

Modelo de Arranjo Agroflorestal Biodiverso para Restauração Ecológica de Áreas de Preservação Permanente, com Geração de Renda



OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agropecuária Oeste
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

DOCUMENTOS 146

Modelo de Arranjo Agroflorestal Biodiverso para Restauração Ecológica de Áreas de Preservação Permanente, com Geração de Renda

*Milton Parron Padovan
Tatiana da Silva Mayer
Zefa Valdivina Pereira*

***Embrapa Agropecuária Oeste
Dourados, MS
2022***

Embrapa Agropecuária Oeste
BR 163, km 253,6
Trecho Dourados-Caarapó
79804-970 Dourados, MS
Caixa Postal 449
Fone: (67) 3416-9700
www.embrapa.br/
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade

Presidente
Walder Antonio Gomes de Albuquerque Nunes

Secretária-Executiva
Silvia Mara Belloni

Membros
*Alexandre Dinnys Roese, Auro Akio Otsubo,
Claudio Lazzarotto, Danilton Luiz Flumignan,
Eliete do Nascimento Ferreira, Guilherme
Lafourcade Asmus, José Rubens Almeida
Leme Filho, Marciana Retore e Tarcila Souza
de Castro Silva*

Supervisão editorial
Eliete do Nascimento Ferreira

Revisão de texto
Eliete do Nascimento Ferreira

Normalização bibliográfica
Silvia Mara Belloni

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Eliete do Nascimento Ferreira

Fotos da capa
Milton Parron Padovan

1ª edição
Publicação digital (2022): PDF

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Agropecuária Oeste

Padovan, Milton Parron

Modelo de arranjo agroflorestal biodiverso para restauração ecológica de Áreas de Preservação Permanente, com geração de renda / Milton Parron Padovan, Tatiana da Silva Mayer, Zefa Valdivina Pereira. – Dourados, MS : Embrapa Agropecuária Oeste, 2022.

PDF (37 p.) : il. color. – (Documentos / Embrapa Agropecuária Oeste, ISSN 1679-043X ; 146).

1. Sistemas Agroflorestal biodiverso (SAF). 2. Área de Preservação Permanente (APP) – Restauração. 3. Espécie Arbórea nativa – Cerrado. I. Mayer, Tatiana da Silva. II. Pereira, Zefa Valdivina. III. Embrapa Agropecuária Oeste. IV. Título. V. Série.

Autores

Milton Parron Padovan

Biólogo, pós-doutor em Agroecologia, pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

Tatiana da Silva Mayer

Bióloga, mestre em Biologia Geral/Bioprospecção pela Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS.

Zefa Valdivina Pereira

Bióloga, pós-doutora em Ecologia da Restauração, professora adjunta da Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS.

Apresentação

A partir do Cadastro Ambiental Rural (CAR) identificaram-se passivos ambientais inerentes a Áreas de Preservação Permanentes (APPs) em todas as regiões do Brasil, os quais têm sido objeto de ações que visam recuperá-los com o intuito de incrementar a sustentabilidade da agricultura brasileira.

Pelos altos custos para a sua implantação e manutenção, é de fundamental importância encontrar uma forma de estimular o interesse dos produtores na adoção de metodologias que contribuam nessa restauração.

Os sistemas agroflorestais biodiversos se apresentam como uma alternativa, pois se revestem de grande importância, possibilitando a melhoria ambiental em função do fortalecimento de diversos processos naturais, e também geram renda para custear a restauração de APPs e garantir superávits para os produtores.

Nesta publicação, propõe-se um arranjo de sistema agroflorestal biodiverso de múltiplos propósitos, elaborado a partir de estudos multidisciplinares, visando à restauração de APPs, seguindo-se preceitos da Agroecologia e, ao mesmo tempo, produzir alimentos saudáveis e gerar renda continuamente.

Assim, a Embrapa Agropecuária Oeste e a Universidade Federal da Grande Dourados esperam, com esta iniciativa, contribuir com produtores rurais, agentes públicos e privados de assistência técnica, agentes de crédito (bancos e cooperativas), bem como governos (federal, estaduais e municipais), para subsidiar tomadas de decisões assertivas.

Espera-se, ao mesmo tempo, contribuir para a sustentabilidade da agricultura brasileira, em benefício da sociedade, bem como para o alcance de metas que compõem os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU (ONU, 2019), como: ODS 2 – Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável; ODS 12 – Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis; ODS 13 – Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos; e ODS 15 – Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.

Harley Nonato de Oliveira
Chefe-Geral

Sumário

Resumo	9
Introdução	10
Metodologia.....	13
Resultados e Discussão.....	32
Referências	33

Resumo

Os sistemas agroflorestais biodiversos (SAFs) possuem grande potencial para a restauração ecológica de áreas degradadas. Esses sistemas podem se apresentar como uma alternativa promissora à recuperação de passivos ambientais, pois também produzem alimentos e geram renda, simultaneamente. Nesse contexto, desenvolveu-se um trabalho de modelagem visando propor um arranjo de SAF destinado à restauração ecológica de Áreas de Preservação Permanente (APPs) em ambientes de transição entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica, com solos de baixa fertilidade natural, bem drenados e que apresentassem retorno econômico. O arranjo agroflorestal foi concebido com apoio de um grupo de pesquisadores, professores, extensionistas rurais e agricultores que atuam, de diferentes formas, com sistemas agroflorestais. Esse SAF foi composto por 50 espécies arbóreas nativas, pertencentes a 27 famílias botânicas e com características que favorecem processos naturais e, conseqüentemente, a restauração de APPs, mas também com o intuito de produzir alimentos. As arbóreas nativas são arrançadas com espécies herbáceas e arbustivas (11), sendo a maioria exóticas, visando à segurança alimentar e à geração de renda às famílias agricultoras. A partir daí, foram estimados os custos, as produtividades e as receitas. Na sequência, estimou-se a viabilidade econômico-financeira durante um período de 20 anos (2021–2041), adotando-se a planilha AmazonSAF v 4-2,5 como ferramenta para a entrada de dados referentes às espécies vegetais utilizadas. O sistema agroflorestal proposto apresenta potencial de recuperação de APPs, face à alta diversidade de espécies arbóreas nativas e de famílias botânicas; equilíbrio entre as espécies arbóreas pioneiras, secundárias iniciais e secundárias tardias; predominância de espécies decíduas e semidecíduas, bem como de espécies zoocóricas; boa quantidade de espécies fixadoras de nitrogênio, entre outros atributos que favorecem processos naturais. O sistema agroflorestal proposto é viável economicamente, com previsão de retorno econômico positivo a partir do segundo ano de implantação.

Termos para indexação: sistemas agroflorestais em bases agroecológicas, restauração de áreas degradadas, recuperação produtiva.

Introdução

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) têm importante papel ambiental, contribuindo para a conservação da biodiversidade e a manutenção do equilíbrio ecológico, entre outros processos naturais de grande importância para a humanidade (Miccolis et al., 2016; Pereira et al., 2020). Entretanto, a cobrança por parte dos poderes públicos constituídos para tal (federal, estaduais e municipais) não tem se mostrado suficiente para garantir o cumprimento da legislação ambiental no que diz respeito à restauração dessas áreas. Esse problema tende a se agravar, em razão da pouca disponibilidade de áreas para os cultivos de subsistência das famílias e geração de renda, principalmente aqueles produtores que possuem pequenas áreas, ou aqueles que possuem médias a grandes áreas, mas com restrições naturais para sua exploração (Miccolis et al., 2016; Mayer, 2019; Pereira et al., 2020; Padovan et al., 2021). Os autores ressaltam que processos de recuperação só ocorrerão se os agricultores puderem agregar benefícios econômicos e sociais aos ganhos ambientais.

