

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental**

PATRÍCIA ROCHEFELER AGOSTINHO

**ARRANJOS AGROFLORESTAIS BIODIVERSOS
PARA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS, GERAÇÃO DE
RENDA E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL**

TESE DE DOUTORADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL

**DOURADOS – MS
2021**

PATRÍCIA ROCHEFELER AGOSTINHO

**ARRANJOS AGROFLORESTAIS BIODIVERSOS PARA PRODUÇÃO
DE ALIMENTOS, GERAÇÃO DE RENDA E RECUPERAÇÃO
AMBIENTAL**

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados – Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, como requisito parcial para obtenção do Título de Doutor em Ciência Ambiental.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Zefa Valdivina Pereira

Coorientador: Prof. Dr. Milton Parron Padovan

**DOURADOS – MS
2021**

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGRAER	Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural
AGRIANUAL	Anuário da Agricultura Brasileira
CAPM	Custo do Capital Próprio
CMPC	Custo Médio Ponderado
CEASA	Central de Abastecimento de Alimentos
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
IL	Índice de Lucratividade
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
RB/C	Relação Benefício Custo
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
VPL	Valor Presente Líquido VAUE Valor Anual Uniforme Equivalente

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Indicadores financeiros e fórmulas utilizadas para cálculos em análises de viabilidade econômico-financeira de projetos de investimento.	26
Tabela 2 - Métodos de mensuração (fórmulas) utilizadas para o cálculo dos indicadores de viabilidade financeira.	33
Tabela 3 - Espécies arbóreas “adubadeiras”, destinadas a podas, para compor sistemas agroflorestais biodiversos visando a diversificação de áreas produtivas, origem e categoria de uso..	38
Tabela 4 - Espécies vegetais propostas para a composição de sistemas agroflorestais destinados à diversificação da produção, com e sem irrigação, visando a geração de renda	40
Tabela 5 - Espécies vegetais propostas para a composição de sistemas agroflorestais destinados à diversificação da produção e melhoria ambiental, visando a geração de renda do 1º ao 4º ano	41
Tabela 6 - Fluxo de caixa referente ao Sistema Agroflorestal 1 proposto para a diversificação da produção e melhoria ambiental ao longo do período do projeto de investimento (20 anos)	44
Tabela 7 - Fluxo de caixa referente ao Sistema Agroflorestal 2 proposto para a diversificação da produção e melhoria ambiental ao longo do período do projeto de investimento (20 anos).	45
Tabela 8 - Receitas brutas de vendas, custos com mão de obra e insumos e as gerações de caixa envolvendo diferentes espécies vegetais em sistemas agroflorestais propostos para a diversificação da produção e melhoria ambiental em 1 ha de área total.....	46
Tabela 9 - Resultados da aplicação de técnicas de avaliação do investimento em sistemas agroflorestais propostos para a diversificação da produção e melhoria ambiental.	49
Tabela 10 - Espécies arbóreas nativas para composição de sistemas agroflorestais biodiversos visando a restauração de Áreas de Reserva Legal, algumas características e seu uso ambiental.	52
Tabela 11 - Espécies vegetais destinadas à geração de renda e indicadores técnicos envolvendo sistemas agroflorestais propostos para restauração de Áreas de Reserva Legal.	54
Tabela 12 - Espécies vegetais para geração de renda durante o 1º ao 4º ano dos sistemas agroflorestais destinados à restauração de Áreas de Reserva Legal.	55
Tabela 13 - Fluxo de caixa referente ao Sistema Agroflorestal 1 durante a vigência do projeto (20 anos), que visa a restauração de Áreas de Reserva Legal.....	58
Tabela 14 - Fluxo de caixa referente ao Sistema Agroflorestal 2 durante a vigência do projeto (20 anos), que visa a restauração de Áreas de Reserva Legal.....	59

Tabela 15 - Receitas brutas 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 Reserva Legal.....	60
Tabela 16 - Resultados da aplicação de técnicas de avaliação do investimento em sistemas agroflorestais propostos para restauração de Áreas de Reserva Legal.....	63
Tabela 17 - Espécies arbóreas nativas para composição de sistemas agroflorestais biodiversos visando a restauração de Áreas de Preservação Permanente.	66
Tabela 18 - Espécies vegetais destinadas à geração de renda e indicadores técnicos envolvendo sistemas agroflorestais propostos para a restauração de Áreas de Preservação Permanente. ..	68
Tabela 19 - Espécies vegetais para a geração de renda do 1º ao 4º ano em sistemas agroflorestais destinados à restauração de Áreas de Preservação Permanente.	69
Tabela 20 - Fluxo de caixa referente ao Sistema Agroflorestal 1 durante a vigência do projeto. (20 anos) que visa a restauração de Áreas de Preservação Permanente.....	71
Tabela 21 - Fluxo de caixa referente ao Sistema Agroflorestal 2 durante a vigência do projeto. (20 anos) que visa a restauração de Áreas de Preservação Permanente.....	72
Tabela 22 - Receitas 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 a Área de Preservação Permanente.	73
Tabela 23 - Resultados da aplicação de técnicas de avaliação do investimento em sistemas agroflorestais propostos para restauração em Áreas de Preservação Permanente.	76

Apêndice

Tabela 24 - Indicadores técnicos e custos para implantação dos sistemas agroflorestais propostos para a diversificação da produção e melhoria ambiental.....	93
Tabela 25 - Indicadores técnicos e custos para implantação dos sistemas agroflorestais propostos visando a restauração de Áreas de Reserva Legal, com geração de renda.	94
Tabela 26 - Indicadores técnicos e custos para implantação dos sistemas agroflorestais propostos para a restauração de Áreas de Preservação Permanente, com geração de renda. ..	95

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Custos previstos com insumos e mão de obra para implantação e condução de sistemas agroflorestais propostos para diversificação da produção e melhoria ambiental. 48
- Figura 2** - Resumo dos valores de receitas, despesas e saldos finais de arranjos agroflorestais biodiversos propostos para diversificação da produção e melhoria ambiental. 49
- Figura 3** - Custos previstos com insumos e mão-de-obra para implantação e condução de dois sistemas agroflorestais propostos visando a restauração de Áreas de Reserva Legal..... 61
- Figura 4** - Resumo dos valores para receitas, despesas e saldos finais de arranjos agroflorestais biodiversos propostos para restauração de Áreas de Reserva Legal. 63
- Figura 5** - 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. 74
- Figura 6** - Resumo dos valores para receitas, despesas e saldos finais de arranjos agroflorestais biodiversos propostos visando a restauração de Áreas de Preservação permanente..... 75

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	9
ABSTRACT	11
1. INTRODUÇÃO GERAL	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1 Alguns cenários atuais e necessidades de mudanças para um futuro melhor	16
2.2 Sistemas agroflorestais biodiversos	17
2.3 Sistemas agroflorestais para diversificação de sistemas de produção	19
2.4 Sistemas agroflorestais para restauração de Áreas de Reserva Legal	20
2.5 Sistemas agroflorestais para restauração de Áreas de Preservação Permanente	22
2.6 Análise financeira de sistemas agroflorestais.....	24
2.6.1 Valor Presente Líquido (VPL)	26
2.6.2 Taxa Interna de Retorno (TIR).....	26
2.6.3 Relação Benefício/Custo (B/C).....	27
2.6.4 Tempo de Retorno do Investimento (Payback Descontado)	27
2.6.5 Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE).....	27
2.6.6 Índice de Lucratividade (IL)	27
2.6.7 Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM)	27
3. METODOLOGIA	28
3.1 Ferramentas de pesquisa para composição de arranjos de sistemas agroflorestais biodiversos	28
3.2 Coleta de dados para subsidiar as análises econômicas	31
3.3 Método de mensuração	32
3.3.1 Receita Bruta de vendas (RBV)	33
3.3.2 Tributo Sobre a Receita Bruta de Vendas (TSRC).....	33
3.3.3 Tributos Sobre os Custos e Despesas Fixas Totais	33
3.3.4 Depreciação.....	34
3.3.5 Imposto de Renda Pessoa Física (IRPF)	34
3.3.6 Investimentos Fixos (IF)	34
3.4 Taxa Mínima de Atratividade (TMA).....	34
3.5 Análise de sensibilidade.....	37

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1 Arranjos agroflorestais para diversificação em áreas de produção e melhoria ambiental, com viabilidade econômica	37
4.1.1 Caracterização e composição dos arranjos agroflorestais propostos	37
4.1.2 Investimentos Fixos	42
4.1.3 Fluxo de Caixa	43
4.2 Arranjos agroflorestais biodiversos para restauração de Áreas de Reserva Legal, com geração de renda.....	52
4.2.1 Caracterização e composição dos arranjos agroflorestais propostos	52
4.2.2 Investimentos Fixos	55
4.2.3 Fluxo de Caixa	57
4.3 Arranjos agroflorestais biodiversos para restauração de Áreas de Preservação Permanente, com geração de renda.....	65
4.3.1 Caracterização e composição dos arranjos agroflorestais propostos	65
4.3.2 Investimentos Fixos	69
4.3.3 Fluxo de Caixa	70
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
6. REFERÊNCIAS	80

RESUMO GERAL

A matriz predominante de produção de alimentos no Brasil, baseada em monocultura ou baixa diversificação de atividades produtivas, vem sendo questionada por diversos segmentos da sociedade quanto à sua sustentabilidade econômica, social e ambiental. Uma das críticas e constatações refere-se à grande quantidade de passivos ambientais inerentes às Áreas de Reserva Legal (ARLs) e Áreas de Preservação Permanente (APPs) que resultaram dessa agricultura intensiva. Há necessidade de mudanças nessa matriz, estimulando a adoção de sistemas agrícolas mais resilientes às adversidades climáticas, que sejam mais sustentáveis ambientalmente, socialmente e economicamente. Os sistemas agroflorestais biodiversos (SAFs) vêm se destacando como uma alternativa que pode responder de forma satisfatória aos grandes desafios de produção de alimentos, bem como restaurar áreas degradadas. Porém, ainda há muitas dúvidas quanto aos tipos de SAFs a serem utilizados para os múltiplos propósitos e sua viabilidade financeira. 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 degradadas, produção de alimentos e geração de renda, os quais são destinados à diversificação da matriz de produção em áreas exploradas com a agricultura, restauração de Áreas de Reserva Legal e de Áreas de Preservação Permanente. Para propor os arranjos de SAFs, levantaram-se informações detalhadas sobre espécies arbóreas nativas destinadas à restauração ambiental e geração de renda, bem como de culturas agrícolas com bom potencial produtivo e de rentabilidade, baseando-se em bibliografias, consultas a especialistas e pesquisa de mercado. Após a identificação das espécies para a restauração ambiental, produção de alimentos e geração de renda, definiram-se os espaçamentos e 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 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 ARLs e 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, bianual ou trienal nesse período destinadas à geração e renda. Os indicadores financeiros evidenciam que os arranjos de sistemas agroflorestais propostos para diversificação em áreas de produção, bem como para restauração de Áreas de Reserva Legal e 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.

ABSTRACT

The predominant matrix of food production in Brazil, based on monoculture or on low diversification of productive activities, has been questioned by various segments of society regarding its economic, social, and environmental sustainability. One of the criticisms and conclusions refers to the large amount of environmental liabilities inherent in the Legal Reserve Areas (ARLs) and the Permanent Preservation Areas (APPs) that resulted from this intensive agriculture. There is a need for changes in this matrix, encouraging the adoption of agricultural systems that are more resilient to climate adversities, and that are more environmentally, socially, and economically sustainable. Biodiversity agroforestry systems (SAFs) are emerging as an alternative that can satisfactorily address the major challenges of food production as well as restore degraded areas. However, there are still many questions regarding the types of SAFs to be used for multiple purposes and their financial viability. In this context, a modeling work was developed, involving multidisciplinary knowledge, with the objective of proposing arrangements of biodiverse agroforestry systems for multiple purposes, including the recovery of degraded areas, food production, and income generation, which are intended to diversify the productive matrix in areas exploited with agriculture, restoration of Legal Reserve Areas and Permanent Preservation Areas. To propose the SAFs arrangements, detailed information was gathered on native tree species intended for environmental restoration and income generation, as well as on agricultural crops with good productive potential and profitability, based on bibliographies, consultations with experts, and market studies. After identifying the species for environmental restoration, food production, and income generation, the spacing and plant densities were defined in each system; the demands for inputs, machinery services, and labor, the market prices, the expected production, and the values to be sold were estimated. For the economic analysis, the spreadsheet AmazonSAF v 4-2.5 was adopted as a tool to enter data regarding the plant species used. The economic-financial viability analysis was then performed for a 20 year period, using the following indicators: Minimum Rate of Attractiveness (MRA), Internal Rate of Return (IRR), Net Present Value (NPV), Return on Investment Time (Updated Payback), Annualized Equivalent Value (EAV), and Benefit/Cost Ratio (B/C). The SAFs arrangements proposed for the restoration of ARLs and APPs meet the Brazilian Forest Code as an option for restoration of environmental liabilities, because they have characteristics for the provision of a wide range of environmental services that enhance the recovery of these areas. The largest costs and fixed/variable expenses inherent in the proposed agroforestry systems occur in the first four years, arising mainly from the labor and input requirements of

annual, biannual, or triennial crops in this period intended for income generation. The financial indicators show that the agroforestry systems proposed for diversification in production areas, as well as for the recovery of Legal Reserve Areas and Permanent Preservation Areas, have the potential to be economically viable, as demonstrated by the updated recovery already in the first years after implementation, which encourages farmers to adopt them.

1. INTRODUÇÃO GERAL

As Nações Unidas relatam que houve um agravamento dramático da fome mundial em 2020, provavelmente relacionado às consequências da pandemia do Covid-19 (FAO, 2021). Embora o impacto da pandemia ainda não tenha sido totalmente mapeado, um relatório de várias agências estima que cerca de um décimo da população global – até 811 milhões de pessoas – enfrentaram a fome no ano passado. Assim, evidencia-se a necessidade de maiores esforços para o mundo honrar sua promessa de acabar com a fome até 2030.

O incremento na necessidade de alimentos não se deve apenas ao crescimento populacional, mas também acompanhar o balanço entre os alimentos produzidos, exportados e as estimativas de desperdício (KEPPLE, 2011, p. 189), bem como a expectativa de vida, frente ao progresso tecnológico e as melhorias de renda, salubridade, educação e saúde (DONG; MILHOLLAND; VIJG, 2016).

Mesmo com esse cenário assustador, afim de alimentar a população em 2050, deverão ser produzidos 3 bilhões de toneladas de cereais e 470 milhões de toneladas de carne, ou seja, haverá a necessidade de adicionar 358 e 148 milhões de toneladas de cereais e carne, respectivamente, em relação à produção atual (FAO, 2021).

Entretanto, para suprir essas demandas elevadas, porém necessárias, o setor agrícola poderá avançar suas fronteiras para novas áreas, o que acabará resultando em passivos ambientais, como a redução da biodiversidade (BARLOW *et al.*, 2017), alteração dos ciclos de carbono e água (LAURENCE; SAYER; CASSMAN, 2014), afetando a provisão de vários serviços ecossistêmicos (FOLEY *et al.*, 2005). Porém há cerca de 24% de áreas (3,5 bilhões de hectares) utilizadas na agropecuária que estão degradadas em diferentes níveis, das quais em torno de 20% são de pastagens com baixíssima capacidade de disponibilidade de forragem aos animais (WOODS *et al.*, 2015).

Nesse cenário, o principal desafio da agricultura atual será aumentar a produtividade das áreas e, simultaneamente, otimizar o uso da água e dos solos (FISCHER; EDMEADS, 2010; FOLEY *et al.*, 2011). Nesse contexto, a adoção de sistemas agroflorestais biodiversos (SAFs) destaca-se como uma alternativa sustentável, promissora para a melhoria ambiental, produção de alimentos e geração de renda às famílias agricultoras.

Como propõe Nair (2007), os SAFs são caracterizados pelo cultivo simultâneo ou escalonado, no espaço e no tempo, de árvores com espécies agrícolas anuais, plurianuais ou perenes, na presença ou não de animais. Agregam possibilidades em combinar os benefícios da produção de alimentos, forragem, energia, madeira, óleos e outros, com os serviços de conservação do solo, manutenção da fertilidade, ciclagem de nutrientes, controle de erosão, fixação biológica de nitrogênio e uma maior estabilidade do microclima nas propriedades agrícolas (NAIR, 2007; BHAGWAT *et al.*, 2008; DE BEENHOUWER *et al.*, 2013; TORRALBA *et al.*, 2016).

Esses agroecossistemas são biodiversos e se baseiam em princípios agroecológicos, sendo capazes de promover renda aos agricultores e favorecer o meio ambiente (ABDO *et al.*, 2008; HERMIDA, 2015; VASCONCELOS; BELTRÃO, 2018). Destaca-se, também, o potencial desses sistemas para restaurar Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Áreas de Reserva Legal (ARLs), tornando-se uma opção factível aos produtores para restaurar passivos ambientais (SILVA, 2013), conciliando com suas atividades produtivas.

Segundo a legislação ambiental brasileira, Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), essas áreas 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. Ainda, segundo essa Lei, ela estabelece quais os tipos de atividades produtivas permitidas ou não de serem desenvolvidas nas APPs e ARLs.

Entretanto, a possibilidade de recuperar áreas degradadas através de sistemas agroflorestais constitui-se em um estímulo para os agricultores que não desejam reduzir as áreas produtivas, geradoras de renda. Esse processo, atualmente, ainda ocorre de forma incipiente, porque a tradição florestal não faz parte da cultura humana e os pequenos fragmentos presentes nas propriedades agrícolas como áreas de Reserva Legal e Preservação Permanente, são encarados como "terras improdutivas", um verdadeiro empecilho à maximização do uso da terra (CULLEN JR. *et al.*, 2003). 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 (BERTALOT *et al.*, 2000; MICCOLIS *et al.*, 2016; PADOVAN *et al.*, 2021a).

Contudo para que os agricultores entendam e tenham confiança no empreendimento e que seja viável, é necessário primeiramente uma avaliação, não devendo apenas considerar só o arranjo escolhido e combinado com o clima, solo, vegetação e as características da área, mas também deve-se estabelecer critérios de decisão de acordo com a realidade dos agricultores. No entanto, há elevado contingente de agricultores, principalmente aqueles de base familiar, que não têm acesso às inovações tecnológicas, e a consequente otimização da produção, constituindo como fator que os diferencia no que diz respeito à sua participação na dinâmica produtiva e mercadológica (MARQUES *et al.*, 2011).

Portanto, processos de modelagem de agroecossistemas com avaliação prévia de desempenho financeiro faz-se necessário, possibilitando identificar os custos das atividades e o tempo de retorno do investimento, tornando possível quando for necessário, “alterar as espécies e arranjos, formas de preparo da área, uso de insumos e equipamentos, entre outros processos” (BAQUERO, 1996; PADOVAN *et al.*, 2021a).

Outro fator importante a ser considerado nos estudos de viabilidade dos SAFs refere-se aos métodos de análise de investimentos, que vislumbram estimar o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR), Relação Benefício Custo (B/C) e o período de Payback Descontado (PPD) (ARCO-VERDE; AMARO, 2014; LUCENA *et al.*, 2016).

Silva (2016, p. 43) explica que, apesar da avaliação ser feita na metodologia de economia clássica, ela cumpre a função de demonstrar um conjunto de elementos que precisam ser considerados na tomada de decisão sobre os agroecossistemas a serem implantados, especificamente envolvendo sistemas agroflorestais. Frente a isso, Canuto *et al.* (2017, p. 178) ressaltam que a expectativa é que os SAFs se transformem em uma das mais importantes alternativas à crise social e ecológica da atualidade pela sua “dupla função”: atender metas ecológicas e econômicas, simultaneamente.

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 degradadas, produção de alimentos e geração de renda, os quais são destinados à diversificação da matriz de produção em áreas exploradas com a agricultura, restauração de Áreas de Reserva Legal e de Áreas de Preservação Permanente.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Alguns cenários atuais e necessidades de mudanças para um futuro melhor

Segundo o relatório da FAO, publicado recentemente e intitulado “Estado da segurança alimentar e nutricional no mundo” (SOFI)¹ (2020), e que foi redigido em colaboração com o Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola (FIDA), Fundo das Nações Unidas para a Infância (Unicef), Programa Mundial de Alimentos (WFP) e a Organização Mundial da Saúde (OMS), 690 milhões de pessoas passaram fome no mundo entre os anos de 2017-2019, o que correspondia a 8,9% da população mundial.

