M. O.; ROSARIO, A. A. S.; QUEIROZ, J. B. N.; BRILHANTE, N. A.; LUDEWIGS, T. **Introdução aos sistemas agroflorestais: um guia técnico**. Rio Branco, AC: EDUFAC, 2005. 76 p.

PEREIRA, W. A. ALMEIDA, L. S. Método Manual para Cálculo da Taxa Interna de Retorno. **Revista Objetiva**, p. 38-50, 2008.

PIOVESAN, J. C.; R. HATAYA, P. I. N.; CMPARA MIMITE, D. M. G.; RIGUEIRA, E.; SOBREETO, M. Processos ecológicos e a escala da paisagem como diretrizes para projetos de restauração ecológica. **Revista Caititu**, v. 1, n. 1, p. 57-72, 2013.

PORRO, R.; MICCOLIS, A. (org). **Políticas Públicas para o Desenvolvimento Agroflorestal no Brasil**. Belém: ICRAF, 2011. 80 p.

POTT, A.; POTT, V. J. Espécies de fragmentos florestais em Mato Grosso do Sul. In: COSTA, R. B. (Org.). **Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na Região Centro-Oeste**. Campo Grande: UCDB, 2003. p. 1-25.

QUEIROZ, J. F.; MANESCHY, R. Q.; AZEVEDO, R.; MARQUES, M. N. C.; CHAVES, T. H. M. Modelagem econômica de sistemas agroflorestais pecuários com ênfase na produção animal no bioma Amazônia. **Agroecossistemas**, v. 9, n. 1, p. 243–250, 2017.

RIBEIRO, J. F.; KUHLMANN, M.; OGATA, R. S.; OLIVEIRA, M. C.; VIEIRA, D. L. M.; SAMPAIO, A. B. **Guia de plantas do Cerrado para a recomposição da vegetação nativa**. Brasília, DF: Embrapa, 2022.

SANTOS, A. N.; PEREIRA, D. T. de; VICTOR, P. H. A.; BORGES, F. Q. Importância da gestão financeira para agricultura familiar em sistemas agroflorestais. **Revista Observatório de la Economía Latinoamericana**, 2019. Disponível em: <https://www.eumed.net/rev/oel/2019/02/gestao-financiera-agricultura.html/hdl.handle.net/20.500.11763/oel1902gestao-financiera-agricultura>. Acesso: 12 jun. 2023.

SOUZA, M. C. S.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Desenvolvimento de espécies arbóreas em sistemas agroflorestais para recuperação de áreas degradadas na Floresta Ombrófila Densa. Paraty, RJ. **Revista Árvore**, v. 37, n. 1, p. 89-98, 2013.

STEENBOCK, W.; SILVA, R. O.; FROUFE, L. C.M.; SEOANE, C. E. S. Agroflorestas e sistemas agroflorestais no espaço e no tempo. In: STEENBOCK, W.; COSTA E SILVA, L.; SILVA, R. O.; RODRIGUES, A. S.; PEREZ-CASSARINO, J.; FONINI, R. **Agrofloresta, ecologia e sociedade**, 2013, p. 39-60.

STIGLER, S. M. Regression toward the mean, historically considered. **Statistical Methods in Medical Research**, v. 6, n. 2, p. 103-114, 1997.

UPTON, G.; COOK, I. **Oxford Dictionary of Statistics**, OUP, 2006.

VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants**. 3rd ed. Berlin: Springer-Verlag, 1982. 215 p.

ZAVALA, C. B. R.; FERNANDES, S. S. L.; PEREIRA, Z. V.; SILVA, S. M. Análise fitogeográfica da flora arbustivo-arbórea em ecótono no planalto da Bodoquena, MS, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 27, p. 907-921, 2017.