Na legislação brasileira prevê-se que todas as propriedades rurais reservem parte de suas áreas com cobertura florestal, ou seja, uma Reserva Legal, que representa uma parcela percentual do imóvel e que deve ser mantida com vegetação nativa. A quantidade de área que deve ser destinada à Reserva Legal varia de 20% a 80%, de acordo com a localização geográfica do imóvel rural e o bioma a que pertence. O Código Florestal prevê que as APPs possam ser incluídas no cálculo da Reserva Legal para imóveis com mais de quatro módulos fiscais, possibilitando, também, que essas áreas sejam recuperadas por meio de sistemas agroflorestais (BRASIL, 2012).

Face ao exposto, evidencia-se a importância de recuperar essas áreas, atribuindo-se funções mais adequadas ao uso humano para atender necessidades imediatas, como subsistência das famílias e geração de renda, além de restabelecer suas principais características concernentes aos serviços ambientais (Miccolis et al., 2016; Camargo et al., 2019; Padovan et al., 2019a,b; Padovan et al., 2021).

Miccolis et al. (2016) ressaltam que, apesar do crescente reconhecimento quanto à importância do envolvimento do ser humano para a sustentabilidade dos processos de restauração ecológica, muitas dessas iniciativas não levam em conta as necessidades e potencialidades das pessoas e comunidades que ocupam aquelas terras.

Em vista dos altos custos e falta de retorno financeiro de projetos de restauração com métodos convencionais, é preciso encontrar formas de restauração mais eficientes e que considerem as pessoas que habitam e, portanto, atuam sobre a paisagem, de forma a envolvê-las permanentemente na conservação, no manejo e na recuperação dos recursos naturais (May; Trovatto, 2008; Miccolis et al., 2016).

Apesar de produção de grande diversidade de serviços ambientais e, conseqüentemente, do seu potencial para restauração de áreas degradadas, participação na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, entre outros benefícios à toda a sociedade, os agricultores que possuem sistemas agroflorestais são compensados de forma incipiente, somente pelos produtos comercializados (Padovan et al., 2017a).

Uma opção para minimizar esse problema é o Pagamento por Serviços Ambientais (PSAs), que consiste em compensar o agricultor por meio de remuneração, desconto em impostos, abatimentos em juros de financiamentos, facilidades de acesso ao crédito e na comercialização da produção oriunda de SAFs, entre outras formas. No contexto mundial, a Costa Rica se destaca como pioneira no reconhecimento e aporte financeiro para PSAs a agricultores que possuem bosques e SAFs (Foleto; Leite, 2011).

Segundo Guedes e Seehusen (2011), esse processo ainda é incipiente no Brasil, porém há projetos e programas em alguns estados do País que destinam financiamentos para implantação, monitoramento, certificação e pagamentos por serviços ambientais prestados por sistemas agroflorestais.

No entanto, um aspecto importante que dificulta a adoção de SAFs é a carência de informações inerentes aos custos de implantação e manutenção, aliados à viabilidade econômica desses sistemas (Padovan et al., 2017b). Se o agricultor não vislumbrar perspectivas minimamente seguras de remuneração

dos seus serviços e retornos dos seus investimentos, ele não vai aderir à determinada atividade produtiva (Martinelli et al., 2019; Paulus et al., 2021).

Estudos realizados em sistemas agroflorestais biodiversos implantados por agricultores em diferentes regiões no Brasil mostraram algumas dificuldades de viabilidade financeira ao longo do tempo, sendo alguns sistemas durante os primeiros anos e outros depois de vários anos, por ocasião de mudanças nas espécies vegetais geradoras de renda (Francez; Rosa, 2011; Martinelli et al., 2019; Mayer, 2019; Garcia et al., 2021; Paulus et al., 2021).

A partir dos resultados desses estudos, desencadearam-se algumas discussões envolvendo representantes de instituições brasileiras, como o Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal (ICRAF Brasil), o Ministério do Meio Ambiente, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e a Universidade Federal do Paraná, culminando-se com o entendimento da necessidade de realizar estudos de modelagem de sistemas agroflorestais com múltiplos propósitos (restauração ambiental, produção de alimentos e geração de renda) a partir de conhecimentos existentes, com intuito de propor arranjos com média a alta diversidade de espécies vegetais. Assim, geram-se subsídios para tomadas de decisão inerentes a esses agroecossistemas, favorecendo produtores rurais de base familiar, empresas de assistência técnica oficial e privada, agentes de crédito (bancos e cooperativas), entidades públicas e governos (federal, estaduais e municipais), bem como organizações não governamentais.

Nesse contexto, desenvolveu-se um trabalho de modelagem visando propor um arranjo de sistema agroflorestal biodiverso destinado à restauração ecológica de APPs em ambientes de transição entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica, com solos de baixa fertilidade natural, bem drenados e com geração de renda.

Metodologia

Para propor um arranjo de sistema agroflorestal biodiverso, realizou-se um estudo teórico multidisciplinar, no qual levantou-se informações detalhadas sobre espécies arbóreas nativas destinadas à restauração ambiental e à geração de renda, bem como de culturas agrícolas. Ressalta-se que não foi validado em campo, uma vez que a maioria das espécies são perenes, necessitando de décadas para tal.

Visando compor o arranjo agroflorestal proposto para área de 1 hectare, seguiu-se o que preconiza o Código Florestal Brasileiro, optando-se por alta diversidade de espécies arbóreas nativas e de famílias botânicas (Brasil, 2012), que resultam em grande quantidade de características e possibilidades de interações bióticas e abióticas, as quais se somam para a restauração ecológica (Padovan et al., 2018b; Mayer, 2019; Padovan et al., 2019a).

Privilegiaram-se espécies de diferentes estágios sucessionais, com maior quantidade de pioneiras e secundárias iniciais, conforme preconizam Ferreira et al. (2013); zocóricas para atraírem dispersores de propágulos e família Fabaceae para fixação biológica de nitrogênio (Ávila et al., 2011) e decíduas para produção e disponibilização de elevadas quantidades de materiais orgânicos ao solo (Costa et al., 2010).

Dentre as espécies arbóreas nativas, parte é frutífera, as quais são destinadas à geração de renda às famílias agricultoras a partir do quinto ano após a implantação do SAF.

Visando propor as espécies vegetais produtoras de alimentos e geradoras de renda, foram realizadas reuniões envolvendo representantes da Embrapa Agropecuária Oeste, Universidade Federal da Grande Dourados, Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural e Associação de Produtores Orgânicos de Mato Grosso do Sul, que atuam com sistemas agroflorestais.

Para identificação dessas espécies vegetais, realizou-se pesquisa de mercado visando identificar 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.

Após a definição das espécies para a produção de alimentos e geração de renda, os respectivos espaçamentos e a quantidade de indivíduos no sistema, estimaram-se as demandas de insumos, os serviços de máquinas e a mão de obra para a composição de custos.

As produtividades das espécies vegetais foram estabelecidas baseando-se em pesquisas bibliográficas, tendo como fontes de consulta o Anuário da Agricultura Brasileira (Agriannual), do ano de 2020, e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), referente a 2020, além de dados médios dos estados de Mato Grosso do Sul e São Paulo.

As produtividades previstas foram ajustadas por especialistas que atuam com sistemas agrofloretais, considerando as peculiaridades de processos que podem ocorrer em arranjos agrofloretais 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.

O estabelecimento dos preços de venda dos produtos baseou-se em valores divulgados pelas Centrais de Abastecimento de Mato Grosso do Sul (Ceasa-MS), referentes a 2020, os quais também foram ajustados por especialistas da área de SAFs, para atender algumas especificidades, principalmente em Mato Grosso do Sul e São Paulo.

Para análise da funcionalidade e viabilidade financeira do arranjo de SAF proposto, 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).

Foi adotada a planilha AmazonSAF v 4-2,5 como ferramenta para a entrada de dados referentes às espécies vegetais utilizadas, compreendendo os custos, as produtividades, os valores de venda da produção e a especificação de coeficientes técnicos (Arco-Verde; Amaro, 2014, 2015).