Em 2020, foi estimado o número de pessoas no mundo que enfrentaram a fome, correspondendo entre 720 a 811 milhões (161 milhões a mais do que em 2019) e que em torno de 2,37 bilhões de pessoas não tiveram acesso a uma alimentação adequada (aumento de 320 milhões de pessoas em apenas um ano) (FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO, 2021, p. vi).

No Brasil não é diferente, como destaca Benítez (2018), a fome afeta 14 milhões de pessoas, o equivalente a aproximadamente 7% da população brasileira. Nessas perspectivas de projeções e com elevado crescimento populacional para as próximas décadas, associado ao grande número de pessoas em estado de subalimentação e a necessidade em produzir alimentos para atender a demanda crescente (VASCONCELOS; BELTRÃO, 2018), vem se criando um grande entrave, gerando debates por organismos internacionais, governos, parcerias público-privada, empresas privadas e organizações não governamentais, de como é necessário aprimorar as formas de uso da terra, adotando técnicas, práticas e processos que contribuam para a adoção de sistemas sustentáveis, que atendam aos pilares ambiental, econômico e social (FAO, 2017).

Prova recente desta preocupação é a Agenda 2030 que, de acordo com o site da ONU, se constitui em um plano de ação que visa erradicar a pobreza, proteger o planeta e garantir que as pessoas alcancem a paz e a prosperidade, afirmando, ainda, que para pôr o mundo em um caminho sustentável é urgente tomar medidas ousadas e transformadoras. Os objetivos e metas desta Agenda são mais ambiciosos e são integrados entre si, devendo ser alcançados até o ano de 2030. Nessa agenda são propostos os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS),

1 Título original em Inglês: *The State of Food Security and Nutrition in the World - 2020*. Transforming food systems for affordable healthy diets.

que elencam 169 metas universais, cujo avanço é monitorado por 232 indicadores globais. Dentre os ODS da agenda 2030, os Objetivos 1 e 2 são bastante relevantes com adesão intrínseca ao foco desse trabalho, pois tratam da segurança alimentar, melhoria dos índices e da qualidade da nutrição e promoção da agricultura sustentável (ONU, 2015, 2018).

Entretanto, observa-se um embate que é polarizado entre aqueles que mantêm práticas convencionais e os que buscam iniciativas e mudanças conservacionistas, reduzindo as externalidades negativas provocadas pelas extensivas atividades de produção de alimentos (FERRAZ, 2003; PALUDO; COSTABEBER, 2012) e que buscam maior segurança alimentar, entre outros componentes importantes para a sustentabilidade social, econômica e ambiental.

Com todas essas propostas, estimulando as ações dos países na busca pelo desenvolvimento sustentável, fica claro o quanto a desigualdade no Brasil ainda é um problema grave, que impede o desenvolvimento mais inclusivo e sustentável. Considerando todas as formas de adequar a alguns desses objetivos, verifica-se que há opções sustentáveis para a produção diversificada de alimentos saudáveis e, ao mesmo tempo, com investimentos em melhoria ambiental, como os sistemas agroflorestais biodiversos que dão atenção à produção, à comercialização e ao consumo de alimentos de forma sustentável, tomando o cuidado com fatores ambientais, sociais e econômicos de todas as cadeias produtivas (SIATKOWSKI *et al.*, 2018).

Aparentemente considerava-se serem sistemas desconhecidos, entretanto, aproximadamente 1,2 bilhão de agricultores no mundo praticam, defendem e dependem dos SAFs por serem geradores de benefícios ambientais, culturais, sociais e econômicos (FAO, 2017).

2.2 Sistemas agroflorestais biodiversos

Os sistemas de produção agrícola predominantes, pautados em monocultivos, constituem-se em preocupações a nível mundial, em função de processos de redução da biodiversidade nos agroecossistemas, degradação de solos e de mananciais de água, além de impactos socioeconômicos negativos às famílias agricultoras, principalmente aquelas que possuem pequenas áreas (ALTIERI; NICHOLLS, 2011; PADOVAN *et al.*, 2019a).

Devido a eventos climáticos cada vez mais adversos, como as secas extremas sendo um dos principais agravantes, estima-se a queda expressiva na produção de alimentos no mundo a partir do ano de 2030, o que afetará principalmente os pequenos agricultores (IPCC, 2014).

Nesse contexto, Altieri e Nicholls (2011) ressaltam que há necessidade de mudanças na matriz predominante de produção de alimentos, estimulando a adoção de sistemas agrícolas mais resilientes às adversidades climáticas, que sejam mais sustentáveis ambientalmente, socialmente e economicamente. Nesse sentido, a produção de alimentos em bases agroecológicas destaca-se, uma vez que tem demonstrado ao longo do tempo, potencial para atender a necessidade mundial por inovações em produção de alimentos, conservando e preservando os recursos naturais.

Os sistemas agroflorestais biodiversos, que são pautados em técnicas e práticas de base agroecológicas (PADOVAN *et al.*, 2021a), têm sido apontados como “ferramentas estratégicas” para a reintrodução do componente arbóreo em agroecossistemas, com objetivos ecológicos e econômicos, envolvendo a valorização da agricultura de base familiar, podendo ser considerados multifuncionais, envolvendo o uso da terra em paisagens rurais (MATTSONN; OSTWALD; NISSANKA, 2017).

Nesses sistemas, plantas lenhosas e perenes são inseridas e manejadas com culturas agrícolas em uma mesma área, envolvendo diferentes formas de arranjo espacial e sequência temporal. Há diversos tipos de SAFs, desde sistemas simplificados, com poucas espécies e baixa intensidade de manejo, até sistemas altamente complexos, com alta diversidade vegetal e alta intensidade de manejo, e entre esses, vários modelos intermediários (BERNOUX; CHEVALLIER, 2014; MICCOLIS *et al.*, 2016; PADOVAN *et al.*, 2019a).

Considerando, além desses fatores, ainda são recomendados como prática ecologicamente correta e estratégica de manejo do solo para restauração de paisagens florestais, aliando produção agrícola com melhoria ambiental (OLIVEIRA; CARVALHÃES, 2016; FAO, 2017). O uso desses sistemas como forma de restauração de Áreas de Reserva Legal (ARLs) e Áreas de Preservação Permanente (APPs) é amparado pela Lei nº 12.651/ 2012 (BRASIL, 2012) e representa uma alternativa tecnológica para reduzir as taxas de desmatamento (ANTÔNIO, 2012; CARDOZO *et al.*, 2015), recuperar e fortalecer a produtividade do local, além de garantir serviços ecossistêmicos (SE) como fixação de carbono (JOSE; BARDHAN,

2012), a regulação hidrológica (NICODEMO, 2011), entre outros SE (MICCOLIS *et al.*, 2016; PADOVAN *et al.*, 2019b).

Os sistemas agroflorestais biodiversos caracterizam-se como uma estratégia de melhoria ambiental associada à produção, que gera renda para os agricultores e possuem maior capacidade de adaptação às mudanças climáticas em relação aos sistemas monoculturais predominantes, o que se configura como uma estratégia relevante visando praticar agricultura sustentável (PERUCHI, 2014). Esses agroecossistemas ainda seguem a dinâmica sucessional de floresta, cultivando e manejando de modo a aumentar biodiversidade local, a fertilidade do solo e a quantidade de água (FEARNSIDE, 2019).

Os SAFs podem assumir diversas formas de arranjos, de acordo com sua finalidade, podendo desempenhar vários papéis nas propriedades rurais, como conservação, suporte e produção, e podem estar associados a benefícios econômicos em decorrência dos serviços ambientais (SA) que provém (SANTOS, 2020). Dessa maneira, esses agroecossistemas são capazes de gerar benefícios econômicos aos agricultores, além daqueles gerados pela produção de alimentos e sua comercialização (MERCER *et al.*, 2014; PADOVAN *et al.*, 2017a).

As experiências com sistemas agroflorestais biodiversos estão aumentando expressivamente em todas as regiões do Brasil, incentivados por alguns trabalhos participativos desenvolvidos por instituições públicas e organizações não governamentais, entre outras entidades (VIVAN, 2010; PADOVAN *et al.*, 2019a).

2.3 Sistemas agroflorestais para diversificação de sistemas de produção

Silva e Silva (2020) ressaltam que os sistemas agroflorestais biodiversos consistem na integração de cultivos agrícolas consorciados com espécies florestais para múltiplas finalidades (econômicas e ambientais) dentro de um sequenciamento temporal. Esses processos proporcionam importantes características aos SAFs que corresponde a uma vasta diversidade de espécies vegetais, ao integrarem diferentes sistemas produtivos, viabilizando a diversificação das atividades econômicas nas propriedades rurais, aumentando a lucratividade por unidade de área e minimizando os riscos de perdas de renda, seja ela por eventos climáticos ou mesmo por condições adversas de mercado (SCHEMBERGUE *et al.*, 2017).

De acordo com a disposição das espécies nos arranjos, os SAFs podem ter uma grande variação, sendo adensados ou não, contínuos ou ao acaso e também simultâneos ou sequenciais.

Essa diversidade de possibilidades ocorre de forma que haja um intervalo de tempo entre a colheita da primeira cultura e a semeadura das culturas subsequentes. Já para os simultâneos, existem várias situações: há culturas com a mesma época de plantio e colheita, outras de mesma época de semeadura e épocas diferentes de colheita, todas no mesmo sistema ao mesmo tempo (ABDO *et al.*, 2008).

Existem vários estudos sobre sistemas agroflorestais, envolvendo sua utilização atual e o potencial, porém há escassez de informações sobre esses sistemas de produção, tanto na escolha das espécies apropriadas, bem como na adequação à legislação existente. Deve-se escolher espécies vegetais adaptadas à região de implantação e promover uma boa interação entre elas, e o uso adequado do meio físico é fundamental. Também é estratégico levar em conta as necessidades do mercado consumidor e analisar a sua viabilidade econômica (ABDO *et al.*, 2008).

Padovan *et al.* (2017b) salientam que a carência de informações inerentes aos custos de implantação e manutenção de SAFs, aliados à viabilidade econômica desses sistemas, são aspectos importantes que dificultam a adoção desses agroecossistemas em larga escala. Nesse sentido, Martinelli *et al.* (2019) e Paulus *et al.* (2021) ressaltam que se os agricultores não vislumbrarem boas perspectivas de remuneração dos seus serviços e retornos dos seus investimentos, não vão adotá-los.

2.4 Sistemas agroflorestais para restauração de Áreas de Reserva Legal

As áreas protegidas são reconhecidas globalmente como essenciais para a preservação de uma gama de bens e serviços fundamentais para a vida na Terra. Diante da abrangência e da severidade dos impactos e das pressões antrópicas sobre o planeta, a importância e a necessidade de esforços para a manutenção e ampliação dessas áreas são ainda maiores (HOCKINGS; PHILLIPS, 1999; ELI, 2003; CHAPE *et al.*, 2008; PADOVAN *et al.*, 2021).

Assim, as áreas protegidas estão no cerne de compromissos globais, e no Brasil não é diferente. A Política Nacional do Meio Ambiente no Brasil institui como um de seus instrumentos os espaços territoriais especialmente protegidos, que podem ser públicos ou privados, de proteção integral ou de uso sustentável, conforme as leis nº 6.938/1981, 9.985/2000 e 12.651/2012 (BRASIL, 1981, 2000, 2012).

Como as áreas públicas sob proteção são consideradas insuficientes, em quantidade e distribuição (GOTTFRIED *et al.*, 1996), a conservação em áreas privadas, de fragmentos florestais e de outros tipos de vegetação nativa, é fundamental para proteção da natureza e um importante componente da estratégia nacional para uso sustentável dos recursos naturais (METZGER, 2002; ELI, 2003; HAUFLER; KERNOHAN, 2009).

Com a Lei Federal 12.651/2012 (BRASIL, 2012), que institui o Programa de Regularização Ambiental (PRA), a busca de alternativas ao modelo tradicional de restauração florestal (que utiliza apenas espécies nativas do bioma), tende a ganhar relevância. Apesar da importância da regularização ambiental da propriedade rural, a partir da recomposição das Áreas de Reserva Legal (ARLs) e Áreas de Preservação Permanente (APPs), é consenso que o alto custo de implantação de projetos para a restauração florestal utilizando-se técnicas convencionais como o adensamento e enriquecimento com mudas e sementes, bem como o plantio total de mudas, por exemplo, constitui-se em obstáculo para sua realização por proprietários rurais (LELES; OLIVEIRA NETO; ALONSO, 2015; PADOVAN *et al.*, 2021a).

Ressalta-se que a obrigatoriedade da restauração das ARLs e APPs vem causando problemas econômicos a famílias rurais, principalmente os pequenos proprietários e posseiros, detentores de áreas muito diminutas, de onde têm a necessidade de extraírem o sustento de suas famílias (FILIPPIN, 2011).

No entanto, o Código Florestal Brasileiro (CFB), Lei nº 12.651/2012, prevê a conservação das Áreas de Reserva Legal com cobertura de vegetação nativa, porém pode ser explorada mediante manejo sustentável previamente aprovado pelo órgão competente do Sistema Nacional do Meio Ambiente. As propriedades cujas ARLs possuem extensão inferior ao estabelecido pela lei e que necessitam regularizar sua situação, têm como uma das opções a recomposição mediante o plantio intercalado de espécies nativas e exóticas, por meio de sistemas agroflorestais (BRASIL, 2012).

Portanto, analisar e propor alternativas para prover ganhos econômicos nas áreas destinadas à restauração ou preservação, utilizando-se sistemas agroflorestais, apresenta-se como uma alternativa para garantir segurança alimentar e renda a essas famílias (FILIPPIN, 2011).

Face ao exposto, evidencia-se a importância de reabilitar essas áreas degradadas, atribuindo 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 (IBAMA, 1990; BARBOSA, 2006; NUNES; VIVAN, 2011; PADOVAN *et al.*, 2021a).

Não é viável comparar nem os custos de implantação e nem a rentabilidade de um SAF, com o monocultivo de milho, por exemplo. Mas, quando se considera que essas ARLs impõem limitação legal ao cultivo homogêneo e, ainda, a alternativa mais propalada é o plantio exclusivo de espécies florestais nativas do bioma, a grande maioria sem a possibilidade legal de uso econômico, os SAFs ganham dimensão estratégica face às suas multifuncionalidades (FÁVERO; LOVO; MENDONÇA, 2008).

A área recomposta com SAFs envolvendo espécies exóticas não deve exceder 50% da área total a ser recuperada. No caso de pequena propriedade ou posse rural familiar (até quatro módulos fiscais), que é considerada atividade de interesse social, a Lei nº 12.651/2012 explicita que a ARL pode ser mantida com plantios de árvores frutíferas, ornamentais ou industriais, compostos por espécies exóticas cultivadas em sistema intercalar ou em consórcio com espécies nativas. No entanto, a exploração agroflorestal não deve descaracterizar a cobertura vegetal existente e não prejudicar a função ambiental das áreas (BRASIL, 2012).

2.5 Sistemas agroflorestais para restauração de Áreas de Preservação Permanente

Segundo Miccolis *et al.* (2016), as Áreas de Preservação Permanente 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 a toda a humanidade.

A legislação ambiental tem como premissa organizar a forma pela qual a sociedade se utiliza dos recursos ambientais, estabelecendo métodos, critérios, proibições e permissões, definindo o que pode e o que não pode ser apropriado economicamente, bem como essa apropriação pode ser feita quando permitida. A Lei 12.651/2012 institui as regras gerais sobre onde e de que forma a vegetação nativa do território brasileiro pode ser explorada e determina as áreas que devem ser preservadas e quais regiões são autorizadas a receber os diferentes tipos de produção agropecuária (BRASIL, 2012).

O CFB exige dos produtores a recuperação dos passivos ambientais, ou seja, áreas da propriedade que estão em desacordo com a lei, correspondendo, principalmente às APPs, são

definidas no Art. 3, II como: “áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (BRASIL, 2012).

No entanto, a restauração 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 (PADOVAN *et al.*, 2021a).

O CFB permite a recomposição de APPs por meio de sistemas agroflorestais, 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 conhecimentos tradicionais, a diversificação produtiva e os fatores sociais, econômicos e ecossistêmicos que os SAFs proporcionam (ALMEIDA, 2019; NASCIMENTO; ALVES; SOUZA, 2019; PADOVAN *et al.*, 2021a).

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 restauração de áreas degradadas.

Nesse processo de restauração de APPs, os SAFs representam atividades integradoras, onde o uso de espécies arbóreas nativas possibilita a recuperação dessas áreas degradadas, por meio da redução da erosão e aumento do acúmulo de matéria orgânica (SCHEMBERGUE *et al.*, 2017).

No entanto, Padovan *et al.* (2021a) chamam a atenção que os SAFs devem ser formados por grande diversidade de espécies arbóreas nativas e de famílias botânicas, de diferentes grupos sucessionais; 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 Moressi (2014) ressaltam que os SAFs se fundamentam pela sucessão natural, possibilitando 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, pois é formado por grande diversidade de espécies vegetais, o que favorece a recuperação ambiental dessas áreas.

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 (EMBRAPA AGROBIOLOGIA, 2004; PADOVAN *et al.*, 2021a).

Os SAFs se apresentam como boa opção para a recuperação de processos ecológicos em APPs, uma vez que estabelecem cobertura vegetal perene e multiestratificada sobre o local em restauração, aumentando a eficiência no uso de recursos locais, resultando em melhor desempenho do sistema (NIETHER *et al.*, 2019).

Miccolis *et al.* (2016) ressaltam 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, além de promoverem melhorias nas condições de vida dos agricultores.

A possibilidade de usar SAFs para compor APPs torna-se uma opção factível e estimulante aos agricultores (SILVA, 2013). A diversificação produtiva é outra característica relevante dos SAFs, pois possibilita o custeio da restauração desses passivos ambientais (VARELA; SANTANA, 2009; PADOVAN *et al.*, 2021a). 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.*, 2021a).

2.6 Análise financeira de sistemas agroflorestais

Nair (2014) e Vooren *et al.* (2016) enfatizam que esses agroecossistemas produzem vários serviços ambientais que promovem a melhoria ambiental, segurança alimentar e aumento de renda dos agricultores, e o desenvolvimento local.

Apesar dessa grande relevância, existem algumas lacunas inerentes a SAFs que causam incertezas aos agricultores, atreladas à falta de informação de uso desses sistemas, associado às diversas características dos arranjos nos consórcios, espécies cultivadas e suas finalidades geralmente vinculadas aos riscos sociais e econômicos. Há necessidade de apoiar agricultores, profissionais da assistência técnica, gestores e agentes creditícios em tomadas de decisões (PADOVAN *et al.*, 2016).

Como parte desse processo, segundo Martinelli *et al.* (2019) e Paulus *et al.* (2021), é necessário a aplicação de técnicas de análise de investimentos de capital, cujo objetivo principal é verificar se o retorno a ser obtido pelos agricultores em um sistema agroflorestal é suficiente para remunerar o custo do capital nele investido, considerando o ambiente externo e a volatilidade do mercado a curto, médio e longo prazo.

Arco-Verde e Amaro (2014) enfatizam que um dos fatores importantes para selecionar arranjos agroflorestais viáveis financeiramente é conhecer, previamente, a composição de espécies vegetais a serem implantadas, os custos de cada fase, a demanda de mão de obra e a rentabilidade decorrente da comercialização da produção prevista, permitindo comparar estes indicadores com os de outros sistemas de produção.

Santos, Marion e Segatti (2002) ressaltam que a análise financeira examina os custos e benefícios em função dos preços de mercado e determina suas relações com os diferentes indicadores, possibilitando identificar a possível viabilidade ou não de um empreendimento ou projeto.

Portanto, ao se realizar a análise financeira, o investidor é informado sobre quando e quanto deve investir ou receber de um projeto sob a forma de ingressos, podendo mensurar quando serão realizadas as atividades produtivas e o fluxo real de custos e ingressos durante o período da análise e o balanço final do investimento (ARCO-VERDE; AMARO, 2014, 2015).

Essa análise é embasada em métodos de avaliação que utilizam indicadores de rentabilidade, dentre os que produzem resultados de maior confiabilidade. Todos levam em consideração a variação do capital no tempo, de forma que cada um aponta diferentes aspectos relacionados aos projetos (SILVA; FONTES, 2005).