Resultados e Discussão

Propôs-se um arranjo de sistema agroflorestal biodiverso composto por 50 espécies arbóreas nativas de diferentes grupos sucessionais, pertencentes a 27 famílias botânicas, sendo sete espécies da família Fabaceae, que são leguminosas fixadoras de nitrogênio (Tabela 1). Assim, busca-se favorecer processos naturais e, conseqüentemente, a restauração de APPs, mas também com intuito de contribuir para a produção de alimentos e geração de renda.

Prevê-se que as espécies arbóreas nativas para a melhoria ambiental e parte daquelas destinadas à geração de renda devem ser implantadas em linhas, espaçadas em 10 m, com 2,5 m entre cada indivíduo arbóreo. As demais espécies arbóreas nativas para fins alimentícios e renda, bem como a bananeira, devem ser implantadas nas entrelinhas das nativas, intercalando-as, com espaçamento de 10 m entre as linhas, conforme o croqui a seguir, que representa parte da área, porém não em escala real. A parte representada no croqui se repete várias vezes, até completar a área total do SAF, que corresponde a 1 ha (Figura 1).

O sistema agroflorestal proposto fundamenta-se nas práticas, nos processos e nas técnicas agroecológicas preconizadas por Altieri e Nicholls (2011), Miccolis et al. (2016) e Padovan et al. (2019a).

A diversidade de famílias e de espécies indicadas para compor o SAF contempla características semelhantes a sistemas naturais com vegetação nativa. Assim, enfatiza-se a importância da riqueza e abundância como indicadores para a manutenção da diversidade, potencializando várias interações ecológicas, principalmente as que envolvem espécies atrativas de vertebrados dispersores de propágulos, exercendo papel fundamental para a continuidade dos processos sucessionais (Teixeira et al., 2013; Padovan et al., 2018b).

Tabela 1. Espécies arbóreas nativas indicadas para compor sistemas agroflorestais biodiversos em Áreas de Preservação Permanente no ecótono entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica.

Nome popular	Nome científico	Família	CS	SD	Dec
Cabeça-de-negro	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Malvaceae	PI	Au/Zo	D
Cabriteiro	<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	Ramnaceae	PI	Zo	D
Peito-de-pombo	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae	PI	Zo	D
Araticum	<i>Annona coriacea</i> Mart.	Annonaceae	SI	Zo	D
Angico	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Fabaceae	SI	An/Au	D
Amora-branca	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Donex Steud.	Moraceae	SI	Zo	D
Canafistula	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Fabaceae	SI	Au/Zo	D
Cedro-rosa	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Meliaceae	SI	An/Au	D
Ipê-branco	<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	Bignoniaceae	SI	An	D
Louro-pardo	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Bignoniaceae	SI	An/Zo	D
Timbó	<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	Sapindaceae	SI	An	D
Umbu	<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	Anacardiaceae	SI	Zo	D
Alecrim	<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	Fabaceae	ST	Zo	D
Guarita	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Anacardiaceae	ST	An	D
Ipê-roxo	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Bignoniaceae	ST	An	D
Sarandi	<i>Pleradenophora membranifolia</i> (Müll. Arg.) Esser & A.L. Melo	Euphorbiaceae	PI	Au	NC
Capitão	<i>Terminalia argentea</i> Mart.	Combretaceae	SI	An	NC

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Nome popular	Nome científico	Família	CS	SD	Dec
Cambuí	<i>Psidium sartorianum</i> (O.Berg) Nied.	Myrtaceae	SI	Zo	NC
Figueira-branca	<i>Ficus guaranitica</i> Chodat	Moraceae	SI	Zo	NC
Peroba	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll. Arg.	Apocynaceae	ST	An	NC
Pacari	<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	Lythraceae	ST	An/Au	NC
Pau-marfim	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	Rutaceae	ST	An/Zo	NC
Uvaia	<i>Eugenia myrcianthes</i> Nied.	Myrtaceae	ST	Zo	NC
Aroeira Pimenteira	<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	Anacardiaceae	PI	Zo	P
Embaúba	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Urticaceae	PI	Zo	P
Guaçatonga	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Salicaceae	PI	Zo	P
Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Myrtaceae	PI	Zo	P
Sangra d'água	<i>Croton urucurana</i>	Euphorbiaceae	PI	Au	P
Baru, Cumbaru	<i>Dipteryx alata</i> Vogel	Fabaceae	SI	Au/Zo	P
Capororoca	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Primulaceae	SI	Zo	P
Ingá	<i>Inga vera</i> Willd.	Fabaceae	SI	Zo	P
Maria-mole	<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.	Araliaceae	SI	Zo	P
Marmelo	<i>Cordia sessilis</i> (Vell.) Kuntze	Rubiaceae	SI	Zo	P
Pindó	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Arecaeae	SI	Zo	P
Pequi	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess	Caryocaraceae	SI	Zo	P

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Nome popular	Nome científico	Família	CS	SD	Dec
Aguai	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	Sapotaceae	ST	Zo	P
Buriti	<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	Arecaeae	ST	Zo	P
Butiá	<i>Butia eriospatha</i> (Mart. ex Drude) Becc	Arecaeae	ST	Zo	P
Guamirim	<i>Eugenia florida</i> DC.	Myrtaceae	ST	Zo	P
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Fabaceae	ST	Au/Zo	P
Jequitibá-rosa	<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	Lecythidaceae	ST	An	P
Jabuticaba	<i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel	Myrtaceae	ST	Zo	P
Pitomba	<i>Talisia esculenta</i> (Cambess.) Radlk.	Sapindaceae	ST	Zo	P
Murici-rosa	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	Malpighiaceae	PI	Zo	S
Jenipapo	<i>Genipa americana</i> L.	Rubiaceae	SI	Zo	S
Mangaba	<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Apocynaceae	SI	Zo	S
Maria-mole	<i>Guapira areolata</i> (Heimerl) Lundell	Nyctaginaceae	SI	Zo	S
Pau-terra-grande	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Volchisiaceae	SI	An	S
Catiguá	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	Meliaceae	ST	Zo	S
	<i>Guibourtia hymenaeifolia</i> (Moric.) J. Léonard	Fabaceae	ST	Zo	S

Nota: Classes sucessionais (CS): PI = pioneira; SI = secundária inicial; ST = secundária tardia; Síndromes de dispersão (SD): An = anemocórica; Au = autocórica; Zo = zoocórica. Deciduidade (Dec): D = decídua; S = semidecídua; P = perene. NC = não classificada.

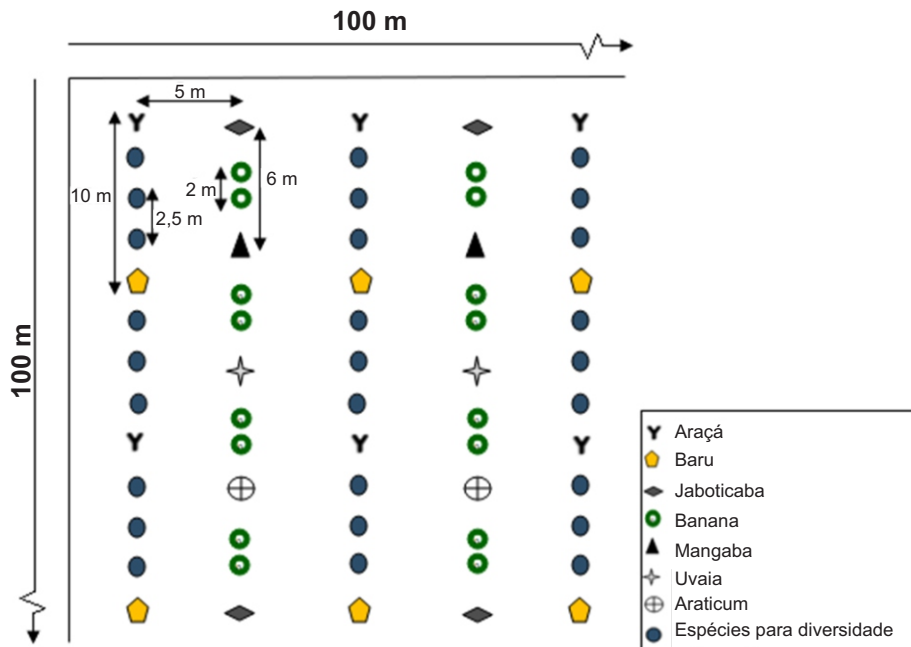


Figura 1. Croqui parcial de um arranjo agroflorestal biodiverso proposto para Áreas de Preservação Permanente em ecótono entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica.

Ilustração: Tatiana da Silva Mayer

Altieri e Nicholls (2011) e Padovan et al. (2019b) ressaltaram que a adoção de grande diversidade de espécies arbustivas e arbóreas em um ambiente gera efeitos positivos, tais como a aceleração na formação da estrutura do solo; a infiltração da água no solo, recarregando o lenço freático; a formação de matéria orgânica; o aumento na fertilidade e atividade biológica nos solos, entre outros processos naturais, que se somam para a restauração de áreas degradadas.

Em um estudo conduzido no Distrito Federal, Souza (2012a) identificou maior riqueza e diversidade de inimigos naturais em sistemas agroflorestais, em relação a sistemas compostos por diferentes espécies de hortaliças. O autor constatou que SAFs mais antigos e com menor manejo demonstraram ser mais eficientes para conservar comunidades diversificadas e menos sujeitas a variações bruscas na abundância e na composição relativa de indivíduos, favorecendo o equilíbrio ecológico.

Heid et al. (2012), em um estudo desenvolvido em Neossolo Quartzarênico no estado de Mato Grosso do Sul, identificaram maior diversidade da mesofauna em dois sistemas agroflorestais biodiversos de 5 anos, em relação a sistemas com pastagem e culturas de ciclo anual, sob manejo orgânico.

Em um estudo realizado em São Paulo, Froufe e Seoane (2011) constataram que os sistemas agroflorestais biodiversos e multiextratificados possuem diversidade de espécies vegetais semelhantes à capoeira em regeneração e também identificaram o ressurgimento de diversas espécies nativas regenerando naturalmente, mostrando o potencial desses sistemas para recuperação de áreas degradadas.

Ressalta-se que a consciência ambiental não é o principal fator motivador para a adoção de SAFs. Em um estudo desenvolvido por Padovan et al. (2018a) na região Oeste do Brasil, constatou-se que a opção por implantação de SAFs, como sistema produtivo, atende mais de um objetivo simultaneamente, sendo a produção de alimentos o foco principal dos agricultores (95%), aliada à geração de renda (65%). Entretanto, as questões ambientais também possuem relevância, alcançando 50% a intenção de formação de microclima mais agradável e 67,5% visando à restauração ambiental. Os autores acrescentaram que, por se tratar de sistemas com média à alta diversidade de espécies vegetais, os serviços ambientais são produzidos naturalmente, melhorando sistemicamente a área, uma vez que favorecem os processos naturais.

Apesar da produção de alimentos e a renda gerada nas APPs em restauração com SAFs, com potencial para assegurar viabilidade econômica, Padovan et al. (2017a) propõem que haja incentivos governamentais aos agricultores, em forma de PSAs, tais como: 1) pagamento de bolsas aos agricultores por área cultivada com SAFs, pautados em princípios agroecológicos; 2) redução de Imposto Territorial Rural (ITR); 3) redução e até isenção de Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) para produtos oriundos de SAFs; 4) redução de juros em financiamentos para custeios e investimentos; 5) desburocratização na operacionalização de linhas de crédito, como o Pronaf Florestal e Pronaf Agroecologia e flexibilização para que contemple as peculiaridades desses sistemas; 6) priorização a agricultores que possuem

SAFs para comercialização da produção junto a programas institucionais, como o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), entre outros; 7) assistência técnica qualificada, seguindo dinâmicas que contemplem as peculiaridades desses sistemas na orientação dos agricultores; e 8) atendimento prioritário em bancos públicos.

Conforme consta na Tabela 1, priorizaram-se as pioneiras e secundárias iniciais, correspondendo a 68% das espécies arbóreas, as quais possuem importante papel na formação de microclima mais adequado às espécies arbóreas de crescimento lento (Padovan et al., 2018b).

Em estudo conduzido em Minas Gerais, envolvendo sistemas de cultivo de cafeeiro a pleno sol (SPS) e em SAFs, Souza (2012b) verificou que SAFs atenuaram a temperatura do solo em relação a SPS. Os SAFs reduziram a amplitude de variação da temperatura média do ar comparando-se com o SPS e atenuaram as temperaturas máximas, apresentando potencial para mitigar localmente os efeitos do aquecimento global.

Padovan et al. (2018a, 2019a) ressaltam que as espécies arbóreas pioneiras e secundárias iniciais também atuam em outros processos que culminam na melhoria do sistema como um todo, destacando-se a produção de grande quantidade de material orgânico; melhoria de atributos físicos, químicos e biológicos, entre vários outros serviços ambientais.

Dentre as espécies arbóreas nativas indicadas, 44% são decíduas e semidecíduas (Tabela 1), ou seja, suas folhas caem totalmente ou parcialmente, o que aumenta a entrada de radiação solar no sistema, favorecendo as plantas cultivadas, além de produzirem grande quantidade de material orgânico para o sistema solo, favorecendo o desencadeamento de vários serviços ambientais (Campos Filho; Sartorelli, 2015).

Arato et al. (2003), ao avaliarem a produção de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada na região da Zona da Mata de Minas Gerais, encontraram valores semelhantes aos encontrados em florestas estacionais semidecíduais da região Sudeste do Brasil, indicando que o sistema vem se comportando como uma floresta nativa em termos de dinâmica da serapilheira.

A eficiente ciclagem de nutrientes pelas espécies vegetais que compõem os SAFs promove expressiva melhoria na fertilidade do solo. Em estudo envolvendo SAFs de diferentes idades no Nordeste brasileiro, Iwata et al. (2012) constataram aumento dos teores de nutrientes e do pH do solo, além de redução dos teores de Al^{3+} e H^+ , resultando em melhoria da qualidade química do solo.

Freitas et al. (2012) constataram, em estudo realizado em Tocantins, que o SAF propiciou mudanças na qualidade do solo, tais como: menores valores de resistência à penetração e densidade do solo, bem como maiores teores de matéria orgânica e umidade mais constante do solo, comparando-se com área de pastagem (mesma idade do SAF) e área de lavoura.

Marques et al. (2012), em estudo realizado na Amazônia Central, identificaram a capacidade de SAFs em recuperar e ou disponibilizar carbono (C) estocado no solo, sendo uma eficiente forma de utilização do solo, recomendada para manter o C no ambiente terrestre.

Em estudo desenvolvido no sul de Minas Gerais, envolvendo cafeeiro em SAF e um sistema de cultivo convencional de café, Carmo et al. (2012) verificaram eficiente ciclagem de micronutrientes (Fe, Mn, Cu e B) no SAF. Constataram-se teores adequados desses nutrientes nas folhas do cafeeiro, fato que pode ser justificado pelo aporte contínuo de material vegetal ao solo, o qual, após a decomposição, libera os micronutrientes para o solo e, posteriormente, para absorção pelas plantas.

Outro aspecto importante na composição de SAFs refere-se à utilização de espécies arbóreas leguminosas, visando à fixação biológica de nitrogênio (FBN) e disponibilização desse nutriente no solo. Das espécies arbóreas indicadas, 14% são da família Fabaceae (leguminosas) (Tabela 1) e têm o intuito de viabilizar suficiente quantidade de nitrogênio no solo e atender a demanda das plantas cultivadas para a geração de renda e àquelas para a recuperação da área (Canosa et al., 2012).