Na Tabela 1 é apresentado um resumo de indicadores de rentabilidade (VPL, TIR, RC/B, IL, VAUE e Payback descontado), assim como as fórmulas e informações complementares que são utilizadas em análises de viabilidade econômico-financeira.

Tabela 1 – Indicadores financeiros e fórmulas utilizadas para cálculos em análises de viabilidade econômico-financeira de projetos de investimento.

Indicadores Financeiros	Fórmulas	
Valor Presente Líquido (VPL)	$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+K)_t} - I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{I_t}{(1+k)_t} \quad (1)$	FC_t = fluxo (benefício) de caixa de cada período; K = taxa de desconto do projeto, representada pela rentabilidade mínima requerida; I_0 = investimento previsto no momento zero; I_t = valor do investimento previsto em cada período subsequente.
Taxa Interna de Retorno (TIR)	$TIR = I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{I_t}{(1+k)_t} - I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k)_t} \quad (2)$	I_0 = montante do investimento no momento zero (início do projeto); I_t = montantes previstos de investimento em cada momento subsequente; K = taxa de rentabilidade anual equivalente periódica (IRR); FC = fluxos previstos de entradas de caixa em cada período de vida do projeto (benefícios de caixa).
Relação Benefício/Custo (B/C)	$\frac{B}{C} = \frac{VB(i)}{VC(i)} \quad (3)$	B/C = relação Benefício/Custo; $VB(i)$ valor presente à taxa i , taxa de desconto do projeto, representada pela rentabilidade mínima requerida, da sequência de benefícios; $VC(i)$ valor presente a taxa i dos custos do projeto.
Tempo de Retorno do Investimento (Payback Descontado)	$Payback = \min_{j} \left\{ \sum_{k=1}^j \frac{FC_k}{(1+TMA)_k} \geq FC_0 \right\} \quad (4)$	FC_k = Fluxo de caixa do projeto no tempo k ; TMA = taxa de desconto do projeto, representada pela rentabilidade mínima requerida; FC_0 = Fluxo de caixa do projeto no tempo zero.
Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE)	$VAUE = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)_t} \times \frac{i \times (1+i)^t}{(1+i)^t - 1} \quad (5)$	FC_t = fluxo de caixa do projeto; i = taxa de desconto do projeto, representada pela rentabilidade mínima requerida; n = tempo de vida do projeto.
Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM)	$TIRM = \frac{\sum_{j=0}^n \frac{Y_j}{(1+i)^{n-j}}}{\sum_{j=0}^n \frac{C_j}{(1+i)^j}} = (1 + TIRM) \quad (6)$	Y_j = Fluxo de caixa positivo no período j ; C_j = Fluxo de caixa negativo no período j ; i = taxa de desconto do projeto, representada pela rentabilidade mínima requerida.
Índice de Lucratividade (IL)	$IL = \frac{\text{Valor presente dos benefícios}}{\text{Investimento}} \quad (7)$	

Fonte: Elaboração própria a partir de resultados da pesquisa.

2.6.1 Valor Presente Líquido (VPL)

O valor presente líquido ⁽¹⁾ é a diferença entre o valor investido e o valor resgatado ao fim do investimento, trazidos ao valor presente. Se o VPL for zero significa que aplicar recursos naquela atividade ou não, será indiferente. Se o VPL for positivo, então o valor investido será recuperado e haverá um ganho. No entanto, se o VPL for negativo significa que o investidor estará resgatando um valor menor que o valor investido, não devendo fazer esse investimento (SILVA; FARIAS, 2015; GONÇALVES *et al.*, 2017).

2.6.2 Taxa Interna de Retorno (TIR)

De acordo com De Paula *et al.* (2014), a TIR ⁽²⁾ é a taxa que produz um VPL igual a zero. Considera-se atraente o projeto que apresentar uma TIR maior ou igual à TMA (Taxa Mínima de Atratividade). Dessa forma, a TIR pode ser calculada comparando-se de forma interativa o fluxo de receitas com o fluxo de custos do projeto, atualizado em cada ano.

2.6.3 Relação Benefício/Custo (B/C)

A razão Benefício/Custo ⁽³⁾ indica o retorno dos investimentos a partir da comparação entre receitas e custos atualizados à taxa de desconto que reflete o custo de oportunidade do investimento. De acordo com essa medida de efetividade econômica, aceitam-se os projetos que apresentarem relação B/C maior do que 1, uma vez que revelam possibilidades de produzirem benefícios em excesso aos custos (GONÇALVES *et al.*, 2017). Para efeito de análise, importa que esse índice seja maior que zero, uma vez que o resultado indica em quanto as receitas superam os custos.

2.6.4 Tempo de Retorno do Investimento (Payback Descontado)

O Payback descontado ⁽⁴⁾ é um dos métodos mais comuns para analisar investimentos em projetos, tendo como função calcular o período em que o investidor obterá o retorno de seu investimento inicial. Se esse período de tempo for menor do que o estipulado, tem-se um projeto viável (SILVA *et al.*, 2018).

2.6.5 Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE)

Consiste em encontrar a série uniforme anual equivalente ao fluxo de caixa dos investimentos à Taxa Mínima de Atratividade (TMA). Assim, o VAUE ⁽⁵⁾ é a série uniforme equivalente a todos os custos e receitas para cada projeto, utilizando-se a TMA (CASAROTTO FILHO, 2010). O critério de decisão com o VAUE é o mesmo para o VPL, ou seja, se for positivo, aceita-se o projeto.

2.6.6 Índice de Lucratividade (IL)

Conforme Souza (2014), o índice de lucratividade ⁽⁶⁾ representa a relação entre os valores presentes das entradas líquidas de caixa do investimento inicial, utilizando uma taxa mínima de atratividade. Sendo assim, para o autor, o investimento é considerado rentável quando o valor presente das entradas líquidas de caixa supera o investimento inicial. Segundo Braga (2013), esse método é bastante satisfatório porque considera o valor do dinheiro no tempo e utiliza uma taxa de desconto definida antecipadamente como sendo a mínima aceitável para aprovar o investimento.

2.6.7 Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM)

É uma adaptação da Taxa Interna de Retorno (TIR) ⁽⁷⁾ visando reparar as limitações dessa última, quais sejam, o pressuposto de que os fluxos de caixa positivos são reinvestidos à mesma TIR e em determinados projetos de investimento poderão ser obtidas múltiplas taxas

(CASAROTTO FILHO; KOPITTKE, 2010). Quando se utiliza essa técnica de investimento, é possível prever uma taxa mais realística, ou seja, é a versão melhorada da TIR (LIN, 1976).

Muitos agricultores não utilizam o fluxo de caixa em seu gerenciamento de negócio, ou não fazem a sua análise de forma correta, prejudicando sua gestão financeira com gastos desnecessários, a partir de algum processo realizado. Ao não identificarem desperdícios de recursos (insumos, equipamentos, desgaste de maquinários, etc.), assumem gastos desnecessários que poderiam ser evitados, levando a uma queda significativa do lucro, ou até mesmo resultando em prejuízos (MARTINELLI *et al.*, 2019).

Esses fatores influenciam a perda do controle das contas que o agricultor tem que pagar e, conseqüentemente, prejudicam ganhos e lucros. Não adianta apenas acompanhar os indicadores econômico-financeiros, se não souber quais espécies vegetais podem compor o sistema agroflorestal ou quais serão os ciclos de colheita das espécies agrícolas utilizadas, bem como das perenes, para saber a dinâmica do processo de retorno financeiro (SANTOS *et al.*, 2019a).

Utilizar o fluxo de caixa como ferramenta de análise é estratégico antes de fazer o investimento em uma área composta por diversas variáveis, como tempo, o clima, as alternativas de produção, entre várias outras, até ter um resultado positivo. É fundamental o planejamento, utilizando-se de dados seguros e de fontes idôneas, para ter garantia de visão a curto e médio prazo sobre o seu desempenho. Ter um planejamento de investimentos possibilita a tomada decisões rápidas, fundamentadas diante do surgimento de dificuldades financeiras, principalmente nos primeiros anos dos sistemas agroflorestais, que é o período de maior vulnerabilidade do sistema e em que podem ocorrer mudanças repentinas, tanto dentro do empreendimento quanto no ambiente geral do negócio (MARTINELLI *et al.*, 2019).

3. METODOLOGIA

3.1 Ferramentas de pesquisa para composição de arranjos de sistemas agroflorestais biodiversos

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 e geração de renda, bem como de culturas agrícolas.

Seguindo o que preconiza o Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012) para restauração de Áreas de Preservação Permanente e Áreas de Reserva Legal, propôs-se alta diversidade de espécies arbóreas nativas, as quais ocorrem nos biomas Mata Atlântica e Cerrado, compreendendo diferentes famílias botânicas. Assim, busca-se favorecer processos ecológicos que promovam funcionamento e automanutenção dos sistemas, contribuindo para a restauração das áreas degradadas, conforme Piovesan *et al.* (2013).

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

Outro processo importante na formação dos sistemas agroflorestais é a sucessionalidade, segundo Budowski (1965) e Gandolfi *et al.* (1995), 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).

De acordo com recomendações de Ferreira *et al.* (2013), privilegiou-se espécies de diferentes estágios sucessionais, com maior quantidade de pioneiras e secundárias iniciais. Ressalta-se, também, que assim pode-se contribuir para as interações com a fauna, auxiliando o restabelecimento da dinâmica e do equilíbrio dos ecossistemas. Conforme preconizam Ávila *et al.* (2011), 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.

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

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).

Para a proposição de espécies arbóreas nos arranjos agroflorestais destinados à diversificação da produção agrícola, associados à recuperação de áreas degradadas, partiu-se, inicialmente, do levantamento de espécies arbóreas nativas pioneiras e secundárias iniciais, bem como de exóticas, visando a produção de elevadas quantidades de biomassa para o solo, fixação biológica de nitrogênio e ciclagem de nutrientes.

Os arranjos de sistemas agroflorestais propostos fundamentam-se nas práticas, processos e técnicas agroecológicas preconizadas por Altieri e Nicholls (2011), Miccolis *et al.* (2016) e Padovan *et al.* (2019a).

Para propor as espécies vegetais destinadas à geração de renda nos arranjos agroflorestais para restauração de APPs, ARLs e diversificação da produção, 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 identificar aquelas com maior potencial de rentabilidade e que subsidiariam a modelagem dos arranjos agroflorestais.

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.

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 aos esforços de conservação 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 (podas, uso de insumos, retirada de produtos etc.) (MARTINS; RANIERI, 2014).

Dentre as espécies arbóreas nativas para os SAFs destinados à restauração de APPs, parte é frutífera, as quais são destinadas à geração de renda às famílias agricultoras a partir do

5º ano após a implantação dos sistemas. Estas serão consorciadas com espécies exóticas de ciclo anual, bianual e semiperenes destinadas à geração de renda nos primeiros anos dos sistemas.

Posteriormente, foram realizadas reuniões envolvendo representantes da Embrapa Agropecuária Oeste, Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural, Associação de Produtores Orgânicos de Mato Grosso do Sul e Universidade Federal da Grande Dourados, que atuam com sistemas agroflorestais para discutirem sobre possibilidades de arranjos agroflorestais de múltiplos propósitos, bem como fazerem análises críticas dos dados obtidos.

3.2 Coleta de dados para subsidiar as análises econômicas

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 e mão-de-obra, embalagens, transportes, entre outros, para a composição de custos para 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).

Em relação à estimativa de receita bruta de vendas, 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 que fossem realizados os cálculos de preços, fez-se a projeção destes ⁽⁸⁾, onde se aplicou 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: onde e = exponencial; β = regressão a média.

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

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 consultados dados fornecidos pelo Agriannual e IBGE, referentes ao ano de 2019 e, subsequentemente, 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. Após as contribuições do “painel de especialistas”, sugeriu-se a redução da estimativa da produtividade em 20%, pois as produtividades publicadas do Agriannual correspondem a sistemas de monocultivos e, portanto, com utilização intensiva de insumos (MARTINELLI, *et al.*, 2019).

3.3 Método de mensuração

A elaboração do fluxo de caixa operacional consistiu na criação de uma planilha no Microsoft Excel® (versão 2110), na qual foram inseridos dados já existentes em estudos prévios sobre os SAFs estudados para o período de 20 anos, ou seja, todas as atividades de custos, receita bruta de vendas, despesas e tributos, conforme o arranjo agroflorestal.

Para averiguação quanto à viabilidade econômica, foram adotadas técnicas de avaliação financeira, cujas equações são disponibilizadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Métodos de mensuração (fórmulas) utilizadas para o cálculo dos indicadores de viabilidade financeira.

Técnicas de avaliação	Fórmulas	
Receita Bruta de vendas (RBV)	$R(x) = p(x) \times q(x)$ (10)	R(x) = receita bruta de vendas; p(x) = preço comercializado dos produtos e q(x) = quantidade produzida.
Taxa Mínima de Atratividade (TMA)	$ke = Rf + \beta(Rm - Rf)$ (11)	Ke (Custo do Capital próprio ou taxa mínima de atratividade); Rf (taxa livre de risco); β (Índice de risco não diversificável (risco sistêmico)); Rm (Taxa de retorno de uma carteira representativa do mercado).
CAPM Ajustado Híbrido (AH-CAPM),	$ke = Rf_g + R_c + \beta_{CLG}[\beta_{GG}(R_{MG} - Rf_g)](1 - R^2)$ (12)	Ke - Custo do capital próprio; Rfg - Taxa livre de risco global; Rc - Risco país; β_{CLG} - Beta do país; β_{GG} - Beta desalavancado médio de empresas comparáveis no mercado global; RMG - Retorno do mercado global; R2 - Coeficiente de determinação.
Beta desalavancado (β_{GG})	$\beta_{NA} = \{\beta_A / [1 + (1 - t) \times (D/E)]\}$ (13)	β_A - beta alavancado; t - alíquota de imposto de renda; D - valor do capital de terceiros ou passivo oneroso; E - capital próprio. Após a obtenção do beta desalavancado (β_{NA}), alavanca-se o beta para a nova estrutura de capital (D/E).
Beta alavancado (β_A)	$\beta_A = \{\beta_{NA} \times [1 + (1 - t) \times (D/E)]\}$ (14)	β_A é o beta alavancado. Nesse estudo foi utilizado o beta desalavancado do setor Farming/Agriculture ($\beta_A = 0,59$), calculado por Aswath Damodaran.
Coefficiente de determinação (R^2)	$ke = 2,88\% + 2,58\% + 1,1172[0,59(10,3180\% - 2,88\%)](1 - 0,2747)$ $= 9,0160\% \text{ a.a.}$ (15)	(MARTINELLI <i>et al.</i> , 2019)

Fonte: Elaboração própria a partir de resultados da pesquisa.

3.3.1 Receita Bruta de vendas (RBV)

A receita bruta de vendas (RBV) ⁽¹⁰⁾ é o valor anual referente a produção a ser comercializada no Projeto (BUARQUE, 1991). Para se calcular a receita bruta de vendas, na produção prevista do projeto em questão.

3.3.2 Tributo Sobre a Receita Bruta de Vendas (TSRC)

De acordo com a Lei nº 13.606/2018 (BRASIL, 2018), o agricultor deverá pagar os impostos sobre as negociações realizadas, a alíquota total nesse trabalho é referente a produção prevista nos para cada um, dois sistemas, sendo de 2,3% sobre a receita bruta de vendas que é referente ao Fundo de Assistência ao Trabalhador Rural – FUNRURAL (2,0%), para o INSS, (0,1%) incidindo sob os Riscos Ambientais do Trabalho – RAT, e 0,2% para o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – SENAR, tendo como base a comercialização da produção prevista em cada sistema.

3.3.3 Tributos Sobre os Custos e Despesas Fixas Totais

Para a atividade rural, ou seja, a produção prevista para cada SAFs os tributos incidentes foram sobre o Imposto Territorial Rural (ITR), a Contribuição Sindical Rural (CSR) e o Certificado de Cadastro do Imóvel Rural (CCIR), cujas alíquotas correspondem à 0,03% ao

ano; 0,2% sobre o Valor da Terra ao ano (VTr), acrescido de R\$ 52,50 e R\$ 3,60 ao ano. Todos esses valores correspondem ao ano-calendário de 2019.

3.3.4 Depreciação

A depreciação foi calculada de acordo com a metodologia da CONAB (2010) para custos de produção, utilizando-se os seguintes dados: valor residual, 5% ao ano; vida útil do bem, 2000 horas e o total de horas trabalhadas por hectare, 250 horas.

3.3.5 Imposto de Renda Pessoa Física (IRPF)

A fim de estimar a alíquota do Imposto de Renda Pessoa Física (IRPF), utilizou-se a tabela viabilizada pela Receita Federal no ano-calendário de 2019 e exercício de 2020, cuja alíquota de 7,5% que incide sobre o rendimento bruto anual, obtido pelo agricultor rural em sistemas agroflorestais.

3.3.6 Investimentos Fixos (IF)

Dentro da composição do fluxo de caixa estão os investimentos fixos, que é composto pelo valor da terra e de máquinas/equipamentos. O cálculo desse investimento é realizado anualmente, durante toda a execução do projeto.

Sabe-se que muitos agricultores não possuem recursos para arcar com o investimento inicial, o que dificulta a sua continuação na atividade. Acabam optando-se por simular a utilização de recursos captados junto à instituição de crédito oficial (Banco do Brasil S.A), do programa denominado PRONAF – Floresta, a uma taxa de juros de 2,5% ao ano.

3.4 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

Dentre os modelos de cálculo do Ke ⁽¹¹⁾ o mais utilizado é o CAPM ⁽¹²⁾, uma vez que seus princípios metodológicos não foram superados por qualquer outro modelo (ASSAF NETO *et al*, 2008). Dada essa superioridade teórica e prática do uso do CAPM, esta pesquisa dá maior ênfase as suas adaptações aos mercados emergentes (GARRÁN; MARTELANC, 2007; MACHADO, 2007; CUNHA, 2011; TEIXEIRA; CUNHA; MACEDO, 2013).

Este método possibilita por meio de uma relação linear entre o risco e o retorno dos projetos de investimento apurar e para cada nível de risco assumido, a taxa de retorno que premia esse risco (ROSS *et al.*, 2002; PÓVOA, 2007).

Segundo Teixeira *et al.* (2017), existem limitações para a aplicação do Modelo CAPM em mercados emergentes, dada a impossibilidade de os preços dos ativos não refletirem as informações disponíveis sobre os mesmos, premissa postulada por Fama (1970).

Dentre os fatores que limitam a eficiência nos mercados emergentes, estão os apresentados por Teixeira *et al.* (2017) e com base nos argumentos mencionados por Pereiro (2002), elencou-se os seguintes:

a) as bolsas de valores são altamente concentradas, o que diminui a liquidez dos papéis negociados e a capacidade de diversificação dos investidores e ainda cria a possibilidade de manipulação de preços;

b) as bolsas de valores nos mercados emergentes tendem a ser pequenas em comparação ao PIB dos países emergentes, além de possuírem um pequeno número de empresas abertas;

c) por mais, a aplicação direta do CAPM em mercados emergentes proporciona outros problemas, como a identificação de melhor tecnologia para estimar parâmetros do modelo.

Para minimizar os efeitos das limitações da aplicação do Modelo CAPM em mercados emergentes, diversos modelos foram ajustados. Entretanto para a estimativa do custo de capital próprio nesse estudo, optou-se pela utilização do Modelo CAPM Ajustado Híbrido (AH-CAPM) de Pereiro (2001).

Escolheu-se o modelo descrito acima porque "ajusta o prêmio de mercado global para o mercado interno através da utilização de um beta país que, matematicamente, é representado pela inclinação da regressão entre o índice de mercado local e o índice de mercado global" (TEIXEIRA *et al.*, 2017), atenuando os efeitos da volatilidade dos mercados emergentes, o que dificulta a mensuração dos betas e prêmios de mercado, componentes na formulação do Modelo CAPM, na sua versão original (SOUZA, 2018).

Para a aplicação do modelo AH-CAPM, foram utilizadas as seguintes premissas e fontes de dados:

a) Taxa livre de risco global (R_{fg}): essa taxa representa o retorno sobre um investimento livre de risco. Neste caso, optou pela taxa de juros paga pelos títulos emitidos do Tesouro do Governo dos Estados Unidos, com prazo de resgate em 30 anos (T-Bonds). O valor utilizado

para taxa de rendimento dos T-Bonds de 30 anos é de 2,88% ao ano, obtido em 30/10/2017 (<http://br.investing.com>);

b) Risco país (Rc): para estimar o risco país, utilizou-se o EMBI + Brasil. Mensurado pelo banco norte-americano JP Morgan. Esse indicador avalia os títulos da dívida externa brasileira. Segundo Teixeira *et al.* (2017), "a cada 100 pontos expressos pelo EMBI + Brasil é pago uma sobretaxa, que funciona como um prêmio pelo risco, de 1% sobre os papéis dos Estados Unidos". Neste estudo, o valor utilizado para a taxa EMBI + Brasil é de 2,58% ao ano, obtido em 30/10/2017 (<http://ipeadata.gov.br>);

c) Beta do país (β_{CLG}): o beta do país é obtido pela regressão entre o índice de mercado de ações locais e o índice de mercado global. Como índice de mercado de ações locais, utilizou-se a variação mensal do IBOVESPA, índice que representa a volatilidade do mercado acionário brasileiro, no período de setembro de 2012 a setembro de 2017 (<http://br.investing.com>).

O MSCI ACWI (All Country World Index) foi escolhido para estimar o índice de retorno global. Este índice é divulgado pelo Morgan Stanley Capital International (<http://msci.com>) e mensura o desempenho do mercado acionário de 46 países (23 desenvolvidos e 23 emergentes). A variação mensal do MSCI ACWI, obviamente, pelo uso da regressão, foi coletada no mesmo período do índice IBOVESPA. O resultado do coeficiente angular (inclinação) desta regressão é de 1,1172;

d) Beta desalavancado de empresas comparáveis no mercado global (β_{GG})⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾: para desalavancar o beta médio de um grupo de empresas comparáveis (DAMODARAN, 2002).

e) Retorno do mercado global (RMG): como proxy do retorno do mercado global utilizou-se o MSCI ACWI - All Country World Index (<http://msci.com>), para tanto, apurou-se o retorno médio anual do período 2012 a 2016, cujo valor é de 10,3180% ao ano;

f) Coeficiente de determinação (R^2)⁽¹⁵⁾: é calculado a partir da regressão entre a volatilidade das ações do mercado local. Neste estudo foi identificada pela variação mensal do índice IBOVESPA (<http://br.investing.com>), contra a variação do risco país, dado pela variação mensal do índice EMBI + Brasil (<http://ipeadata.gov.br>), no período de setembro de 2012 a setembro de 2017. O valor apurado para o coeficiente de determinação a partir da regressão proposta no Modelo AH-CAPM é de 0,2747. A partir das premissas do Modelo AH-CAPM e dos dados obtidos e informações apresentadas nos parágrafos anteriores.

Os dados utilizados nessa publicação para a TMA, foram extraídos do trabalho realizado por Martinelli *et al.* (2019), sendo que tanto a análise quanto a síntese dos dados extraídos do artigo foram realizadas de forma descritiva.

3.5 Análise de sensibilidade

De acordo com Guedes *et al.* (2011), a análise de sensibilidade pode ser considerada uma análise de risco ou incerteza. No setor florestal, essa análise é muito usada por possibilitar a obtenção de informações sobre variáveis pouco conhecidas. Esse tipo de análise permite que se observe a influência de uma variável nos resultados, devendo ser feita para as variáveis do projeto que apresentam maior sensibilidade (COELHO-JUNIOR, 2008).

As variáveis de entrada consideradas para os SAFs foram: preço e produtividade das espécies vegetais dos sistemas agroflorestais e os custos variáveis. O indicador financeiro VPL do fluxo de caixa do produtor foi tomado como variável de saída (output), sendo calculado de acordo com as seguintes variações: -20%; -15%; -10% e -5% e para +5%; +10%; +15% e +20% em cada uma das variáveis de entrada, separadamente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Arranjos agroflorestais para diversificação em áreas de produção e melhoria ambiental, com viabilidade econômica

4.1.1 Caracterização e composição dos arranjos agroflorestais propostos

A partir da definição sobre quais características deveriam ser privilegiadas nas espécies arbóreas para composição dos arranjos de SAFs a serem propostos, foi realizado um levantamento florístico e identificadas espécies de crescimento rápido e com elevada capacidade de produção de biomassa (CHACEL, 2018; PADOVAN *et al.*, 2018a,b; PADOVAN *et al.*, 2021a,b). Priorizou-se, também, espécies fixadoras de nitrogênio e atrativas a polinizadores (NASCIMENTO *et al.*, 2020). Assim, propôs-se as arbóreas apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Espécies arbóreas “adubadeiras”, destinadas a podas, para compor sistemas agroflorestais biodiversos visando a diversificação de áreas produtivas, origem e categoria de uso.

Família/Nome Científico	Nome Popular	Orig	Cat. Uso
Anacardiaceae <i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	Aroeira pimenteira	Na	Ms, R, F
Bignoniaceae <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud.	Louro pardo	Na	Ms, R, Po
Euphorbiaceae <i>Croton floribundus</i>	Capixingui, velame	Na	Ms, R, Po
Euphorbiaceae <i>Croton urucurana</i>	Sangra-d'água	Na	Ms, R, Po
Fabaceae <i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Angico	Na	R, Po, N
Fabaceae <i>Inga vera</i> Willd.	Ingá	Na	Ms, R, Po, N
Fabaceae <i>Leucaena leucocephala</i>	Leucena	Ex	Ms, N
Fabaceae <i>Gliricidia sepium</i>	Mourão vivo	Ex	Ms, N, Po
Meliaceae <i>Melia azedarach</i>	Cinamomo, paraíso	Ex	Ms, R, N
Urticaceae <i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Embaúba	Na	Ms, R, F, Po

Origem – Orig: Na = Nativa e Ex = Exótica, sua categoria de uso – Cat. uso: F = Fauna – espécies citadas como atrativas de dispersores de semente; Ms = Melhoria do solo; N = Nitrogênio – espécies citadas como fixadoras de nitrogênio; Po = Polinizadores – espécies citadas como atrativas de polinizadores; R = Reflorestamento.

Fontes: Elaboração própria, com resultados de pesquisa.

A presença de espécies arbóreas de crescimento rápido no agroecossistema reveste-se de grande relevância para a melhoria da qualidade do solo, bem como do microclima local, beneficiando as espécies de interesse alimentício e econômico (PADOVAN *et al.*, 2018b; MAYER, 2019; PADOVAN *et al.*, 2021a).

Outro processo importante contemplado inerente às espécies arbóreas propostas, refere-se à fixação biológica de nitrogênio, que pode garantir a autossuficiência desse nutriente para os cultivos agrícolas (ÁVILA *et al.*, 2011) e reduzir substancialmente o custo de produção e aumentar a rentabilidade. Dentre as espécies arbóreas propostas, 40% são da família Fabaceae (Tabela 4) visando suprir a demanda de N nesses agroecossistemas.

Considerando uma área de 100 x 100 m, as arbóreas serão dispostas em 9 (nove) linhas, com distanciamento de 11 m entre elas, compreendendo uma área de 1 hectare. Será utilizado

o espaçamento de 2,5 m entre as árvores, totalizando 40 indivíduos por linha de 100 m, o que equivale a 360 árvores adubadeiras por hectare, com 36 indivíduos arbóreos por espécie.

Ao meio das espécies arbóreas destinadas à melhoria ambiental, prevê-se a implantação de espécies frutíferas perenes com finalidade de geração de renda, as quais serão dispostas em nove linhas espaçadas em 11 m. Assim, cada sistema proposto terá 18 entrelinhas com 5,5 m cada, onde serão cultivadas as espécies de ciclo anual para a geração de renda, que deverão ser rotacionadas ao longo dos quatro primeiros anos dos sistemas, considerando os respectivos ciclos de cultivo, bem como eventuais antagonismos entre elas.

Na Tabela 4 são apresentadas as espécies para a geração de renda, com os respectivos espaçamentos e densidade, bem como as produções e os preços estimados.

Tabela 5 - Espécies vegetais propostas para a composição de sistemas agroflorestais destinados à diversificação da produção e melhoria ambiental, com e sem irrigação, visando a geração de renda.

Unidade	Nome Popular	Nome Científico	Espaç. (m)	Densidade ⁽¹⁾	Produt. (kg)	Preço (kg)
SAF1 (SI)*	Açafrão	<i>Curcuma longa</i> L.	0,4 x 0,25	43.200	0,25	R\$3,00
	Batata doce	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	1,0 x 0,30	33.966	0,495	R\$1,75
	Banana	<i>Musa</i> spp.	3,0 x 2,5	120	24,00	R\$1,50
	Gengibre	<i>Zingiber officinalis</i> L.	1,0 x 0,20	25.500	0,200	R\$3,00
	Inhame	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	1,0 x 0,39	14.535	1,400	R\$2,50
	Laranja	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	7,0 x 5,5	54	56,765	R\$1,00
	Mandioca	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	1,0 x 0,7	6.390	1,568	R\$2,50
	Milho verde	<i>Zea mays</i> L.	1,0 x 0,20	22.500	0,52	R\$2,00
	Moranga	<i>Cucurbita maxima</i> Duch	2,5 x 2,5	2.400	11,253	R\$2,25
	Pupunha	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth	2,5 x 1,0	300	0,375	R\$15,00
Quiabo	<i>Abelmoschus esculentus</i> (L.) Moench	1,0 x 0,40	15.000	0,500	R\$2,50	
SAF2 (CI)*	Almeirão	<i>Lactuca indica</i> L.	0,25 x 0,25	144.000	1 mç /2 pls.	R\$1,35
	Banana	<i>Musa</i> spp.	3,0 x 2,5	120	24,00	R\$1,50
	Beterraba	<i>Beta vulgaris</i> L.	0,25 x 0,15	79.920	0,081	R\$1,75
	Brócolis	<i>Brassica oleracea</i> L.	0,80 x 0,50	27.600	1,000	R\$2,30
	Cenoura	<i>Daucus carota subsp. sativus</i>	0,25 x 0,07	462.672	0,049	R\$2,20
	Couve-flor	<i>Brassica oleracea</i> L.	0,80 x 0,50	21.600	1,000	R\$2,30
	Coco da Bahia	<i>Cocos nucifera</i> L.	7,5 x 7,5	39	47,805	R\$2,50
	Graviola	<i>Annona muricata</i> L.	5,5 x 5,5	60	33,750	R\$3,00
	Limão	<i>Citrus aurantifolia</i> Swing var. taiti	7,0 x 6,5	45	43,00	R\$1,70
	Mandioca	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	1,0 x 0,07	5.538	1,568	R\$2,50
Mandioquinha	<i>Arracacia xanthorrhiza</i> Bancroft	0,80 x 0,40	13.500	0,518	R\$3,00	
Repolho	<i>Brassica oleracea</i> var. capitata.	0,50 x 0,50	16.200	1,000	R\$1,50	
Rúcula	<i>Eruca vesicaria</i> ssp. Sativa	0,25 x 0,05	840.000	1 mç /10 pls.	R\$1,10	

* (SI) sem irrigação e (CI) com irrigação – ⁽¹⁾ Quantidade de plantas dentro do sistema – ⁽²⁾ 1 maço contém 2 plantas, portanto a produtividade seria de 72.020 maços. – ⁽³⁾ 1 maço conterá 10 plantas, portanto a produtividade será de 105.600 maços.

Fonte: Elaboração própria a partir de resultados da pesquisa.

Cada sistema agroflorestal proposto deverá ser composto por talhões, sendo que cada um compreende três entrelinhas, totalizando seis talhões. Na Tabela 5 consta os arranjos de cultivos para a geração de renda durante os primeiros 4 anos dos agroecossistemas.

Tabela 6 - Espécies vegetais propostas para a composição de sistemas agroflorestais destinados à diversificação da produção e melhoria ambiental, visando a geração de renda do 1º ao 4º ano.

	Espécies	1º ano						2º ano						3º ano						4º ano					
		Talhões						Talhões						Talhões						Talhões					
		1º	2º	3º	4º	5º	6º	1º	2º	3º	4º	5º	6º	1º	2º	3º	4º	5º	6º	1º	2º	3º	4º	5º	6º
Saf 1	Açafrão																								
	Batata doce																								
	Banana																								
	Gengibre																								
	Inhame																								
	Laranja																								
	Mandioca																								
	Milho verde																								
	Moranga																								
	Pupunha																								
	Quiabo																								
Saf 2	Almeirão																								
	Banana																								
	Beterraba																								
	Brócolis																								
	Cenoura																								
	Couve-flor																								
	Coco da Bahia																								
	Graviola																								
	Limão																								
	Mandioca																								
	Mandioquinha																								
	Repolho																								
	Rúcula																								

Fonte: Elaborado por Patrícia Rochefeler Agostinho.

Salienta-se que a produção das espécies perenes inicia com a banana e a pupunha, no segundo ano. A partir do terceiro ano tem-se a graviola, laranja e limão em produção, enquanto a partir do quarto ano, o coco. Todas as espécies permanecem nos sistemas até o final do projeto proposto (20 anos).

A escolha pelo cultivo da pupunha para produção de palmito, se deve ao fato de que esse cultivo vem despertando, desde a década de 70, o interesse de agricultores de todo o país por ser uma espécie de uso múltiplo, altamente adaptável e produtiva, e com forte potencial de mercado. A pupunheira apresenta potencial para integrar sistemas agroflorestais e processos de restauração de áreas degradadas (LIEBEREI *et al.*, 2000; GRAEFE *et al.*, 2013). A sua inclusão com o objetivo de produção continuada de palmito (perfilho) e até frutos a partir do segundo e do terceiro ano, respectivamente, contribuindo para o fluxo de caixa positivo já nos primeiros anos do projeto.

4.1.2 Investimentos Fixos

Para fazer essa análise, optou-se por não incluir o custo do investimento referente à aquisição da terra para a implantação dos SAFs, uma vez que a maioria dos agricultores que se interessa por esses agroecossistemas já dispõe da terra.

Os custos de implantação dos dois sistemas propostos corresponderam a R\$ 32.603,00 – SAF 1 e R\$ 29.215,39 – SAF 2, conforme apresentado no APENDICE (Tabela 24). Nota-se que são valores altos, porém necessários, o que segundo Martinelli *et al.* (2019), esse desembolso de capital é importante para qualquer agricultor que deseja estruturar bem um sistema agroflorestal, com alto potencial de rentabilidade a curto, médio e longo prazo, com características afins ao proposto, pois são premissas básicas para iniciar a atividade visando a viabilidade econômica.

Referente aos investimentos fixos, observou-se a mesma tendência da participação dos componentes para preparo de solo (R\$ 626,00) e mão de obra (R\$ 1.540,00), em ambos os SAFs. Para a fase de preparo de solo (aração, gradagem, incorporação de calcário, por exemplo) nos SAFs, observa-se que estes gastos foram previstos para a utilização de maquinários apenas no ano zero, ou seja, na implantação dos sistemas. Dentro destes gastos, calculou-se o custo do trator (Trator 85 cv - MF 290) por hora-máquina, combustível e a depreciação do trator, equivalente a R\$ 95,00. Já nos anos seguintes, até o 4º ano, são utilizados maquinários e implementos somente para preparo de canteiros e camaleões, enquanto as demais operações são manuais (APÊNDICE – Tabela 24).

Já os gastos específicos com a mão de obra, referente ao ano zero, é menor quando comparado com os anos posteriores. Para esse resultado, todas as atividades de tratos culturais foram estimadas para calcular os custos com mão de obra, além das atividades posteriores de manutenção dos canteiros com capina, colheita e lavagem dos produtos colhidos, entre outras atividades, baseado na diária média de um prestador de serviços (R\$ 70,00).

Outro componente importante a ser considerado, refere-se à utilização dos insumos previstos no projeto, demandando investimento de R\$ 30.427,00 no SAF 1 e R\$ 27.049,39 no SAF 2, o que se justifica pela aquisição de fertilizantes, sementes, mudas e defensivos naturais (APÊNDICE – Tabela 24).

Valores elevados no ano zero também foram constatados por Oliveira (2016), que analisou um plantio agroflorestal no Distrito Federal e encontrou os maiores custos inerentes à

mão de obra e insumos, sendo que os insumos superaram a mão de obra, com 54% e 38% dos custos totais, respectivamente. Hoffmann (2005) avaliou que a baixa mecanização em um sistema agroflorestal leva a uma intensificação da mão de obra, principalmente na fase inicial, o que revela a importância da manutenção e valorização do trabalhador do campo envolvidos nesses sistemas.

4.1.3 Fluxo de Caixa

Nas tabelas 6 e 7 são apresentados os resultados obtidos com indicadores econômicos, em um horizonte de 20 anos, referentes aos dois SAFs propostos, podendo ser utilizado como parâmetro na tomada de decisão por produtores que tem intenção de diversificar a produção e, para tal, desejam adotar SAFs. Constatou-se, nessa análise, que os fluxos de caixa dos sistemas agroflorestais apresentaram regularidades de receitas ao longo do período considerado.

Conforme apresentado nas Tabelas 6 e 7, o fluxo de caixa demonstra os valores das receitas brutas de vendas, custos e despesas fixas e variáveis, tributos, investimentos fixos e circulantes, depreciação e outros elementos indispensáveis para averiguação prévia da viabilidade ou não do projeto ao longo de 20 anos. Assim, como nos trabalhos de Bentes-Gama *et al.* (2005) e Lucena *et al.* (2016), os arranjos agroflorestais também proporcionaram retornos positivos já no primeiro ano.

Constatou-se nessa avaliação que as maiores receitas brutas de venda foram nos primeiros quatro anos em ambos os sistemas propostos. A partir daí as produções e os fluxos de caixa decrescem durante os demais anos do projeto, pela ausência das espécies anuais nas entrelinhas das arbóreas, devido ao sombreamento parcial, permanecendo somente espécies perenes como opções de geração de renda até o final do período previsto do projeto (20 anos) (Tabelas 6 e 7).

Ressalta-se que há outros elementos de despesas que interferem no resultado do Fluxo de Caixa do Produtor, que são os encargos incidentes de forma geral sobre o projeto de investimento, como: o Imposto de Renda, Imposto Territorial Rural, Contribuição Sindical Rural, Certificado de Cadastro do Imóvel Rural e a depreciação (Tabelas 6 e 7), que geralmente não são considerados nos trabalhos que analisam a viabilidade econômico-financeira de sistemas agroflorestais. No entanto, na prática contábil essa premissa é indispensável, pois sua ausência contradiz os princípios contábeis.

Tabela 7 - Fluxo de caixa referente ao Sistema Agroflorestal 1 proposto para a diversificação da produção e melhoria ambiental ao longo do período do projeto de investimento (20 anos).