Estudos desenvolvidos por Resende et al. (2013) evidenciam o grande potencial desse grupo de arbóreas em aportar expressivas quantidades de N

ao sistema a cada ano, o que é fundamental para a autossuficiência desses agroecossistemas para esse nutriente.

Na Tabela 1 tem-se a listagem das espécies arbóreas nativas indicadas para compor SAFs em APPs no ecótono entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica, sendo 74% zoocóricas, que têm a principal função de atrair animais dispersores de sementes, favorecendo a inserção de outras espécies nativas oriundas de fragmentos de vegetação nativa da região, aumentando a diversidade vegetal, o que acelera a recuperação da área (Melo et al., 2013).

Resultados obtidos por Padovan et al. (2019a), em um estudo realizado nas cinco regiões do Brasil, identificaram grande quantidade de serviços ambientais produzidos por SAFs, relatados pelos respectivos agricultores responsáveis, destacando-se: aumento expressivo da diversidade vegetal, de inimigos naturais, da biota do solo e de polinizadores; eficiente processo de ciclagem de nutrientes; grande sequestro de C na biomassa vegetal; microclima estável nos agroecossistemas; produção local de grande quantidade de materiais orgânicos para o solo; expressivo melhoramento na infiltração de água no solo; manutenção da umidade do solo por maior tempo; e supressão da erosão do solo, entre outros. Esses resultados corroboram outros estudos já relatados e evidenciam o grande potencial desses agroecossistemas para processos de adequação ambiental de propriedades rurais, quanto à recomposição de APPs e Áreas de Reserva Legal (ARLs).

Tendo em vista a grande quantidade de serviços ambientais produzidos por SAFs, que beneficia toda a sociedade, reforça-se a necessidade de políticas públicas que apoiem os agricultores que possuem ou desejam implantar esses agroecossistemas (Padovan et al., 2017a).

No sistema agroflorestal proposto, as espécies arbóreas nativas são arrançadas com espécies herbáceas, sendo a maioria exóticas, visando gerar renda às famílias agricultoras nos primeiros anos do sistema, além de espécies arbóreas nativas para a geração de renda a partir do quinto ano (Tabela 2).

Tabela 2. Espécies vegetais nativas e exóticas destinadas à geração de renda, indicadas para compor um sistema agroflorestal biodiverso em Áreas de Preservação Permanente no ecótono entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica.

Nome popular	Nome científico	Família	Org	Esp. (m)	QP	Prod. (kg)	Preço R\$/kg
Araçá	<i>Psidium guineense</i> Sw.	Myrtaceae	NA	5,0x10	50	165	2,50
Araticum	<i>Annona crassiflora</i> Mart.	Annonaceae	NA	5,0x6,0	40	400	1,80
Banana	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Musaceae	EX	5,0x2,0	720	10.800	1,32
Baru	<i>Dipteryx alata</i> Vogel	Fabaceae	NA	5,0x10	50	2.000	1,00
Helicônia	<i>Heliconia rostrata</i> Ruiz & Pav	Heliconiaceae	NA	1,5x0,8	1.000	1.000	7,00
Inhame	<i>Dioscorea alata</i> L.	Dioscoreaceae	EX	1,0x0,8	2.000	2.400	2,50
Jaboticaba	<i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel	Myrtaceae	NA	5,0x6,0	40	400	2,10
Mamão	<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae	EX	5,0x2,0	400	2.000	1,45
Mangaba	<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Apocynaceae	NA	5,0x6,0	40	84	2,50
Moranga	<i>Cucurbita maxima</i>	Cucurbitaceae	EX	2,0x2,5	640	1.280	1,55
Uvaia	<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess	Myrtaceae	NA	5,0x6,0	40	80	2,50

Nota: Org = origem, NA = nativa, EX = exótica; Esp. = espaçamento entre plantas; QP = quantidade de plantas no sistema por ha⁻¹; Prod. (kg) = produção anual prevista, em quilos, pelas plantas dispostas por ha⁻¹; preço R\$/kg = preços previstos em reais por quilo a ser comercializado.

Na Tabela 3 são dispostas as espécies de ciclo anual, trienal e perenes para a geração de renda, bem como os respectivos ciclos de cultivo em cada ano.

As espécies de ciclo anual que comporão o SAF, destinadas à geração de renda, estarão presentes somente até o quarto ano. A helicônia e a bananeira, que são perenes, destinam-se à geração de renda desde o primeiro ano, enquanto o mamoeiro deve gerar renda nos três primeiros anos. Essas espécies serão cultivadas nos 20 talhões, que representam as entrelinhas das arbóreas, exceto a bananeira. A densidade das espécies vegetais destinadas à produção, visando à comercialização, foi estabelecida de acordo com os espaçamentos recomendados para o plantio de cada uma (Tabela 2).

Tabela 3. Espécies de ciclo anual, trienal e perene para composição de sistema agroflorestal biodiverso em Áreas de Preservação Permanente no ecótono entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica.

Ano	Ciclo	Espécie				
		Mamão	Inhame	Moranga	Banana	Helicônia
1º ano	1º ciclo	•	•	•	•	•
	2º ciclo	•	•	•	•	•
2º ano	1º ciclo	•	•	•	•	•
	2º ciclo	•	•	•	•	•
3º ano	1º ciclo	•	•	•	•	•
	2º ciclo	•	•	•	•	•
4º ano	1º ciclo			•	•	•
	2º ciclo		•		•	•

Na Figura 2 são apresentados os custos relativos à mão de obra e aos insumos previstos para o sistema proposto.

Os custos de mão de obra e insumos são altos no início do sistema, devido aos elevados gastos que demandam nos primeiros anos, principalmente em função dos cultivos de espécies de ciclo anual. Porém, após o quinto ano evidencia-se uma acentuada queda na demanda, pois restarão somente as frutíferas produzindo, e as despesas a partir daí serão destinadas basicamente para a manutenção das espécies perenes (Figura 2).

Ressalta-se que durante os quatro primeiros anos prevê-se a redução gradativa do uso de insumos, em função da melhoria da qualidade do solo e do equilíbrio biológico. A partir do quinto ano suspende-se o uso de insumos, uma vez que o sistema deve ter boa capacidade de ciclagem de nutrientes, fixação biológica de nitrogênio, baixa perda de nutrientes, aliado ao equilíbrio biológico, somando-se para sua autossuficiência.

A partir do quinto ano, o custo do sistema praticamente se estabiliza, permanecendo apenas os custos com mão de obra devido à necessidade de manutenção das espécies frutíferas (desbrota, escoramento e eliminação de frutos doentes ou com ataques de pragas) e das arbóreas nativas, principalmente relacionadas às podas de manutenção.

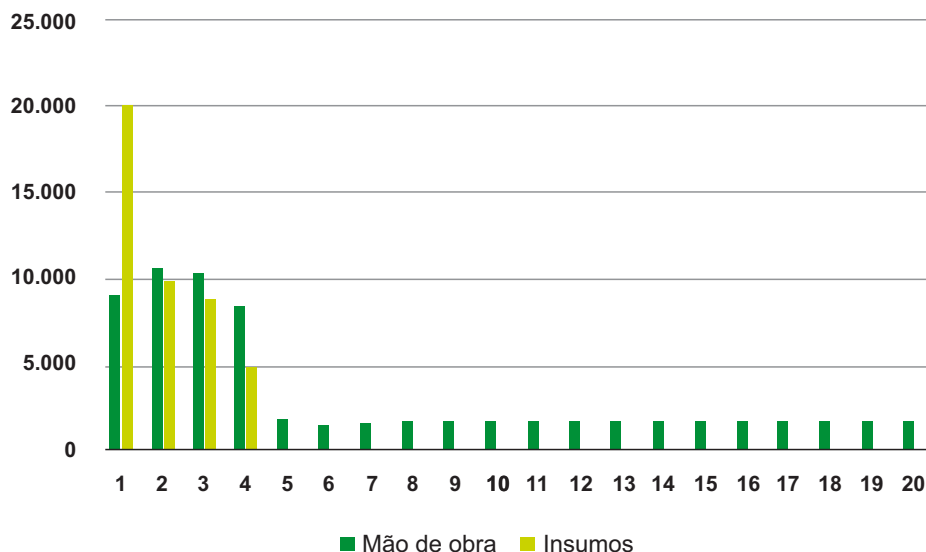


Figura 2. Custos, em reais, previstos com insumos e mão de obra do sistema agroflorestal para Áreas de Preservação Permanente em ecótono entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica, durante o período de 20 anos.