ANO	(+)RC	(-)TSRC	(-)CT/DV	(=)MC	(-)CT/DF	(=)LAJIR	(-)IR	(=)LOL	(+)DP	(=)FCO	(-)IF	IC	(=)FCL	(-)AJ	(=)FCP
0			32.603,00									10.723,99	-10.723,99		-10.723,99
1	59.950,00	1.378,85	34.229,83	24.341,32	56,10	24.285,22	107,81	24.177,41		24.177,41			24.177,41	692,56	23.484,85
2	69.947,50	1.608,79	33.829,34	34.509,37	288,97	34.220,40	852,95	33.367,45	199,31	33.566,76	1.678,46		31.888,30	692,56	31.195,74
3	63.374,25	1.457,61	30.121,51	31.795,13	288,97	31.506,16	649,38	30.856,78	199,31	31.056,09			31.056,09	692,56	30.363,53
4	59.573,25	1.370,18	25.467,66	32.735,40	288,97	32.446,43	719,90	31.726,53	199,31	31.925,84			31.925,84	692,56	31.233,28
5	16.980,00	390,54	4.464,03	12.125,43	288,97	11.836,46	-825,85	12.662,30	199,31	12.861,61			12.861,61	692,56	12.169,05
6	18.600,00	427,80	4.804,83	13.367,37	288,97	13.078,40	-732,70	13.811,10	199,31	14.010,41			14.010,41	692,56	13.317,85
7	19.572,00	450,16	4.804,83	14.317,01	288,97	14.028,04	-661,48	14.689,52	199,31	14.888,83			14.888,83	692,56	14.196,27
8	19.572,00	450,16	4.789,08	14.332,76	288,97	14.043,79	-660,30	14.704,09	199,31	14.903,40	83,92		14.987,32	692,56	14.294,76
9	19.572,00	450,16	4.789,08	14.332,76	288,97	14.043,79	-660,30	14.704,09	199,31	14.903,40	1.678,46		13.224,94	692,56	12.532,38
10	19.572,00	450,16	4.789,08	14.332,76	288,97	14.043,79	-660,30	14.704,09	199,31	14.903,40			14.903,40	692,56	14.210,84
11	19.572,00	450,16	4.789,08	14.332,76	288,97	14.043,79	-660,30	14.704,09	199,31	14.903,40			14.903,40	692,56	14.210,84
12	19.572,00	450,16	4.789,08	14.332,76	288,97	14.043,79	-660,30	14.704,09	199,31	14.903,40			14.903,40	692,56	14.210,84
13	19.572,00	450,16	4.789,08	14.332,76	288,97	14.043,79	-660,30	14.704,09	199,31	14.903,40			14.903,40	4.155,37	10.748,03
14	19.572,00	450,16	4.789,08	14.332,76	288,97	14.043,79	-660,30	14.704,09	199,31	14.903,40			14.903,40	4.068,80	10.834,60
15	19.572,00	450,16	4.789,08	14.332,76	288,97	14.043,79	-660,30	14.704,09	199,31	14.903,40			14.903,40	3.982,23	10.921,17
16	19.572,00	450,16	4.789,08	14.332,76	288,97	14.043,79	-660,30	14.704,09	199,31	14.903,40	83,92		14.987,32	3.895,66	11.091,66
17	19.572,00	450,16	4.789,08	14.332,76	288,97	14.043,79	-660,30	14.704,09	199,31	14.903,40			14.903,40	3.809,09	11.094,31
18	19.572,00	450,16	4.789,08	14.332,76	288,97	14.043,79	-660,30	14.704,09	199,31	14.903,40			14.903,40	3.722,52	11.180,88
19	18.600,00	427,80	4.789,08	13.383,12	288,97	13.094,15	-731,52	13.825,67	199,31	14.024,98			14.024,98	3.635,95	10.389,03
20	17.844,00	410,41	4.789,08	12.644,51	288,97	12.355,54	-786,91	13.142,45	199,31	13.341,76		10.723,99	13.341,76	3.549,38	9.792,38

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: Elaborado por Patrícia Rochefeler Agostinho.

Tabela 8 - Fluxo de caixa referente ao Sistema Agroflorestal 2 proposto para a diversificação da produção e melhoria ambiental ao longo do período do projeto de investimento (20 anos).

ANO	(+)RC	(-)TSRC	(-)CT/DV	(=)MC	(-)CT/DF	(=)LAJIR	(-)IR	(=)LOL	(+)DP	(=)FCO	(-)IF	IC	(=)FCL	(-)AJ	(=)FCP
0			29.215,39									31.280,96	-31.280,96	692,56	-31.280,96
1	126.519,46	2.909,95	101.397,10	22.212,41	56,10	22.156,31	0,00	22.156,31	0,00	22.156,31			22.156,31	692,56	21.463,75
2	129.814,90	2.985,74	92.433,67	34.395,48	288,99	34.106,49	844,41	33.262,09	199,32	33.062,77	1.678,46		31.384,31	692,56	30.691,75
3	90.793,95	2.088,26	63.312,98	25.392,71	288,99	25.103,72	169,20	24.934,52	199,32	24.735,20			24.735,20	692,56	24.042,64
4	50.032,77	1.150,75	31.522,57	17.359,45	288,99	17.070,46	-433,30	17.503,75	199,32	17.304,43			17.304,43	692,56	16.611,87
5	13.465,50	309,71	7.953,59	5.202,20	288,99	4.913,21	-1.345,09	6.258,30	199,32	6.058,98			6.058,98	692,56	5.366,42
6	16.542,00	380,47	5.653,88	10.507,65	288,99	10.218,66	-947,18	11.165,84	199,32	10.966,52			10.966,52	692,56	10.273,96
7	19.089,00	439,05	5.734,12	12.915,83	288,99	12.626,84	-766,57	13.393,41	199,32	13.194,09			13.194,09	692,56	12.501,53
8	19.869,00	456,99	5.767,43	13.644,58	288,99	13.355,59	-711,91	14.067,51	199,32	13.868,19	83,92		13.784,27	692,56	13.091,71
9	21.526,50	495,11	5.780,74	15.250,65	288,99	14.961,66	-591,46	15.553,11	199,32	15.353,79	1.678,46		13.675,33	692,56	12.982,77
10	21.526,50	495,11	5.756,93	15.274,46	288,99	14.985,47	-589,67	15.575,14	199,32	15.375,82			15.375,82	692,56	14.683,26
11	20.761,50	477,51	5.756,93	14.527,06	288,99	14.238,07	-645,72	14.883,79	199,32	14.684,47			14.684,47	692,56	13.991,91
12	19.920,00	458,16	5.756,93	13.704,91	288,99	13.415,92	-707,39	14.123,31	199,32	13.923,99			13.923,99	692,56	13.231,43
13	16.477,50	378,98	5.717,24	10.381,28	288,99	10.092,29	-956,66	11.048,95	199,32	10.849,63			10.849,63	4.155,37	6.694,26
14	16.477,50	378,98	5.693,42	10.405,09	288,99	10.116,10	-954,87	11.070,98	199,32	10.871,66			10.871,66	4.068,80	6.802,86
15	16.477,50	378,98	5.693,42	10.405,09	288,99	10.116,10	-954,87	11.070,98	199,32	10.871,66			10.871,66	3.982,23	6.889,43
16	16.477,50	378,98	5.669,61	10.428,91	288,99	10.139,92	-953,09	11.093,00	199,32	10.893,68	83,92		10.809,76	3.895,66	6.914,10
17	16.477,50	378,98	5.669,61	10.428,91	288,99	10.139,92	-953,09	11.093,00	199,32	10.893,68			10.893,68	3.809,09	7.084,59
18	16.477,50	378,98	5.645,80	10.452,72	288,99	10.163,73	-951,30	11.115,03	199,32	10.915,71			10.915,71	3.722,52	7.193,19
19	16.117,50	370,70	5.645,80	10.101,00	288,99	9.812,01	-977,68	10.789,69	199,32	10.590,37			10.590,37	3.635,95	6.954,42
20	15.937,50	366,56	5.632,48	9.938,46	288,99	9.649,47	-989,87	10.639,34	199,32	10.440,02		279.264,86	10.440,02	3.549,38	6.890,64

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: Elaborado por Patrícia Rochefeler Agostinho.

Na Tabela 8 é apresentada a performance de cada espécie vegetal quanto as receitas de vendas, custos totais (mão de obra e insumos) e geração de caixa.

Tabela 9 - Receitas brutas de vendas, custos com mão de obra e insumos e as gerações de caixa envolvendo diferentes espécies vegetais em dois sistemas agroflorestais propostos para a diversificação da produção e melhoria ambiental em 1 ha de área total.

Unidade	Produtos	Receitas Brutas	Custos com insumos	Custos com mão de obra	Geração de caixa
SAF 1	Açafrão	32.400,00	4.489,99	4.372,20	23.537,81
	Batata doce	26.481,00	9.106,81	13.182,86	4.191,33
	Banana	82.800,00	26.112,33	8.826,30	47.861,37
	Gengibre	19.890,00	3.567,55	3.225,50	13.096,95
	Inhame	29.675,00	7.625,95	6.554,09	15.494,96
	Laranja	71.928,00	4.700,70	4.362,14	62.865,16
	Mandioca	25.050,00	1.932,62	3.323,28	19.794,10
	Milho verde	11.208,00	766,10	1.909,00	8.532,90
	Moranga	55.701,00	16.241,81	20.682,44	18.776,75
	Pupunha	185.850,00	44.199,82	5.075,00	136.575,18
Quiabo	18.750,00	4.978,30	4.611,50	9.160,20	
Totais		559.733,00	123.721,97	76.124,31	359.886,71
SAF 2	Almeirão	79.596,00	22.107,73	17.805,66	39.682,62
	Banana	82.800,00	26.112,33	8.826,30	47.861,37
	Beterraba	11.186,00	2.524,37	2.981,02	5.680,61
	Brócolis	50.728,08	27.538,62	20.193,66	2.995,80
	Cenoura	45.598,21	22.514,68	22.270,20	813,33
	Couve-flor	38.750,40	16.557,64	18.258,48	3.934,29
	Coco da Bahia	140.107,50	21.987,23	21.838,80	96.281,47
	Graviola	46.080,00	17.235,00	14.017,50	14.827,50
	Limão	36.337,50	4.660,70	555,66	31.121,14
	Mandioca	21.710,00	1.932,62	3.231,42	16.545,97
	Mandioquinha	20.997,00	3.760,31	3.585,12	13.651,57
	Repolho	24.300,00	4.329,13	4.480,00	15.490,88
Rúcula	82.590,39	28.763,29	44.126,82	9.700,28	
Totais		680.781,08	200.023,65	182.170,62	298.586,82

Fonte: Elaborado por Patrícia Rochefeler Agostinho.

O Sistema 1, apesar de ser composto por menos espécies do que o Sistema 2, apresentou melhor geração de caixa. Entretanto, todas as espécies foram satisfatórias para a rentabilidade em ambos os sistemas. Observa-se que em apenas quatro espécies vegetais, tanto para o SAF1 (moranga; batata doce; banana e inhame) quanto no SAF 2 (rúcula; cenoura; coco e brócolis) os custos com mão de obra são maiores que os custos com insumos, isso significa que no geral o dispêndio com insumos representa a maior parcela dos custos.

Os resultados obtidos nesse trabalho divergem de Sanguino *et al.* (2007) e Francez e Rosa (2011), que identificaram custos com mão de obra representando cerca de 57% e 70% dos custos totais, respectivamente.

Essas divergências de resultados representam as peculiaridades inerentes a cada sistema avaliado, uma vez que múltiplos fatores como a diversidade e a quantidade de espécies vegetais, a opção por cultivos mais ou menos intensivos, a busca por maiores ou menores produtividades, entre outros, influenciam diretamente nos resultados. Sabe-se que as espécies vegetais necessitam de tratamentos diferenciados, que compreendem particularidades em cada cultivo (USTAOGLU *et al.*, 2016), sendo justificável as variações de geração de caixa de cada espécie vegetal (Tabela 8).

Na estimativa da receita bruta de venda, os maiores valores foram gerados no SAF 1 pela pupunha, proporcionando um montante de R\$ 185.850,00. Posteriormente, seguem a banana e a laranja, com R\$ 82.800,00 e R\$ 71.928,00, respectivamente (Tabela 8).

Os resultados na composição desse projeto, na simulação do sistema com a inclusão da pupunheira, corroboram com Padovan *et al.* (2019) com percentuais similares em termos de receitas a partir da produção de fruto e palmito, mas apresentou custos de produção 69% e 71% menores para fruto e palmito, respectivamente, quando comparado com outros custos. As três espécies frutíferas se destacaram em virtude do potencial produtivo que elas possuem, além de serem espécies adaptáveis ao ambiente assumido para o sistema agroflorestal desenhado nesse projeto.

Quanto à estimativa da receita bruta de venda da produção, conforme consta na Tabela 8, os maiores valores foram gerados pelo coco no SAF 2, proporcionando um montante de R\$ 140.107,50. Posteriormente, seguem a banana e rúcula com R\$ 82.800,00 e R\$ 82.590,39, respectivamente.

Os dados obtidos nesse trabalho referentes ao cultivo do coco e banana foram inferiores ao encontrado por Martinelli *et al.* (2019), cuja estimativa da receita bruta de venda gerada pela produção dessa palmeira foi de R\$ 162.360,00 e banana R\$ 253.110,00. Essas diferenças de resultado financeiro justificam-se pela forma com que cada sistema agroflorestal foi arranjado, como a quantidade de plantas propostas e até diferenças na performance da espécie frutífera que pode diferir de uma região para outra. Conforme apresentado na Tabela 8, a rúcula também demonstrou potencial para obtenção de alta receita, apesar dos altos investimentos, mostrando ser recomendável, pois o agricultor poderá ter receitas a curto prazo enquanto as frutíferas não geram novas receitas.

Ao analisar a rentabilidade e funcionamento de um sistema, deve-se levar em consideração um fator importante que são as despesas geradas. Nos dois sistemas propostos, diferentemente de outros trabalhos, as despesas geradas pelos insumos foram bem superiores em relação a mão de obra (Figura 1), tanto é que Padovan *et al.* (2019a) realizaram um estudo prospectivo em áreas de agricultores nas cinco regiões do Brasil e constataram que há predominância de implantação de SAFs para fins de subsistência, nos quais geralmente utilizam-se baixas quantidades de insumos.

Na Figura 1 são apresentados os custos relativos à mão-de-obra e insumos previstos para cada sistema proposto.

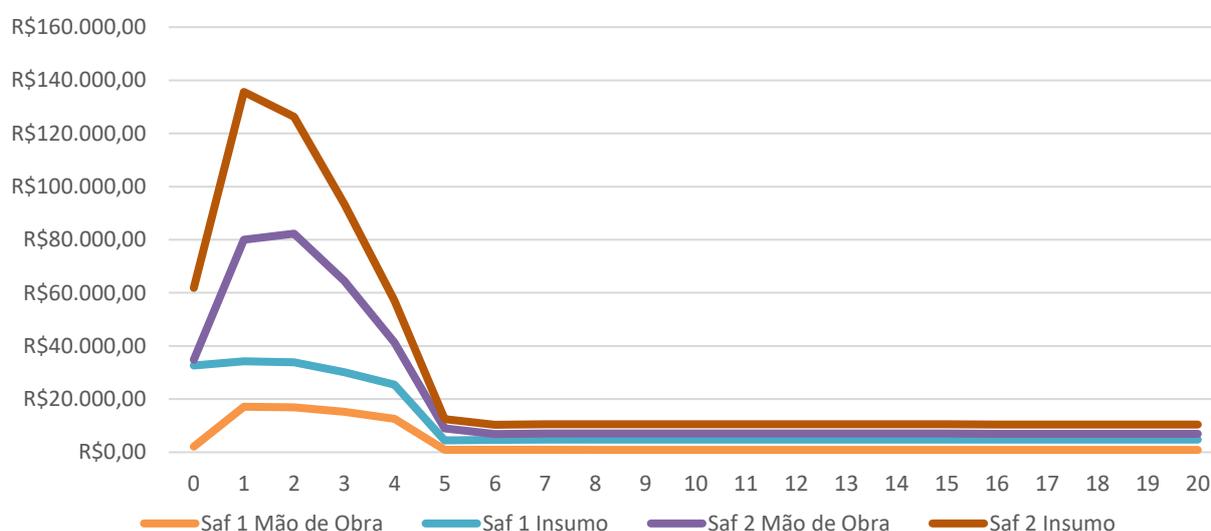


Figura 1 - Custos previstos com insumos e mão de obra para implantação e condução de sistemas agroflorestais propostos para diversificação da produção e melhoria ambiental.

Fonte: Elaborado por Patrícia Rochefeler Agostinho.

Tanto para o arranjo de SAF 1 e 2, os primeiros quatro anos apresentaram altos custos de mão de obra e insumos, devido aos elevados gastos que demandam por ocasião da implantação dos sistemas e sua condução na fase inicial. Porém, após o 5º ano apresentam acentuada queda nessa demanda, pois restarão somente as frutíferas perenes produzindo nos sistemas e as despesas a partir desse estágio serão decorrentes, principalmente, para a manutenção dessas espécies e as colheitas. Esse é o período em que culturas anuais e semiperenes de ciclo curto já saíram dos sistemas devido, principalmente, à competição negativa gerada pelos componentes arbóreos, como a carência de luminosidade.

Analisando a Figura 2, para um maior embasamento em torno do saldo final entre os sistemas agroflorestais propostos, constata-se que o SAF 2 apresenta melhor desempenho, para

o qual projeta-se um saldo final de R\$ 680.781,08. Ou seja, saldo positivo, lucro, pois as receitas superam os custos, devido principalmente, à venda do coco, banana, rúcula e almeirão. Ressalta-se que essas divergências de resultados representam as peculiaridades inerentes a cada sistema proposto, uma vez que múltiplos fatores como a diversidade e a quantidade de espécies vegetais, a opção por cultivos mais ou menos intensivos, a busca por maiores ou menores produtividades, entre outros, influenciam diretamente nos resultados.

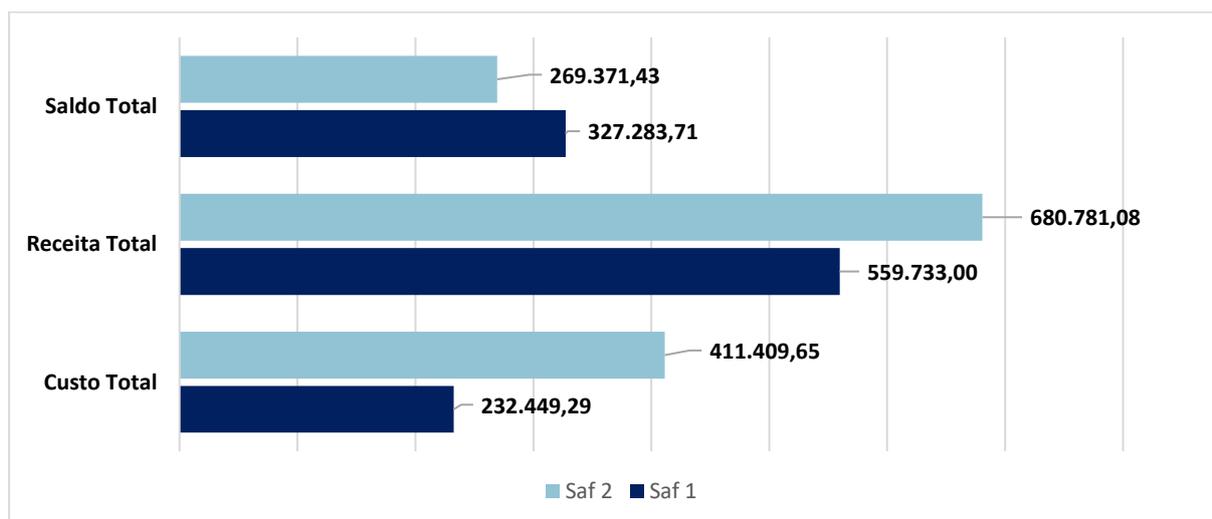


Figura 2 - Resumo dos valores de receitas, despesas e saldos finais de arranjos agroflorestais biodiversos propostos para diversificação da produção e melhoria ambiental.

Fonte: Elaborado por Patrícia Rochefeler Agostinho.

Quando analisados os indicadores financeiros durante o período de 20 anos, observa-se diferenças nos retornos econômicos de cada sistema (Tabela 9).

Tabela 10 - Resultados da aplicação de técnicas de avaliação do investimento em sistemas agroflorestais propostos para a diversificação da produção e melhoria ambiental.

Técnicas de Investimento	Sistema Agroflorestal		Unidade
	1	2	
Valor Presente Líquido (VPL)	155.132,78	121.638,61	R\$ ha ⁻¹ ano ⁻¹
Taxa Interna de Retorno (TIR)	239,12%	117,02%	% a.a
Índice de Lucratividade (IL)	15,47	7,09	R\$
Payback atualizado	1,29	2,82	Anos
Relação Benefício/Custo (B/C)	2,44	1,57	R\$
Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE)	17.013,63	13.340,28	R\$ ha ⁻¹ ano ⁻¹
Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM)	24,70%	20,23%	% a.a

Fonte: Elaborado por Patrícia Rochefeler Agostinho.

Para os resultados do VPL apresentados na Tabela 9, verifica-se que o SAF 1 pode gerar valor líquido de R\$ 155.132,78, enquanto no SAF 2 esse valor corresponde a R\$ 121.638,61, com uma taxa de atratividade de 9,01%, tornando ambos economicamente viáveis, uma vez que os VPLs foram positivos em um horizonte de 20 anos.

Ao confrontar os trabalhos de Maia (2019), cujo valor presente líquido foi calculado em R\$ 200.926,05, com uma variedade considerável de culturas e Costa e Oliveira (2018), com um VPL de R\$ 52.482,37, com poucas culturas anuais, observa-se que a diversidade de culturas no SAF pode agregar valor ao sistema, gerando, portanto, receitas líquidas maiores, como observado nesse trabalho (Tabelas 6,7,8).

Na relação B/C, constataram-se valores para o SAF 1 (2,44) e SAF 2 (1,57), respectivamente. Esses valores indicam que para cada real investido nesses sistemas, ao final de 20 anos, obtêm-se um retorno líquido de R\$ 1,44 e R\$ 0,57, respectivamente, corroborando a já enunciada viabilidade do investimento (Tabela 9). Segundo 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 realizadas para viabilizá-la. Ou seja, indica quantas unidades de capital recebido como benefícios são obtidas para cada unidade de capital investido.

Para a TIR, os resultados identificam 239,12% ao ano e 117,02% ao ano para SAFs 1 e 2, respectivamente. Essa taxa posicionou-se superior à taxa de juros do capital de terceiros (PRONAF Floresta de 2,5% ao ano) e também ao custo do capital próprio de 9,01% ao ano, determinado para esse estudo (Tabela 9). Esses valores são superiores aos encontrados nos trabalhos de Lucena *et al.* (2016), em que a TIR foi de 255%, cujo valor se posicionou, consideravelmente, acima da taxa de juros de 6,75%, atendendo à premissa de que para um empreendimento apresentar viabilidade econômica, o valor desse indicador deve ser maior do que a taxa de juros definida (SANTANA, 2005).

No entanto, nota-se que em projetos agroflorestais a taxa livre de risco comumente utilizada é a Taxa do Sistema Especial de Liquidação e Custódia (Taxa Selic). Porém, essa taxa utilizada sofre severas críticas na prática contábil brasileira, por compreender que a série histórica dessas taxas ao longo dos anos sofrem variações constantes, inibindo a credibilidade de sua utilização como títulos soberanos livres de riscos pelos mercados (ASSAF NETO; LIMA; ARAÚJO, 2008). Por ser um fator muito importante, optou-se nesse estudo propositivo

por não utilizar essa taxa como referência, além da sua instabilidade, ao ser utilizada para o desconto do fluxo de caixa, assume-se como premissa que o risco do investimento ora proposto é o mesmo de uma aplicação em títulos públicos, o que de fato não é verdadeiro.

Quanto ao prazo de recuperação do investimento (Payback atualizado), o SAF 1 (1,29 anos) mostrou ser mais favorável do que a SAF 2 (2,82 anos), conforme apresentado na Tabela 9. De acordo com Alencar (2018), um arranjo de cultivos diversificados com esse payback destaca-se como uma alternativa mais promissora aos agricultores que desejam investir em arranjos de produção com boa perspectiva de viabilidade econômica e alta rentabilidade, aliado à baixa vulnerabilidade frente às inconstâncias do mercado e adversidades climáticas, além de contribuírem para a melhoria ambiental.

Nesse estudo, conforme consta na Tabela 9, também foi calculado o IL dos projetos de investimentos, cujos valores foram de R\$ 15,47 e R\$ 7,09, para os SAFs 1 e 2, respectivamente. Isso significa que para cada R\$ 1,00 real investido, os projetos geram R\$ 15,47 e R\$ 7,09 de fluxo de caixa, respectivamente, destacando-se a superioridade do SAF 1, neste indicador. E por fim, os valores encontrados no VAUE e TIRM para os SAFs 1 e 2 foram de R\$ 17.013,63 (24,70% a.a.) e R\$ 13.340,28 (20,23% a.a.), respectivamente, apontando a viabilidade do projeto nas duas situações analisadas, destacando-se, novamente, o SAF 1 com desempenho superior.

Após realizada a avaliação econômica dos arranjos propostos, ressalta-se que há outro fator importante a ser avaliado, e talvez até contabilizado, no processo implantação de sistemas agroflorestais para que os resultados sejam ainda mais satisfatórios. Esse fator, segundo Arco-Verde e Amaro (2014), refere-se à comercialização, ou seja, o acesso ao mercado. Os agricultores devem adequar as culturas à sua capacidade de investimento, interação entre espécies, condições climáticas regionais e também as condições favoráveis de escoamento da produção e locais para a sua comercialização.

4.2 Arranjos agroflorestais biodiversos para restauração de Áreas de Reserva Legal, com geração de renda

4.2.1 Caracterização e composição dos arranjos agroflorestais propostos

Para a proposição de espécies arbóreas nativas visando compor sistemas agroflorestais (Tabela 10), considerou-se o Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012), informações e recomendações de Costa *et al.* (2010), Ávila *et al.* (2011), Ferreira *et al.* (2013), Zavala *et al.* (2017), Chacel (2018), Padovan *et al.* (2018a, b), Fernandes *et al.* (2020), Nascimento *et al.* (2020) e Padovan *et al.* (2021a, b).

Tabela 11 - Espécies arbóreas nativas para composição de sistemas agroflorestais biodiversos visando a restauração de Áreas de Reserva Legal, algumas características e seu uso ambiental.

Espécies	Nome comum	Família	CS	SD	Dec	Usos
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	angico	Fabaceae	SI	Ane/Au	D	Dv - Po
<i>Attalea phalerata</i> Mart. ex Spreng.	bacuri	Arecaceae	SI	Zoo	P	Dv
<i>Averrhoidium paraguayense</i> Radlk.	maria-preta	Sapindaceae	SI	Zoo	NC	Dv
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	murici-rosa	Malpighiaceae	PI	Zoo	S	Dv
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	guaçatonga	Salicaceae	PI	Zoo	P	Dv
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	embaúba	Urticaceae	PI	Zoo	P	Dv - Ms - R - F - Po
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	cedro-rosa	Meliaceae	SI	Ane/Au	D	Dv - Ms - R - Ra - Ca
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	copaiba	Fabaceae	ST	Zoo	D	Dv - Ms - R - F - N
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	louro-pardo	Boraginaceae	SI	Ane/Zoo	D	Dv
<i>Cordia sessilis</i> (Vell.) Kuntze	marmelo	Rubiaceae	SI	Zoo	P	Dv
<i>Croton urucurana</i>	sangra-d'água	Combretaceae	PI	Au	P	Dv
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.	maria-mole	Araliaceae	SI	Zoo	P	Dv
<i>Eugenia florida</i> DC.	guamirim	Myrtaceae	ST	Zoo	P	Dv
<i>Ficus guaranítica</i> Chodat	figueira-branca	Moraceae	SI	Zoo	NC	Dv
<i>Genipa americana</i> L.	jenipapo	Rubiaceae	SI	Zoo	S	Dv - Ms - R
<i>Guapira areolata</i> (Heimerl) Lundell	maria-mole	Nyctaginiaceae	SI	Zoo	S	Dv
<i>Guibourtia hymenaeifolia</i> (Moric.) J. Léonard	jatobá-mirim	Fabaceae	ST	Zoo	S	Dv - Ms - R - F
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	ipê roxo	Bignoniaceae	ST	Ane	D	Dv - Ms - R - Po
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	alecrim	Fabaceae	ST	Zoo	D	Dv
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	jatobá	Fabaceae	ST	Au/Zoo	P	Dv - Ms - R - F
<i>Inga vera</i> Willd.	ingá	Fabaceae	SI	Zoo	P	Dv - Ms - R - N
<i>Luehea paniculata</i> Mart. & Zucc.	açoita-cavalo	Malvaceae	SI	Ane/Au	D	Dv
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	amora-branca	Moraceae	SI	Zoo	D	Dv - Ms - R - F
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	aroeira	Anacardiaceae	ST	Ane	D	Dv - Ms - R
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	capororoca	Primulaceae	SI	Zoo	P	Dv
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	canafístula	Fabaceae	SI	Au/Zoo	D	Dv - Ms - R
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	cabriteiro	Rhamnaceae	PI	Zoo	D	Dv
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	pindó	Arecaceae	SI	Zoo	P	Dv - F
<i>Talisia esculenta</i> (Cambess.) Radlk.	pitomba	Sapindaceae	ST	Zoo	P	Dv - Ms - R
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	peito-de-pombo	Anacardiaceae	PI	Zoo	D	Dv - Po

Classes sucessionais: PI = pioneira; SI = secundária inicial; ST = secundária tardia. **Síndromes de dispersão:** Ane = anemocórica; Au = autocórica; Zoo = zoocórica. **Deciduidade:** D = decídua; S = semidecídua; P = perene; NC = não classificada. **Uso ambiental:** Dv: Diversidade; Ms = Melhoria de solos. R = Reflorestamento; F = Fauna – espécies citadas como atrativas de dispersores de sementes; Po = Polinizadores – espécies citadas como atrativas de polinizadores. N = Espécies fixadoras de Nitrogênio; R = Reflorestamento.

Fontes: Elaboração própria, com resultados de pesquisa.

São 30 espécies arbóreas pertencentes a 17 famílias botânicas. Destas espécies, 6 são pioneiras, 16 secundárias iniciais e 8 secundárias tardias, sendo 23 zoocóricas (Tabela 10). Ressalta-se que a grande quantidade de material orgânico disponibilizada já nos primeiros anos

desse sistemas para o solo pelas espécies arbóreas pioneiras e secundárias iniciais desencadeiam processos que proporcionam a melhoria de seus atributos físicos, químicos e biológicos (CAMPOS FILHO; SARTORELLI, 2015; PADOVAN *et al.*, 2018a, 2019a, 2021a).

Dentre as espécies indicadas para compor os sistemas agroflorestais, mais de 50% são decíduas e semidecíduas, o que segundo Campos Filho e Sartorelli (2015), são estratégicas para a oferta contínua de materiais orgânicos para o solo ao longo do tempo, contribuindo para a provisão de diversos serviços ambientais.

A fixação biológica de nitrogênio é outro processo natural de alta relevância contemplado com a indicação das espécies arbóreas nativas, sendo 23,3% pertencentes à família Fabaceae (Tabela 10), as quais possuem a capacidade de se associarem a microorganismos do gênero *Rizobium* e fixarem esse elemento, podendo viabilizar todo o N necessário às espécies arbóreas nativas, bem como àquelas destinadas à geração de renda (ÁVILA *et al.*, 2011).

A zoocoria foi outro processo priorizado na composição dos SAFs propostos, representado por 76,6% das espécies arbóreas nativas (Tabela 10). De acordo com Ávila *et al.* (2011), essas espécies exercem papel muito importante na atração de dispersores de propágulos, que vêm se alimentarem e trazem sementes de outras espécies vegetais que não estão presentes no sistema, favorecendo o aumento da diversidade vegetal.

Prevê-se, para uma área de 100 x 100 m (1 hectare), que as espécies arbóreas nativas sejam dispostas em 9 (nove) linhas, com distanciamento de 11 m entre elas e 2,5 m entre as árvores. Assim, cada linha de 100 m deve conter 40 indivíduos, compreendendo 360 árvores nativas por hectare e 12 indivíduos arbóreos de cada espécie.

Consortiadas com as espécies arbóreas nativas, prevê-se a implantação de espécies frutíferas perenes e uma palmeira com a finalidade de geração de renda. Deverão ser dispostas em nove linhas espaçadas em 11 m. Com esse arranjo, cada sistema proposto terá 18 entrelinhas com 5,5 m cada. Nessas entrelinhas serão cultivadas as espécies de ciclo anual e bianual para a geração de renda durante os quatro primeiros anos dos sistemas. Deve-se utilizar a rotação das culturas, evitando-se espécie vegetal da mesma família em cultivo sucessional.

Para propor as espécies vegetais destinadas à geração de renda que devem compor os arranjos agroflorestais, precisa-se entender que elas influenciam diretamente na produtividade e eficiência do sistema, contribuindo para o sucesso ou insucesso do sistema. O planejamento

vai desde as escolhas das espécies, por meio das características de efetividade econômica, conhecimentos climáticos da região e interações com outras espécies, até a distribuição destas na área escolhida (ARCO-VERDE; AMARO, 2014; MARTINELLI *et al.*, 2019). As espécies de ciclo anual entrarão na composição dos sistemas pelo período de 4 anos. Após esse período só permanecerão as espécies perenes, que visam, além da geração de renda, favorecer processos naturais e, conseqüentemente, a recuperação das áreas degradadas durante a vigência do projeto.

Assim, propõe-se as espécies de ciclo anual: abóbora, batata doce, feijão caupi, milho verde, moranga e quiabo, além do abacaxi (ciclo bianual), bem como a banana, goiaba, laranja, limão e tangerina, que são espécies perenes, para comporem o sistema 1. Já para o sistema 2, propõe-se as espécies de ciclo anual: açafrão, batata doce, gengibre, inhame, mandioca e melância, além das espécies perenes: coco, graviola, lichia e pupunha (Tabela 11).

Tabela 12 - Espécies vegetais destinadas à geração de renda e indicadores técnicos envolvendo sistemas agroflorestais propostos para restauração de Áreas de Reserva Legal.

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	28.500	1,00	R\$1,35
	Abóbora	<i>Cucurbita</i> ssp.	2,5 x 2,5	1.680	11,253	R\$2,25
	Banana	<i>Musa</i> spp.	3,0 x 2,5	120	24,00	R\$1,50
	Batata doce	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	1,0 x 0,30	7.992	0,495	R\$1,88
	Feijão Caupi	<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp	0,5 x 0,30	79.920	0,072	R\$3,38
	Goiaba	<i>Psidium guajava</i> L.	5,0 x 6,0	48	40,00	R\$3,50
	Laranja	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	7,0 x 6,0	48	56,765	R\$1,00
	Limão	<i>Citrus aurantifolia</i> Swing var. <i>taiti</i>	7,0 x 6,0	48	43,00	R\$1,70
	Milho verde	<i>Zea mays</i> L.	1,0 x 0,20	91.500	0,049	R\$1,73
	Moranga	<i>Cucurbita maxima</i> Duch	2,5 x 2,5	2.160	11,253	R\$2,27
	Quiabo	<i>Abelmoschus esculentus</i> (L.) Moench	1,0 x 0,40	12.000	0,400	R\$2,50
	Tangerina	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	6,0 x 5,0	60	48,00	R\$1,80
SAF 2	Açafrão	<i>Curcuma longa</i> L.	0,4 x 0,25	22.050	0,250	R\$3,00
	Batata doce	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	1,0 x 0,30	20.349	0,495	R\$1,79
	Coco da Bahia	<i>Cocos nucifera</i> L.	7,5 x 7,5	39	47,805	R\$2,50
	Gengibre	<i>Zingiber officinalis</i> L.	1,0 x 0,20	5.100	0,200	R\$3,00
	Graviola	<i>Annona muricata</i> L.	5,0 x 5,0	30	33,750	R\$3,00
	Inhame	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	1,0 x 0,39	20.349	1,400	R\$2,50
	Lichia	<i>Litchi chinensis</i> Sonn	10 x 10	30	35,000	R\$4,10
	Melância	<i>Citrullus lanatus</i>	2,5 x 3,0	240	42,500	R\$1,50
	Mandioca	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	1,0 x 0,7	11.355	1,568	R\$2,50
	Pupunha	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth	2,5 x 1,0	300	0,375	R\$7,00

(1) Quantidade de plantas dentro do sistema.

Fonte: Elaboração própria a partir de resultados da pesquisa.

Na Tabela 12 é apresentada a disposição das espécies vegetais de ciclo anual e bianual para a geração de renda durante os quatro primeiros anos dos sistemas em cada talhão, com os respectivos ciclos de cultivo. Também contém as espécies perenes e a indicação do início dos ciclos produtivos.

Tabela 13 - Espécies vegetais para geração de renda durante o 1º ao 4º ano dos sistemas agroflorestais destinados à restauração de Áreas de Reserva Legal.

	Espécies	1º ano						2º ano						3º ano						4º ano					
		Talhões						Talhões						Talhões						Talhões					
		1º	2º	3º	4º	5º	6º	1º	2º	3º	4º	5º	6º	1º	2º	3º	4º	5º	6º	1º	2º	3º	4º	5º	6º
Saf 1	Abacaxi																								
	Abóbora																								
	Banana																								
	Batata Doce																								
	Feijão Caupi																								
	Goiaba																								
	Laranja																								
	Limão																								
	Milho																								
	Moranga																								
	Quiabo																								
	Tangerina Pokã																								
Saf 2	Açafrão																								
	Batata doce																								
	Coco da Bahia																								
	Gengibre																								
	Graviola																								
	Inhame																								
	Lichia																								
	Melância																								
	Mandioca																								
	Pupunha																								

Fonte: Elaboração própria a partir de resultados da pesquisa.

No SAF 1 a produção das espécies perenes inicia-se com a banana no primeiro ano de implantação; a partir do segundo ano tem-se a goiaba e no terceiro ano a laranja e o limão iniciam seus ciclos produtivos. Já no SAF 2 a produção de pupunha começa no segundo ano, enquanto no terceiro ano a graviola e a lichia já produzem frutos e contribuem para a geração de renda, o que ocorre com o coco no quarto ano (Tabela 12). Todas essas espécies permanecem nos sistemas até o final do projeto proposto (20 anos).

Dentre as espécies para a geração de renda, destaca-se a pupunha que, segundo Cordeiro e Silva (2010), o cultivo possui elevada viabilidade econômica e baixo risco de investimento. Segundo Borges (2011), que realizou estudos sobre o cultivo dessa palmácea como alternativa econômica no Distrito Federal, constatou que quando se mantém sua produção organizada e respeitando as leis ambientais, garante-se boa rentabilidade, favorecendo a permanência das famílias agricultoras no campo. Ressalta-se, também, que a lichia produz frutos cuja comercialização internacional tem apresentado significativo crescimento nos últimos anos devido ao excelente sabor e aroma de sua parte comestível (SANTOS, 2009).

4.2.2 Investimentos Fixos

Para fazer essa análise, optou-se por não incluir o custo do investimento referente à aquisição da terra para a implantação dos SAFs, uma vez que as referidas áreas se apresentam

como um ônus aos proprietários, de modo que este tem a obrigação legal de realizar a restauração.

Os custos de implantação dos sistemas propostos corresponderam a R\$ 24.171,40 – SAF 1 e R\$ 31.713,80 – SAF 2 (APÊNDICE – Tabela 25). Salienta-se que são valores altos, porém necessários, o que segundo Arco-Verde e Amaro (2014) e Martinelli *et al.* (2019), a fase de implantação apresenta os maiores custos. Entretanto, os autores ressaltam que é importante a distribuição mais uniforme dos custos nos primeiros anos, evitando a concentração em apenas um ano, requerendo assim mais recursos para o início do sistema.

Para os custos fixos, nota-se a mesma tendência da participação dos componentes, tanto para preparo de solo (R\$ 626,00) quanto para mão de obra (R\$ 1.540,00), em ambos os SAFs. Para a fase de preparo de solo (aração, gradagem, incorporação de calcário, por exemplo) estes gastos foram previstos para a pagamento de serviços de maquinários no ano zero, ou seja, na implantação dos sistemas. Para isso foi calculado o custo do trator (Trator 85 cv - MF 290) por hora-máquina, equivalente a R\$ 95,00. Já nos anos seguintes, até o 4º ano, são utilizados maquinários e implementos somente para preparo de canteiros e camaleões, enquanto as demais operações são manuais (APÊNDICE – Tabela 25).

Na análise dos investimentos fixos, a mão de obra referente ao ano zero é menor quando comparada com os anos posteriores que envolve a manutenção dos canteiros, capina, aplicação de defensivos naturais, colheita e lavagem dos produtos colhidos, entre outras atividades, baseado na diária média de um prestador de serviços (R\$ 70,00).

Outro componente importante a se destacar é a utilização expressiva de insumos e de mão de obra, demandando um investimento no SAF 1 de R\$ 29.547,80 e SAF 2 de R\$ 31.713,80. Esses montantes de recursos são altos, porém é justificado pela aquisição de fertilizantes, sementes, mudas e defensivos, além da mão de obra utilizada na marcação das áreas, coveamento para plantio de arbóreas e arbustivas; adubação e plantio das arbóreas nativas, bem como das arbustivas e herbáceas para a geração de renda (APÊNDICE – Tabela 25).

Portanto, estes valores representam uma referência superior de custos financeiros para a etapa de implantação dos sistemas. Para a realidade dos agricultores, o valor de implantação pode ser reduzido, já que podem usar mão de obra da própria família, produzir mudas ou trocá-las com vizinhos e ainda reciclar materiais dentro da propriedade (MARTINELLI *et al.*, 2019;

PADOVAN *et al.*, 2021a). Ressalta-se a dificuldade em comparar os resultados gerados por arranjos agroflorestais diferentes, haja vista a multiplicidade de variáveis que envolvem durante a sua implantação e desenvolvimento.