De acordo com Arco-Verde e Amaro (2014), uma das despesas mais importantes a ser considerada é a mão de obra, principalmente em pequenas propriedades onde a terra e o capital são limitados. Ressalta-se que este custo é consideravelmente alto nos primeiros anos, principalmente durante a implantação dos SAFs.

Entretanto, se a mão de obra for familiar, ela já vai se remunerando com a venda da produção obtida no sistema, o que estimula os agricultores a continuarem com a atividade e evita, portanto, que tenham de prestar serviços a terceiros para aumentar a sua remuneração.

Na Figura 3 é apresentada a evolução das despesas e das receitas, ao longo de 20 anos, inerentes ao arranjo agroflorestal biodiverso proposto.

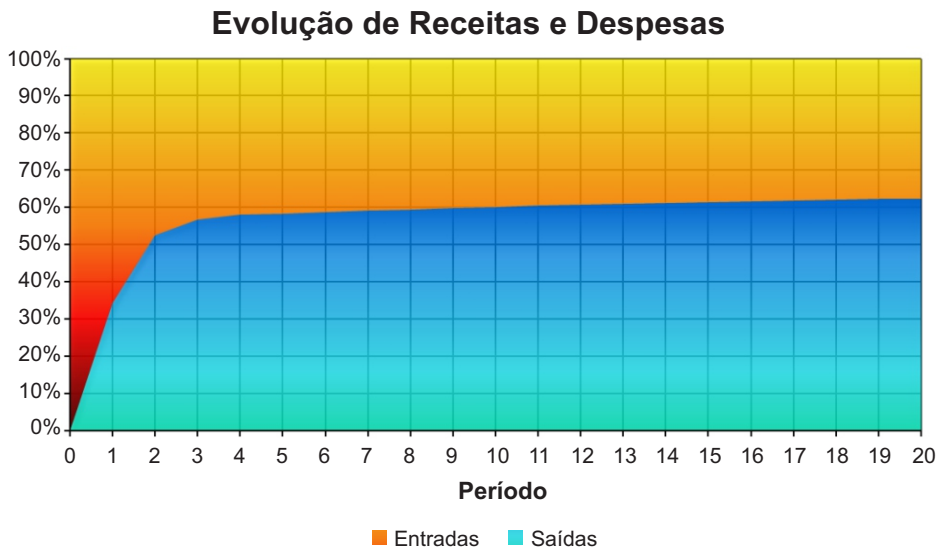


Figura 3. Custos, em reais, previstos com insumos e mão de obra do sistema agroflorestal para Áreas de Preservação Permanente em ecótono entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica, durante o período de 20 anos.

Em relação à análise de viabilidade financeira do sistema agroflorestal proposto, constataram-se valores negativos apenas no primeiro ano após a implantação (Figura 3). Já no segundo ano, as receitas ultrapassam as despesas, gerando fluxo de caixa positivo (Figuras 3 e 4), sendo que esse processo sofre alterações a cada ano em função dos cultivos previstos, porém mantendo-se positivo.

Quanto às receitas totais, custos e fluxo de caixa em valores ajustados (Figura 4), constata-se que o efeito da saída dos componentes de ciclo trienal e anual do sistema no final do quarto ano, devido ao sombreamento proporcionado pelas arbóreas, resulta em queda de receitas e de custos a partir do quinto ano, porém mantém o fluxo de caixa positivo e relativamente estável até o 20º ano de vigência da proposta.

Para o arranjo agroflorestal proposto, os valores de fluxo de caixa tornam-se ascendentes no segundo ano, quando algumas frutíferas iniciam a produção, como a bananeira e o mamoeiro, por exemplo, somando-se às receitas oriundas das culturas anuais, e se mantém positivos até o final do período em análise (20º ano) (Figura 4).

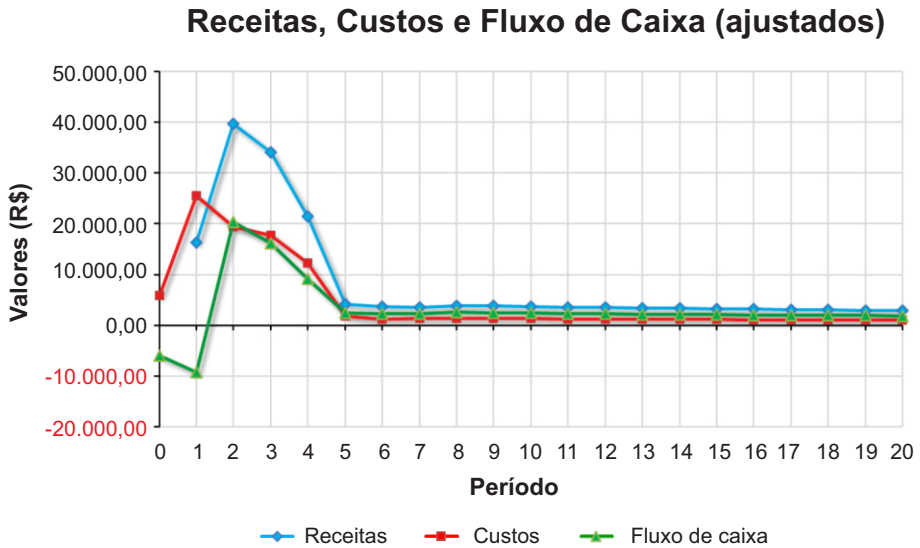


Figura 4. Receitas totais, custos totais e fluxo de caixa (ajustado) referentes a um arranjo agroflorestal biodiverso para Áreas de Preservação Permanente em ecótono entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica.

Dentre as 11 espécies propostas nesse arranjo agroflorestal, para geração de renda, oito apresentam margem de lucro superior a 100%, sendo apenas a banana, mamão e moranga com menores margens de lucro, porém todas são satisfatórias para a rentabilidade do sistema (Tabela 4).

Com o intuito de facilitar a visualização e análise, na Tabela 5 são apresentados os resumos dos valores inerentes a receitas, despesas e saldo final ao longo do período de 20 anos para o sistema agroflorestal proposto, já com a incidência de custo de transporte da produção, depreciação de equipamentos, manutenção de benfeitorias, tributos sobre a receita, imposto de renda, custo de oportunidade e juros de custeio – Pronaf floresta.

Constata-se um desempenho financeiro positivo do sistema, com saldo final ajustado de R\$ 66.384,62, demonstrando que é possível recuperar áreas de preservação permanente e, ao mesmo tempo, obter renda que assegure viabilidade financeira, utilizando sistemas agroflorestais biodiversos com elevada capacidade de produção de serviços ambientais (Tabela 5).

Tabela 4. Espécies vegetais cultivadas para geração de renda em um sistema agroflorestal para Áreas de Preservação Permanente em ecótono entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica, e os respectivos resultados financeiros em 20 anos.