4.2.3 Fluxo de Caixa

Nas Tabelas 13 e 14 são apresentados os fluxos de caixa dos sistemas agroflorestais propostos. De acordo com os dados resultantes da análise econômica, há viabilidade das espécies indicadas para a composição dos SAFs visando a geração contínua de renda. Essa perspectiva de geração contínua de renda, segundo Padovan *et al.* (2021a), estimula os agricultores a continuarem com o processo de recuperação de passivos ambientais em ARLs.

A restauração de ARLs no Brasil é um grande desafio, pois não há políticas públicas efetivas que estimulem os agricultores, uma vez que a maioria considera como áreas perdidas nas propriedades se adotarem algumas técnicas convencionais de restauração (ALENCAR, 2018). A adoção de sistemas agroflorestais biodiversos pode mudar essa concepção predominante, em função da perspectiva de obtenção de renda nessas áreas conforme demonstrado nas Tabelas 13 e 14, bem como em estudos desenvolvidos por Martinelli *et al.* (2019) e Padovan *et al.* (2021a), entre outros.

Tabela 14 - Fluxo de caixa referente ao Sistema Agroflorestal 1 durante a vigência do projeto (20 anos), que visa a restauração de Áreas de Reserva Legal.

ANO	(+)RC	(-)TSRC	(-)CT/DV	(=)MC	(-)CT/DF	(=)LAJIR	(-)IR	(=)LOL	(+)DP	(=)FCO	(-)IF	IC	(=)FCL	(-)AJ	(=)FCP
0			24.174,40									110.474,38	-110.474,38		-110.474,38
1	46.082,44	1.059,90	17.921,79	27.100,75	56,10	27.044,65		27.044,65		27.044,65			27.044,65	692,56	26.352,09
2	53.832,32	1.238,14	17.430,68	35.163,50	288,97	34.874,53	902,01	33.972,52	199,31	34.171,83	1.678,46		32.493,37	692,56	31.800,80
3	53.348,41	1.227,01	18.741,52	33.379,87	288,97	33.090,90	768,24	32.322,67	199,31	32.521,98			32.521,98	692,56	31.829,42
4	60.002,02	1.380,05	23.713,51	34.908,47	288,97	34.619,50	882,88	33.736,62	199,31	33.935,93			33.935,93	692,56	33.243,36
5	19.998,40	459,96	5.785,15	13.753,29	288,97	13.464,32	-703,76	14.168,07	199,31	14.367,38			14.367,38	692,56	13.674,82
6	23.608,00	542,98	5.911,79	17.153,22	288,97	16.864,25	-448,76	17.313,01	199,31	17.512,32			17.512,32	692,56	16.819,76
7	26.977,60	620,48	5.905,49	20.451,62	288,97	20.162,65	-201,38	20.364,03	199,31	20.563,34			20.563,34	692,56	19.870,78
8	27.409,60	630,42	5.896,04	20.883,14	288,97	20.594,17	-169,02	20.763,18	199,31	20.962,49	83,92		21.046,41	692,56	20.353,85
9	27.409,60	630,42	5.874,98	20.904,20	288,97	20.615,23	-167,44	20.782,66	199,31	20.981,97	1.678,46		19.303,51	692,56	18.610,95
10	27.409,60	630,42	5.868,68	20.910,50	288,97	20.621,53	-166,97	20.788,49	199,31	20.987,80			20.987,80	692,56	20.295,24
11	26.593,60	611,65	5.862,38	20.119,56	288,97	19.830,59	-226,29	20.056,88	199,31	20.256,19			20.256,19	692,56	19.563,63
12	25.696,00	591,01	5.856,08	19.248,91	288,97	18.959,94	-291,58	19.251,52	199,31	19.450,83			19.450,83	692,56	18.758,27
13	22.024,00	506,55	5.738,74	15.778,71	288,97	15.489,74	-551,85	16.041,59	199,31	16.240,90			16.240,90	692,56	15.548,33
14	22.024,00	506,55	5.717,68	15.799,77	288,97	15.510,80	-550,27	16.061,07	199,31	16.260,38			16.260,38	605,99	15.654,39
15	22.024,00	506,55	5.717,68	15.799,77	288,97	15.510,80	-550,27	16.061,07	199,31	16.260,38			16.260,38	519,42	15.740,96
16	22.024,00	506,55	5.687,08	15.830,37	288,97	15.541,40	-547,98	16.089,37	199,31	16.288,68	83,92		16.372,60	432,85	15.939,75
17	22.024,00	506,55	5.687,08	15.830,37	288,97	15.541,40	-547,98	16.089,37	199,31	16.288,68			16.288,68	346,28	15.942,40
18	22.024,00	506,55	5.680,78	15.836,67	288,97	15.547,70	-547,50	16.095,20	199,31	16.294,51			16.294,51	259,71	16.034,80
19	20.728,00	476,74	5.674,48	14.576,77	288,97	14.287,80	-641,99	14.929,80	199,31	15.129,11			15.129,11	173,14	14.955,97
20	20.056,00	461,29	5.668,18	13.926,53	288,97	13.637,56	-690,76	14.328,32	199,31	14.527,63		110.474,38	14.527,63	86,57	14.441,06

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: Elaboração própria a partir de resultados da pesquisa.

Tabela 15 - Fluxo de caixa referente ao Sistema Agroflorestal 2 durante a vigência do projeto (20 anos), que visa a restauração de Áreas de Reserva Legal.

ANO	(+)RC	(-)TSRC	(-)CT/DV	(=)MC	(-)CT/DF	(=)LAJIR	(-)IR	(=)LOL	(+)DP	(=)FCO	(-)IF	IC	(=)FCL	(-)AJ	(=)FCP
0			24.174,40									110.474,38	-110.474,38		-110.474,38
1	59.871,91	1.377,05	20.354,34	38.140,52	56,10	38.084,42		38.084,42		38.084,42			38.084,42	692,56	37.391,85
2	75.231,29	1.730,32	18.660,07	54.840,90	288,97	54.551,93	2.377,81	52.174,11	199,31	52.373,42	1.678,46		50.694,96	692,56	50.002,40
3	58.418,70	1.343,63	19.941,73	37.133,34	288,97	36.844,37	1.049,75	35.794,63	199,31	35.993,94			35.993,94	692,56	35.301,37
4	57.922,03	1.332,21	19.097,69	37.492,14	288,97	37.203,17	1.076,66	36.126,51	199,31	36.325,82			36.325,82	692,56	35.633,26
5	18.120,00	416,76	5.322,00	12.381,24	288,97	12.092,27	-806,66	12.898,93	199,31	13.098,24			13.098,24	692,56	12.405,68
6	19.602,00	450,85	5.613,59	13.537,56	288,97	13.248,59	-719,94	13.968,53	199,31	14.167,84			14.167,84	692,56	13.475,27
7	20.538,00	472,37	5.827,53	14.238,09	288,97	13.949,12	-667,40	14.616,52	199,31	14.815,83			14.815,83	692,56	14.123,27
8	21.162,00	486,73	5.863,99	14.811,28	288,97	14.522,31	-624,41	15.146,72	199,31	15.346,03	83,92		15.429,95	692,56	14.737,39
9	22.488,00	517,22	5.877,30	16.093,47	288,97	15.804,50	-528,24	16.332,74	199,31	16.532,05	1.678,46		14.853,59	692,56	14.161,03
10	22.488,00	517,22	5.853,49	16.117,29	288,97	15.828,32	-526,46	16.354,77	199,31	16.554,08			16.554,08	692,56	15.861,52
11	22.488,00	517,22	5.438,29	16.532,48	288,97	16.243,51	-495,32	16.738,83	199,31	16.938,14			16.938,14	692,56	16.245,58
12	22.488,00	517,22	5.438,29	16.532,48	288,97	16.243,51	-495,32	16.738,83	199,31	16.938,14			16.938,14	692,56	16.245,58
13	22.488,00	517,22	5.438,29	16.532,48	288,97	16.243,51	-495,32	16.738,83	199,31	16.938,14			16.938,14	692,56	16.245,58
14	22.488,00	517,22	5.427,79	16.542,98	288,97	16.254,01	-494,53	16.748,54	199,31	16.947,85			16.947,85	605,99	16.341,86
15	22.488,00	517,22	5.427,79	16.542,98	288,97	16.254,01	-494,53	16.748,54	199,31	16.947,85			16.947,85	519,42	16.428,43
16	22.488,00	517,22	5.417,29	16.553,48	288,97	16.264,51	-493,74	16.758,25	199,31	16.957,56	83,92		17.041,48	432,85	16.608,63
17	22.488,00	517,22	5.417,29	16.553,48	288,97	16.264,51	-493,74	16.758,25	199,31	16.957,56			16.957,56	346,28	16.611,28
18	22.488,00	517,22	5.406,79	16.563,98	288,97	16.275,01	-492,95	16.767,97	199,31	16.967,28			16.967,28	259,71	16.707,57
19	22.128,00	508,94	5.406,79	16.212,26	288,97	15.923,29	-519,33	16.442,63	199,31	16.641,94			16.641,94	173,14	16.468,80
20	21.948,00	504,80	5.406,79	16.036,40	288,97	15.747,43	-532,52	16.279,96	199,31	16.479,27		110.474,38	16.479,27	86,57	16.392,70

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: Elaboração própria a partir de resultados da pesquisa.

Os resultados do fluxo de caixa foram positivos e apresentam comportamentos semelhantes nos sistemas agroflorestais propostos ao longo do período dos projetos. De acordo com os fluxos de caixa apresentados nas Tabelas 13 e 14, os SAFs apresentam resultados positivos desde o ano 1, gerando indicadores financeiros importantes para subsidiar tomadas de decisão de alocação de recursos nos projetos de investimento (BELARMINO, 2017).

Na Tabela 15 é apresentada a performance das espécies propostas para a geração de renda no SAFs, envolvendo as receitas obtidas com a comercialização da produção estimada, custos totais (mão de obra e insumos) e geração de caixa previstos.

Tabela 16 - Receitas brutas 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 Reserva Legal.

Unidade	Produtos	Receitas	Custos	Custos de	Geração de
		Brutas	Insumos	Mão de obra	caixa
		R\$			
SAF 1	Abacaxi	18.225,00	4.943,75	3.392,90	9.888,35
	Abóbora	38.990,25	1.769,88	4.359,60	32.860,77
	Banana	82.800,00	16.432,76	8.145,90	58.221,34
	Batata doce	7.809,52	3.252,17	1.624,20	2.933,15
	Feijão Caupi	16.230,76	469,11	2.046,81	13.714,84
	Goiaba	120.555,56	1.875,76	4.727,91	113.951,89
	Laranja	63.936,00	4.759,42	4.550,34	54.626,24
	Limão	38.760,00	551,34	639,27	37.569,39
	Milho (verde)	35.330,06	5.077,15	7.210,00	23.042,91
	Moranga	50.064,85	9.512,73	9.512,73	31.039,39
Quiabo	15.000,00	2.612,16	3.588,90	8.798,94	
Tangerina	103.593,60	49.475,05	19.810,00	34.308,55	
Totais		591.295,60	100.731,26	69.608,56	420.955,77
SAF 2	Açafrão	75.600,00	6.896,08	5.863,90	62.840,02
	Batata doce	32.751,63	2.152,56	1.444,02	29.155,05
	Coco da Bahia	112.086,00	15.400,38	14.126,15	82.559,47
	Gengibre	17.850,00	4.053,76	4.296,25	9.499,99
	Graviola	46.080,00	12.674,70	12.579,00	20.826,30
	Inhame	50.872,50	3.933,91	3.944,20	42.994,39
	Lichia	30.085,80	5.471,30	1.675,40	22.939,11
	Mandioca	28.390,00	5.841,69	3.674,25	18.874,06
	Melância	20.256,00	6.447,29	6.565,30	7.243,41
	Pupunha	185.850,00	44.199,82	5.407,50	136.242,68
Totais		599.821,93	107.071,48	59.575,97	433.174,48

Fonte: Elaboração própria a partir de resultados da pesquisa.

Na estimativa da receita bruta de venda, os maiores valores foram constatados no SAF 1 pela goiaba, proporcionando um montante de R\$ 120.555,56. Posteriormente, destacaram-se a tangerina e a banana, com R\$ 103.593,60 e R\$ 82.800,00, respectivamente. Essas espécies frutíferas se destacam em virtude do potencial produtivo que possuem, contribuindo para que os agricultores cumpram a legislação referente às ARLs nas propriedades, porém podendo se

capitalizar com a renda obtida, formando um patrimônio vivo ou poupança verde, de fácil e rápida liquidez que vai lhes assegurar uma aposentadoria digna na velhice, além da provisão dos serviços ambientais que esses sistemas podem viabilizar, que são tão importantes para toda a humanidade.

Para o SAF 2 a pupunha (R\$ 185.850,00) e o coco (R\$ 112.086,00) destacaram-se quanto à receita bruta de venda, seguidos pelo açafrão, com R\$ 75.600,00 (Tabela 15). Para a pupunha, a produção é justificada por ter a maior densidade de plantas dentre as perenes cultivadas na área com um total de 300 plantas e por ter um alto valor de mercado (R\$ 7,00/kg do palmito), conforme descrito na Tabela 3. Todas as espécies propostas para comporem os SAFs apresentam boas perspectivas de geração de caixa, entretanto algumas espécies podem gerar valores baixos, porém satisfatórios, especialmente nos arranjos propostos, como constatado com a batata doce (R\$ 2.933,15), quiabo (R\$ 8.798,94) e abacaxi (R\$ 9.888,35) no SAF 1, bem como a melancia (R\$ 7.243,41) e gengibre (R\$ 9.499,99) no SAF 2.

É importante que a escolha das espécies vegetais a serem cultivadas, bem como as respectivas quantidades de cada uma sejam determinadas pela demanda do mercado. Assim, os agricultores ficam mais seguros quanto às possibilidades de comercialização da produção e a obtenção de renda contínua, estimulando-os a seguirem firmes investindo nos SAFs (ABDOELLAH *et al.*, 2006). As espécies pupunha e o coco são importantes na geração de renda e possuem grande demanda, sendo vendidos, majoritariamente, in natura. Merece destaque ainda o fato de que a diversidade dos produtos garante maior flexibilidade ao sistema, contribuindo para a diminuição dos riscos do empreendimento (TREMBLAY *et al.*, 2014).

Na Figura 3 são apresentados os custos relativos à mão de obra e insumos previstos para cada sistema proposto.

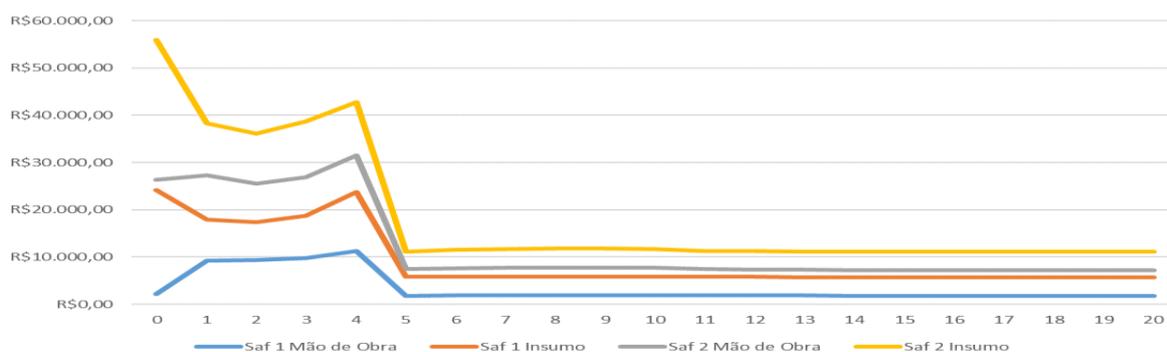


Figura 3 - Custos previstos com insumos e mão-de-obra para implantação e condução de dois sistemas agroflorestais propostos visando a restauração de Áreas de Reserva Legal.

Fonte: Elaboração própria a partir de resultados da pesquisa.

Dentre as espécies de ciclo anual e bianual do SAF 1, as que demandam maiores gastos com mão de obra foram a tangerina (R\$ 19.810,00), moranga (R\$ 9.512,73) e a banana (R\$ 8.145,90). Já no Sistema 2 a pupunha apresenta elevados custos com insumos (R\$ 44.199,38), seguida do coco e graviola, sendo R\$ 15.400,38 e R\$ 12.674,70, respectivamente (Tabela 6). Para o arranjo de SAF 2, as espécies perenes foram as que se destacaram, por precisarem de desbaste seletivo, evitando o sombreamento excessivo no sistema e a queda na produtividade, como recomendam Araújo *et al.* (2013). Esse fato gera um custo crescente referente a mão de obra, já que a cada ano o grau de dificuldade para a poda é maior.

Contudo, apesar de SAFs oferecerem diversos serviços ecossistêmicos (VASCONCELLOS *et al.*, 2020), em especial os arranjos propostos contribuirão para a melhoria da matéria orgânica do solo e do microclima; atração à fauna silvestre, inimigos naturais e polinizadores; manutenção da umidade do solo, ciclagem de nutrientes, entre outros, as espécies arbóreas não são contabilizadas como receitas na planilha, já que não foram selecionadas para extração de madeira ou frutos para comercialização, por exemplo.

Por essa razão, é importante a inclusão do pagamento de serviços ambientais por ocasião da elaboração de outros sistemas afins. Segundo Gandara e Kageyama (2001, p.7) “esses serviços prestados pelos SAFs podem ser valorados e convertidos em créditos ambientais, possibilitando a agregação de valor às propriedades agrícolas”

Analisando a Figura 4, para um maior embasamento em torno do saldo total entre os dois sistemas agroflorestais propostos, constata-se que o SAF 2 apresenta melhor desempenho, para o qual projeta-se um saldo final de R\$ 401.470,96 ao longo de 20 anos. Ou seja, saldo positivo, lucro, pois as receitas superam os custos, devido, principalmente, à venda da pupunha e coco.

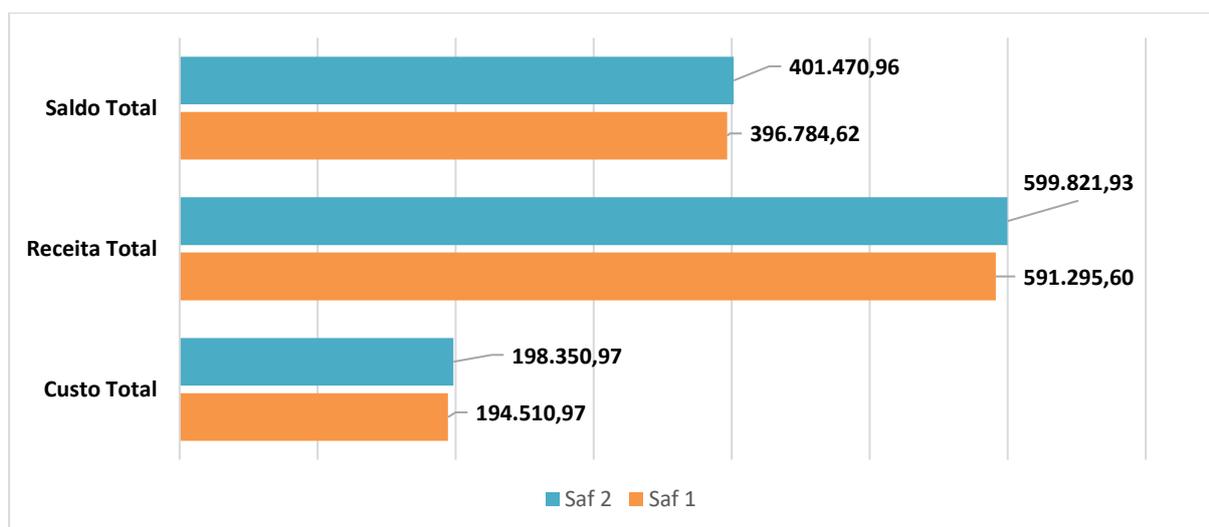


Figura 4 - Resumo dos valores para receitas, despesas e saldos finais de arranjos agroflorestais biodiversos propostos para restauração de Áreas de Reserva Legal.

Fonte: Elaboração própria a partir de resultados da pesquisa.

Segundo Moreira (2018), esses resultados demonstram que as combinações entre as espécies florestais no sistema proposto apresentam rendimentos bem maiores quando comparados à produção dessas espécies em monocultivos, o que ocorre em função do melhor aproveitamento da área e da diversidade de produtos gerados por esses sistemas. Mesmo com os elevados custos na fase de implantação e manutenção dos sistemas, essa forma de combinação para a exploração desses produtos se mostrou como uma alternativa viável, tendo em vista a ocorrência de saldo positivo ao longo do período em que o sistema foi avaliado (Tabelas 13, 14; Figura 4).