Produto	Custo	Receita	Saldo	% de lucro
.....Valores integrais não ajustados.....				
Araçá	3.490,50	7.412,50	3.922,00	112,36
Araticum	3.074,40	12.096,00	9.021,60	293,44
Banana	29.816,00	38.016,00	8.200,00	27,50
Baru	3.955,50	29.350,00	25.394,50	642,00
Helicônia	11.036,75	29.680,00	18.643,25	168,92
Inhame	9.443,50	20.175,00	10.731,50	113,64
Jabuticaba	2.984,40	15.456,00	12.471,60	417,89
Mamão	11.926,00	18.560,00	6.634,00	55,63
Mangaba	2.624,40	5.980,00	3.355,60	127,86
Moranga	7.282,80	10.912,00	3.629,20	49,83
Uvaia	2.714,40	6.510,00	3.795,60	139,83

Tabela 5. Resumo dos valores ajustados para receita, despesa e saldo final de um arranjo de sistema agroflorestal biodiverso proposto para recuperação de Áreas de Preservação Permanente.

Resumo do projeto	Valor ajustado (R\$) Período de 20 anos
Receitas	167.151,78
Despesas	100.767,15
Saldo final ajustado	66.384,62

Ressalta-se que, apesar de o objetivo principal ser a restauração de APPs, o sistema proposto pode proporcionar renda líquida anual aos agricultores de R\$ 3.319,23, em média, o que é altamente relevante, uma vez que técnicas convencionais de restauração, como o plantio total de mudas, adensamento/enriquecimento com mudas e sementes, por exemplo, não geram renda.

De acordo com a projeção estimada, há viabilidade das espécies indicadas para a composição de SAFs visando à geração contínua de renda, que estimula os agricultores a continuarem com o processo de recuperação de passivos ambientais em APPs (Tabela 4).

Quando analisados outros indicadores financeiros, durante o período de 20 anos, também se evidencia a viabilidade econômica do sistema proposto (Tabela 6).

Tabela 6. Avaliação financeira referente ao período de 20 anos de implantação do arranjo agroflorestal proposto para recuperação de Áreas de Preservação Permanente.

Indicadores financeiros	Resultados
TMA	11,69%
TIR	78,55%
VPL	35.497,07
Payback descontado	2,00
VAE	4.660,26
Relação B/C	1,70

Nota: TMA = taxa mínima de atratividade, TIR = taxa interna de retorno, VPL = valor presente líquido, Payback descontado = tempo de retorno do investimento, VAE = valor anualizado equivalente e B/C = relação benefício-custo.

De acordo com Gonçalves et al. (2017), valores positivos do VPL indicam que o sistema analisado é financeiramente viável; sendo assim, o valor investido será recuperado e haverá ganho.

Em relação ao B/C, o sistema apresenta valor maior que 1,0. Portanto, os benefícios ultrapassam os custos, sendo uma relação de 1,7 (Tabela 6). De acordo com Palheta et al. (2014), a relação benefício-custo é um indicador de eficiência econômica financeira por sugerir o retorno dos investimentos a partir da relação entre a receita total e as despesas efetuadas para viabilizá-la; ou seja, indica quantas unidades de capital recebido como benefícios são obtidas para cada unidade de capital investido.

O valor obtido para a TIR equivalente ao sistema foi de 78,55% (Tabela 6). Conforme Arco-Verde e Amaro (2014), esses valores estão coerentes para sistemas agroflorestais complexos.

Ao analisar a VAE do arranjo de SAF, pode-se inferir que representa bom nível de atratividade (Tabela 6), conforme Silva et al. (2002). Ressalta-se que, quanto maior for o VAE, maior a viabilidade do projeto. Portanto, mais atrativo financeiramente é o sistema (Silva et al., 2002; Arco-Verde; Amaro, 2014).

O payback descontado do sistema foi estimado para 2 anos (Tabela 6). Esses dados indicam que, ao completar 2 anos, o agricultor já recupera os investimentos realizados para a restauração da APP, tornando-se altamente atrativo, tendo em vista que é um sistema perene; dessa forma, estimula os agricultores a recuperarem passivos ambientais e obterem renda nessas áreas.

Segundo Gonçalves et al. (2016), parte dos agricultores que tem propriedades de pequeno porte (até quatro módulos fiscais) sente insegurança em consorciar espécies arbóreas com culturas agrícolas, com receio de se verem impedidos pela legislação florestal de manejar a área por meio de podas e de supressão de indivíduos arbóreos, conforme as necessidades. Por esse motivo, é essencial o planejamento de sistemas agroflorestais biodiversos, que possibilitem a subsistência das famílias e geração contínua de renda e, ao mesmo tempo, atendam aos preceitos para recuperação de áreas degradadas.

Considerações finais

O arranjo agroflorestal proposto é formado por grande diversidade de espécies arbóreas nativas e de famílias botânicas, de diferentes grupos sucessionais; predominância de zoocóricas, leguminosas, decíduas e semidecíduas. 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.

O sistema proposto atende ao Código Florestal Brasileiro como opção para restauração de Áreas de Preservação Permanente, pois apresenta bons indicadores ecológicos que potencializam a recuperação dessas áreas.

O sistema agroflorestal proposto tem potencial para ser viável economicamente, representado principalmente pelo payback descontado já a partir do segundo ano de implantação.

O modelo de SAF proposto também pode ser utilizado como um sistema de produção, envolvendo alta diversidade de espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas, com enfoque na produção de alimentos e geração de renda, visando à diversificação da matriz de produção agropecuária, fora de áreas de passivos ambientais.

O arranjo de SAF proposto baseia-se em informações detalhadas sobre espécies arbóreas nativas e de culturas agrícolas, o qual é fruto de um estudo teórico multidisciplinar, porém ainda não validado em campo, uma vez que envolve espécies perenes.

Este trabalho mostra a importância de planejar adequadamente os arranjos de sistemas agroflorestais biodiversos visando recuperar áreas degradadas e, ao mesmo tempo, que apresentem potencial para gerarem renda aos agricultores.

Referências

- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. O potencial agroecológico dos sistemas agroflorestais na América Latina. **Agriculturas**, v. 8, n. 2, p. 3-34, jun. 2011.
- ARATO, H. D.; MARTINS, S. V.; FERRARI, S. H. S. Produção e decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 27, n. 5, p. 715-721, 2003.
- ARCO-VERDE, M. F.; AMARO, G. C. **Análise financeira de sistemas produtivos integrados**. Colombo: Embrapa Florestas, 2014. 74 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 274). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123060/1/Doc.-274-ArcoVerde.pdf>. Acesso em: 25 set. 2021.
- ARCO-VERDE, M. F.; AMARO, G. C. Metodologia para análise da viabilidade financeira e valoração de serviços ambientais em sistemas agroflorestais. In: PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B. de; BROWN, G. G.; PRADO, R. B. (ed.). **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do bioma Mata Atlântica**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 335-346. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/131969/1/Livro-Servicos-Ambientais-Embrapa.pdf>. Acesso em: 25 set. 2021.
- 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. DOI: <https://doi.org/10.5902/198050983229>.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, p. 1, 28 maio 2012.
- CAMARGO, G. M.; SCHLINDWEIN, M. M.; PADOVAN, M. P.; SILVA, L. F. Sistemas agroflorestais biodiversos: uma alternativa para pequenas propriedades rurais. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 15, p. 34-46, 2019. DOI: <https://doi.org/10.54399/rbgdr.v15i1.4318>.
- CAMPOS FILHO, E. M.; SARTORELLI, A. R. **Guia de árvores com valor econômico**. São Paulo: Agroicone, 2015. 139 p.

- CANOSA, G. A.; FARIA, S. M.; MORAES, L. F. D. **Leguminosas florestais da Mata Atlântica brasileira fixadoras de nitrogênio atmosférico**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2012. 12 p. (Embrapa Agrobiologia. Comunicado técnico, 144). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/175242/1/COT144Leguminosas-florestais-da-Mata-Atlantica.pdf>. Acesso em: 25 set. 2021.
- CARMO, D. L.; NANNETTI, D. C.; LACERDA, T. M.; NANNETTI, A. M.; SANTO, D. J. E. Micronutrientes em solo e folha de cafeeiro sob sistema agroflorestal no Sul de Minas Gerais. **Coffee Science**, v. 7, n. 1, p. 7-83, 2012. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/13888>. Acesso em: 25 set. 2021.
- 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 flona de Açú-RN. **Revista Árvore**, v. 34, n. 2, p. 259-265, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000200008>.
- 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. DOI: <https://doi.org/10.4322/floram.2013.003>.
- FOLETO, E. M.; LEITE, M. B. Perspectivas do pagamento por serviços ambientais e exemplos de caso no Brasil. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 13, n. 1, p. 6-17, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.7867/1983-1501.2011v13n1p6-17>.
- FRANCEZ, D. C.; ROSA, L. S. Viabilidade econômica de sistemas agroflorestais em áreas de agricultores familiares no Pará, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 54, n. 2, p. 178-187, 2011. DOI: [10.4322/rca.2012.013](https://doi.org/10.4322/rca.2012.013).
- FREITAS, I. C. de; SANTOS, F. C. V. dos; CUSTÓDIO FILHO, R. de O.; SILVA, N. R. da A.; CORRECHEL, V. Resistência à penetração em Neossolo Quartzarênico submetido a diferentes formas de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 12, p. 1275-1281, dez. 2012.
- FROUFE, L. C. M.; SEOANE, C. E. S. Levantamento fitossociológico comparativo entre sistema agroflorestal multiestrato e capoeiras como ferramenta para a execução da reserva legal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 31, n. 67, p. 203-225, 2011. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/181>. Acesso em: 17 set. 2021.
- 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. DOI: [10.33448/rsd-v10i4.13682](https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.13682).

GONÇALVES, G. C.; AGUIAR, M. M.; FREITAS, M. M.; LEONEL, F. S.; CORSO, F. **Recuperação de reserva legal com sistemas agroflorestais em assentamentos da reforma agrária no Bioma Cerrado-Projeto Águas do Cerrado.** [2016]. Disponível em: <http://www.sct.embrapa.br/cdagro/tema03/03tema40.pdf>. Acesso em: 20 set. 2021.

GONÇALVES, A. C. da SILVA; PONTES, A. N.; DE PAULA, M. T.; FERREIRA, P. F.; VASCONCELOS, R. C.; FONSECA, K. O. Avaliação do perfil econômico de sistemas agroflorestais nos assentamentos dos trabalhadores rurais Expedito Ribeiro e Abril Vermelho, município de Santa Bárbara-PA. **Revista Espacios**, v. 38, n. 11, p. 6, 2017. <https://www.revistaespacios.com/a17v38n11/a17v38n11p06.pdf>. Acesso em: 23 set. 2021.

GUEDES, F. B.; SEEHUSEN, S. E. **Pagamentos por serviços ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios.** 2. Ed. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2011. 12 p. Disponível em: https://ciliosdoribeira.org.br/sites/ciliosdoribeira.org.br/files/arquivos/pagamentos_por_servicos_ambientais_na_mata_atlantica_2edicao_revisada.pdf. Acesso em: 23 set. 2021.

HEID, D. M.; DANIEL, O.; GLAESER, D. F.; VITORIONO, A. C. T.; PADOVAN, M. P. Edaphic mesofauna of land use systems in two soils in the State of Mato Grosso do Sul. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 55, n. 1, p. 17-25, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2012.032>.

IWATA, B. F.; LEITE, L. F. C.; ARAÚJO, A. S. F.; NUNES, L. A. P. L.; GEHRING, C.; CAMPOS, L. P. Sistemas agroflorestais e seus efeitos sobre os atributos químicos em Argissolo Vermelho-Amarelo do Cerrado piauiense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 7, p. 730-738, 2012. DOI: 10.1590/S1415-43662012000700005.

MARQUES, J. D. de O.; LUIZÃO, F. J.; TEIXEIRA, W. G.; FERREIRA, S. J. F. Variações do carbono orgânico dissolvido e de atributos físicos do solo sob diferentes sistemas de uso da terra na Amazônia central. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 2, p. 611-622, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000200030>.

MARTINELLI, G. do 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. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.09.019>.

MAY, P. H.; TROVATTO, C. M. M. **Manual agroflorestal para a Mata Atlântica.** Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2008. 195 p.

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

MELO, C.; SILVA, A. M.; OLIVEIRA, P. E. A. M. Oferta de frutos por espécies zoocóricas de sub-bosque em gradiente florestal do cerrado. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 6, p. 2030-2041, 2013.

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. **Restauração ecológica com sistemas agroflorestais**: como conciliar conservação com produção: opções para Cerrado e Caatinga: guia técnico. Brasília, DF: Instituto Sociedade, População e Natureza; Nairobi: Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal, 2016. 266 p.

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, v. 1, p. 68-84.

PADOVAN, M. P.; NASCIMENTO, J. S.; ALVES, J. C.; PEREIRA, Z. V.; MOTTA, I. S. Estado da arte de sistemas agroflorestais em bases agroecológicas na região Oeste do Brasil. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, p. 1-7, 2018a. Anais do VICongresso Latino-americano de Agroecologia; X Congresso Brasileiro de Agroecologia; V Seminário de Agroecologia do Distrito Federal e Entorno; 12 a 15 de setembro de 2017, Brasília, DF.

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

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, 2018b.

PADOVAN, M. P.; PEREIRA, Z. V.; NASCIMENTO, J. S.; ALVES, J. C.; AGOSTINHO, P. R. Subsídios ao aprimoramento de ações estruturadas e de políticas públicas para apoio a sistemas agroflorestais biodiversos para recuperação de áreas degradadas. In: SIMPÓSIO NACIONAL RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 11., 2017, Curitiba. **Revendo princípios / validando conceitos**: anais. [Curitiba]: Sobrade, [2017b]. 1 CD-ROM.

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. de A.; LEANDRO NETO, J. (org.). **Competência técnica e responsabilidade social e ambiental nas ciências agrárias** Ponta Grossa: Atena Editora, 2019b. p. 127-36.

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.

PALHETA, I. C.; GOMES, C. A. S.; LOBATO, G. J. M.; PAULA, M. T.; PONTES, A. N. Viabilidade econômica de um sistema agroflorestal no município de Santa Bárbara-PA. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 19, p.1947-1956, 2014.

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.

PEREIRA, Z. V.; SANGALLI, A.; PADOVAN, M. P.; LOBTCHENKO, J. C. P.; SANTOS, M. L. B. M. A restauração ecológica em área de preservação permanente no Estado de Mato Grosso do Sul. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, p. 4394-4407, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34188/bjaerv3n4-140>.

RESENDE, A. S.; CHAER, G. M.; CAMPELLO, E. F. C.; SILVA, A. P.; LIMA, K. D. R.; CURCIO, G. R. Uso de leguminosas arbóreas na recuperação de áreas degradadas. **Tópicos em Ciência do Solo**, v. 8, p. 71-92, 2013.

SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. **Economia florestal**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 178 p.

SOUZA, E. S. H. **Estrutura de comunidade de insetos (Arthropoda, Insecta) em sistemas de produção de hortaliças e agroflorestas no Distrito Federal**. 2012a. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.

SOUZA, H. N. **Biodiversity and key ecosystem services in agroforestry coffee systems in the brazilian atlantic rainforest biome**. 2012b. 156 p. Thesis (Doctor) - Wageningen University, Wageningen.

TEIXEIRA, V. M.; PEREIRA, E. S.; FARIA, G. da S.; BRITO, J. P.; ROCHA, M. S.; SILVA, H. F. Agroecologia: uma estratégia sustentável para a conservação dos recursos hídricos na agricultura familiar em Rondônia. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, v. 2, n. 1, p. 100-111, 2013.

Embrapa

Agropecuária Oeste

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



CGPE 017496