Quando analisados outros indicadores financeiros durante o período de 20 anos, observa-se diferenças nos retornos econômicos de cada sistema (Tabela 16).

Tabela 17 - Resultados da aplicação de técnicas de avaliação do investimento em sistemas agroflorestais propostos para restauração de Áreas de Reserva Legal.

Técnicas de Investimento	Sistema Agroflorestal		Unidade
	1	2	
Valor Presente Líquido (VPL)	37.531,50	68.786,33	R\$ ha ⁻¹ ano ⁻¹
Taxa Interna de Retorno (TIR)	4,46%	2,21%	% a.a.
Índice de Lucratividade (IL)	5,24	8,90	R\$
Payback atualizado	3,82	2,25	Anos
Relação Benefício/Custo (B/C)	1,76	2,11	R\$
Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE)	4.116,13	7.543,89	R\$ ha ⁻¹ ano ⁻¹
Taxa Interna de Retorno Modificada (MIR)	6,90%	8,42%	% a.a.

Fonte: Elaboração própria a partir de resultados da pesquisa.

Para os resultados do VPL apresentados na Tabela 16, verifica-se que o SAF 1 pode gerar valor líquido de R\$ 37.531,50, enquanto o SAF 2 esse valor corresponde a R\$ 68.786,33, com uma taxa de atratividade de 9,01%, tornando ambos economicamente viáveis, uma vez que os VPLs foram positivos em um horizonte de 20 anos (Tabela 16). O resultado constatado no SAF 2 é elevado em comparação ao encontrado por Costa e Oliveira (2018) em um trabalho envolvendo análise financeira de SAF, no qual obteve-se VPL de R\$ 52.482,37 envolvendo culturas anuais.

Na relação B/C, constataram-se valores para o SAF 1 – 1,76 e SAF 2 – 2,11, respectivamente. Esses valores indicam que para cada real investido nesses sistemas, ao final de 20 anos, obtêm-se um retorno líquido de R\$ 0,76 e R\$ 1,11, respectivamente (Tabela 16), corroborando à já enunciada viabilidade do investimento. Esse resultado corrobora com o encontrado por Costa e Oliveira (2018). Ou seja, indica que os benefícios superaram os custos totais do projeto, sendo desejado um valor maior ou igual a um (BORNER, 2009).

Para a TIR, os resultados identificam 4,46% ao ano e 2,21% a.a. para os SAFs 1 e 2, respectivamente (Tabela 16). A taxa do SAF 1 posicionou-se superior à taxa de juros do capital de terceiros (PRONAF Floresta de 2,5% ao ano) e inferior ao custo do capital próprio de 9,01% ao ano, determinado para esse estudo. Segundo Pereira e Almeida (2008), a TIR pode ser utilizada na comparação entre dois ou mais projetos de investimentos. Neste caso, o Sistema 1 apresentou o maior valor da TIR, ou seja, economicamente mais atraente.

Tendo em vista que o payback é o período de recuperação do capital investido, o SAF 1 demoraria 3,82 anos e o SAF 2, 2,25 anos para que o lucro líquido acumulado se iguale ao investimento (Tabela 16).

O payback atualizado constatado no SAF 1 é um pouco longo e pode desestimular os agricultores a restaurarem ARLs com esses sistemas, o que evidencia a necessidade de políticas públicas de apoio à adoção desses sistemas. O Pagamento por Serviços Ambientais (PSAs), que consiste em compensar o agricultor através 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, podem ser opções importantes para compensarem os agricultores por serviços ambientais que prestam para toda a sociedade (FOLETO; LEITE, 2011)

Nesse estudo, também foi calculado o IL dos projetos de investimentos, cujos valores foram de R\$ 5,24 e R\$ 8,90 para os SAFs 1 e 2, respectivamente. Isso significa que para cada R\$ 1,00 real investido, os projetos geram R\$ 4,24 e R\$ 7,90 de fluxo de caixa, respectivamente, destacando-se a superioridade do SAF 2, neste indicador. E por fim, os valores encontrados no VAUE e MIR para os SAFs 1 e 2 foram de R\$ 4.116,13 – (6,90% a.a.) e R\$ 7.543,89 – (8,42% a.a.), respectivamente, apontando a viabilidade do projeto nas duas situações analisadas, destacando, novamente, o SAF 2 com desempenho um pouco superior (Tabela 16).

4.3 Arranjos agroflorestais biodiversos para restauração de Áreas de Preservação Permanente, com geração de renda

4.3.1 Caracterização e composição dos arranjos agroflorestais propostos

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), Zavala *et al.* (2017), Chacel (2018), Padovan *et al.* (2018a,b), Fernandes *et al.* (2020), Nascimento *et al.* (2020) e Padovan *et al.* (2021a,b), 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 (Tabela 17).

Foram propostas 50 espécies arbóreas nativas que pertencem a 26 famílias botânicas, sendo 9 espécies da família Fabaceae. Dentre as espécies arbóreas, 34 são zoocóricas, 19 decíduas e 16 semidecíduas; 17 são pioneiras, 18 secundárias iniciais e 13 secundárias tardias. (Tabela 17). 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; MORESSI, 2014; MAYER, 2019; PADOVAN *et al.* (2021a).

Tendo em vista que 68% das espécies arbóreas propostas são zoocóricas (Tabela 17), privilegiou-se a atração de dispersores de propágulos visando aumentar a diversidade de espécies no sistema. De acordo com Fifanou *et al.* (2011), essas espécies frutíferas 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.

Tabela 18 - Espécies arbóreas nativas para composição de sistemas agroflorestais biodiversos visando a restauração de Áreas de Preservação Permanente.

Espécie	Nome popular	Família	CS	SD	Dec	Usos
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	Cajujá	Lamiaceae	Pi	Au/Zo	D	Dv
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Angico branco	Fabaceae	Si	Au	D	Dv - Po
<i>Annona crassiflora</i> Mart.	Araticum, marolo	Annonaceae	Si	Zo	D	Dv
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Guaritá	Anacardiaceae	St	An	S/D	Dv
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	Pau marfim	Rutaceae	St	An/Zo	D	Dv
<i>Bauhinia longifolia</i> (Bong.) Steud.	Pata de vaca	Fabaceae	Pi	Au	P	Dv - N
<i>Butia eriospatha</i> (Mart. ex Drude) Becc	Butiá	Arecaeae	St	Zo	P	Dv
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	Jequitibá branco	Lecythidaceae	St	An/Zo	P/S	Dv
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	Pequi	Caryocaraceae	Pi	Zo	S	Dv
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Guaçatonga	Salicaceae	Pi	Zo	P	Dv
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Embaúba	Urticaceae	Pi	Zo	P	Dv - Ms - R - F - Po
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro rosa	Meliaceae	Si	An/Au	D	Dv - Ms - R - F - N
<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	Saguaraji	Ramnaceae	Si	Au	D	Dv
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Louro pardo	Boraginaceae	Si	An/Zo	S/D	Dv
<i>Croton urucurana</i> Baill	Sangra d'água	Euphorbiaceae	Pi	Au	D	Dv
<i>Dipteryx alata</i> Vogel	Baru	Fabaceae	Pi	Zo	D	Dv - Ms - R - F - N
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F. Macbr.	Canela frade	Lauraceae	Si	Zo	P	Dv - Ms - R
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Tamboril	Fabaceae	Si	Au/Zo	D	Dv - Ms - R - Ra
<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess	Uvaia	Myrtaceae	St	Zo	NC	Dv - Ms - R
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	Myrtaceae	Pi	Zo	P	Dv
<i>Eugenia hiemalis</i> Cambess.	Guamirim	Myrtaceae	Pi	Zo	P	Dv
<i>Eugenia paracatuana</i> O. Berg	Cambuí	Myrtaceae	St	Zo	NC	Dv - R
<i>Ficus insipida</i> Willd.	Figueira branca	Moraceae	Si	Zo	S	Dv
<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo	Rubiaceae	Si	Zo	S	Dv - Ms - R
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Maria mole	Araliaceae	Si	Zo	P	Dv
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Cabeça de negro	Malvaceae	Pi	Au/Zo	D	Dv
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Mangaba	Apocynaceae	Si	Zo	S	Dv
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Ipê roxo	Bignoniaceae	St	An	D	Dv - Ms - R - F - Po
<i>Heisteria silvianii</i> Schwacke	Brinco de mulata	Olacaceae	St	Zo	P	Dv - R
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	Alecrim do campo	Fabaceae	St	Zo	D	Dv - R
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá	Fabaceae	St	Au/Zo	S	Dv - Ms - R - F
<i>Inga marginata</i> Willd.	Ingá	Fabaceae	Si	Zo	P	Dv - Ms - R - N
<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	Pacari	Lythraceae	St	An/Au	S/D	Dv
<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	Jacarandá cipó	Fabaceae	Pi	An	S	Dv
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	Amora branca	Moraceae	Si	Zo	D	Dv - Ms - R - F
<i>Marlierea excoriata</i> Mart.	Cambucá, jambinho	Myrtaceae	-	Zo	D	Dv - R
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Araçazinho	Myrtaceae	Pi	Zo	S	Dv
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	Duque, jabuticabinha	Myrtaceae	Si	Zo	S	Dv
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Capororoca	Primulaceae	Si	Zo	P	Dv
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Canelinha	Lauraceae	Si	Zo	S	Dv - Ra
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Canafístula	Fabaceae	Si	Au/Zo	D	Dv - Ms - R
<i>Psidium guineense</i> Sw.	Araçá	Myrtaceae	Pi	Zo	D	Dv
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Amendoim bravo	Fabaceae	Pi	Au/Zo	S	Dv - Ms - R - N
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi.	Aroeira pimenteira	Anacardiaceae	Pi	Zo	P	Dv - Ms - R
<i>Sterculia striata</i> A. St.-Hil. & Naudin	Chichá	Malvaceae	Pi	Zo	D	Dv - Ms - R - F - Ra
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Jerivá	Arecaeae	-	Zo	D	Dv
<i>Talisia esculenta</i> (Cambess.) Radlk.	Pitomba	Sapindaceae	St	Zo	P	Dv - Ms - R
<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.	Capitão	Combretaceae	Pi	An	D	Dv - F
<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	Catiguá	Meliaceae	St	Zo	S	Dv - R
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	Ipê felpudo	Bignoniaceae	Si	An	S/D	Dv

Classes sucessionais: Pi = pioneira; Si = secundária inicial; St = secundária tardia; **Síndromes de dispersão:** An = anemocórica; Au = autocórica; Zo = zoocórica. Deciduidade: D = decídua; S = semidecídua; P = perene. NC = não classificada. **Serviços Ambientais:** Dv: Diversidade; Ms: Melhoramento de solos. R: Reflorestamento. F: Fauna, espécies citadas como atrativas de dispersores de sementes. Po: Polinizadores, espécies citadas como atrativas de polinizadores. N: Nitrogênio, espécies citadas como fixadoras de nitrogênio. CA: Ciclagem de água. RA: Recuperação ambiental. Pr: Preservação.

Fontes: Elaboração própria, com resultados de pesquisa.

Conforme apresentado na Tabela 17, também optou-se pela predominância de espécies pioneiras e secundárias iniciais (70%), para que haja o rápido crescimento da arbóreas, favorecendo o desencadeamento de outros processos naturais que contribuem para a restauração desses passivos ambientais (CAMPOS FILHO; SARTORELLI (2015); PADOVAN *et al.* (2019a, b; 2021a, b).

A elevada quantidade de espécies decíduas e semidecíduas (70%) propostas nos sistemas (Tabela 17) fortalece o processo de produção de grandes quantidades de material orgânico para o solo, 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.*, 2021a,b).

Dentre as espécies propostas, 18% são da família Fabaceae (Tabela 17), as quais se associam simbioticamente a microorganismos, viabilizando a fixação biológica de N, 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, cujo distanciamento será de 11 m entre elas e 2,5 m entre as árvores. Considerando uma área de 100 x 100 m (1 hectare), cada linha de 100 m deve conter 40 indivíduos, totalizando 360 árvores nativas por hectare, o que corresponde 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.* (2019a).

Parte das espécies arbóreas nativas são frutíferas para fins de geração de renda e devem ser implantadas em linhas nas entrelinhas das nativas destinadas à melhoria ambiental, espaçadas em 11 m. Assim, cada sistema proposto terá 18 linhas de arbóreas nativas, o que compreende a 18 entrelinhas com 5,5 m cada. Na Tabela 18 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 19 - 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	R\$3,00
	Açafrão	<i>Curcuma longa</i> L.	0,4 x 0,25	54.000	0,250	R\$3,00
	Barú	<i>Dipteryx alata</i>	6,00 x 6,00	48	24,00	R\$1,00
	Feijão Caupi	<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp	0,5 x 0,30	78.921	0,072	R\$3,00
	Inhame	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	1,0 x 0,39	15.390	1,400	R\$2,50
	Jabuticaba	<i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel	5,00 x 5,00	60	10,00	R\$2,10
	Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	5,00 x 6,00	48	10,000	R\$2,00
	Jenipapo	<i>Genipa americana</i>	5,00 x 6,00	48	8,000	R\$2,10
	Melância	<i>Citrullus lanatus</i>	2,5 x 3,0	240	42,50	R\$1,50
Moranga	<i>Cucurbita maxima</i> Duch	2,5 x 2,5	1.920	11,253	R\$2,50	
SAF 2	Abóbora	<i>Cucurbita</i> ssp.	2,5 x 2,5	1.560	11,25	R\$2,50
	Araçá	<i>Psidium cattleianum</i>	5,00 x 10,00	30	5,000	R\$2,50
	Araticum	<i>Rollinia sylvatica</i>	2,5 x 2,7	48	10,00	R\$1,80
	Banana	<i>Musa</i> spp.	3,0 x 2,5	120	24,00	R\$1,50
	Barú	<i>Dipteryx alata</i>	6,00 x 6,00	48	24,00	R\$1,00
	Batata doce	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	1,0 x 0,30	29.970	0,50	R\$2,00
	Gengibre	<i>Zingiber officinalis</i> L.	1,0 x 0,20	19.500	0,20	R\$3,00
	Mandioca	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	1,0 x 0,7	6.390	1,57	R\$2,50
	Mangaba	<i>Hancornia speciosa</i>	6,00 x 6,00	48	20,00	R\$2,50
	Milho verde	<i>Zea mays</i> L.	1,0 x 0,20	63.000	0,05	R\$2,50
	Pequi	<i>Caryocar brasiliense</i>	6,00 x 6,00	48	15,00	R\$2,80
	Quiabo	<i>Abelmoschus esculentus</i> (L.) Moench	1,0 x 0,40	11.250	0,40	R\$2,50

(1) Quantidade de plantas dentro do sistema.

Fonte: Elaboração própria a partir de resultados da pesquisa.

As espécies herbáceas (ciclo anual e bianual) só 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 (Tabela 19). A partir do 4º ano só permanecerão as espécies frutíferas perenes, que visam, além da geração de renda, favorecer 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 18. Cada sistema proposto compreende uma área de 100 m x 100 m, que será dividida em seis talhões, sendo cada um composto por três entrelinhas (Tabela 19).

Dentre as frutíferas nativas, o araçá inicia a produção já no segundo ano; a jabuticaba, mangaba e o araticum começam a produzir no terceiro ano, enquanto o pequi no quarto ano (Tabela 19). Já o baru e o jenipapo iniciam seus ciclos produtivos a partir do quinto ano, enquanto no jatobá esse processo começa no nono ano.

Tabela 20 - Espécies vegetais para a geração de renda do 1º ao 4º ano em sistemas agroflorestais destinados à restauração de Áreas de Preservação Permanente.

	Espécies	1º ano						2º ano						3º ano						4º ano					
		Talhões						Talhões						Talhões						Talhões					
		1º	2º	3º	4º	5º	6º	1º	2º	3º	4º	5º	6º	1º	2º	3º	4º	5º	6º	1º	2º	3º	4º	5º	6º
Saf 1	Abacaxi																								
	Açafrão																								
	Barú																								
	Feijão																								
	Inhame																								
	Jabuticaba																								
	Jatobá																								
	Jenipapo																								
	Melância																								
	Moranga																								
Saf 2	Abóbora																								
	Araçá																								
	Araticum																								
	Banana																								
	Barú																								
	Batata doce																								
	Cengibre																								
	Mandioca																								
	Mangaba																								
	Milho verde																								
	Pequi																								
	Quiabo																								

Fonte: Elaboração própria a partir de resultados da pesquisa.

4.3.2 Investimentos Fixos

Para fazer essa análise, optou-se por não incluir o custo do investimento referente à aquisição da terra para a implantação dos SAFs, considerando-se que os agricultores já dispõem.

Os custos previstos para implantação dos sistemas propostos correspondem a R\$ 33.299,80 – SAF 1 e R\$ 23.399,29 – SAF 2 (APÊNDICE – Tabela 26). São custos relativamente altos, que também foram constatados por Gonçalves *et al.* (2017) em um estudo de avaliação do perfil econômico de sistemas agroflorestais no Pará.

Conforme constatado por Arco-Verde e Amaro (2014), Martinelli *et al.* (2019), Mayer (2019), Padovan *et al.* (2021a) e Paulus *et al.* (2021), 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 (APÊNDICE – Tabela 26). Na fase de preparo de solo, que corresponde à aração, gradagem e incorporação de calcário, estes 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).

Quando se considera a utilização dos insumos previstos, verifica-se que este item onera os custos no ano de implantação, demandando um investimento de R\$ 31.133,80 no SAF 1 e R\$ 21.233,29 (SAF 2). Esse resultado é justificado pela aquisição de fertilizantes, sementes, isca formicida e, principalmente, as mudas (APÊNDICE – Tabela 26). Os maiores gastos para o SAF 1 são representados pelo 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 possuem materiais de propagação oriundos de outras áreas da propriedade, como mudas de abacaxi e de banana, rizomas de inhame e açafrão, ramos de batata doce e de mandioca, entre outros.

4.3.3 Fluxo de Caixa

No fluxo de caixa, apresentado nas tabelas 20 e 21, constata-se que os sistemas agroflorestais propostos apresentaram receitas satisfatórias ao longo do horizonte de 20 anos, especialmente considerando que o foco principal é a restauração de APPs. Porém, mesmo assim, geram receitas positivas que podem estimular os agricultores a continuarem cuidando dos sistemas.

De acordo com Santos *et al.* (2019b), essa é a função do fluxo de caixa, ajudar a planejar as receitas e despesas que um empreendimento terá ou poderá ter, para um período determinado de tempo, levando ao conhecimento dos agricultores o saldo previsto que o projeto terá, sem necessitar de ajudas externas, como, por exemplo, cheque especial ou empréstimo, ou seja, evitando surpresas desagradáveis na saúde financeira.

Tabela 21 - Fluxo de caixa referente ao Sistema Agroflorestal 1 durante a vigência do projeto (20 anos), que visa a restauração de Áreas de Preservação Permanente.

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: Elaboração própria a partir de resultados da pesquisa.

Tabela 22 - Fluxo de caixa referente ao Sistema Agroflorestal 2 durante a vigência do projeto (20 anos) que visa a restauração de Áreas de Preservação Permanente.

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: Elaboração própria a partir de resultados da pesquisa.

Além das receitas positivas previstas ao longo do projeto, o fluxo de caixa apresentado nas tabelas 20 e 21 também demonstra 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 20 e 21), observa-se que os maiores valores são constatados do 1º ao 4º ano dos sistemas devido à 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 nativas perenes para a geração de renda.

Na tabela 22 são apresentados os valores inerentes às receitas brutas, custos e geração de caixa. Destaca-se que as receitas superaram os custos em ambos os sistemas. As espécies perenes contribuíram 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 e moranga – R\$ 29.175,60) no SAF 1. Enquanto no SAF 2, o baru – R\$ 61.472,20; banana – R\$ 51.851,09 e mandioca – R\$ 19.991,11 apresentaram os maiores fluxos de caixa.

Tabela 23 - 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 a Área de Preservação Permanente.

Unidade	Produtos	Receitas	Custos	Custos com	Geração de
		Brutas	Insumos	mão de obra	caixa
R\$					
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
	Jabuticaba	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: Elaboração própria a partir de resultados da pesquisa.

Do ponto de vista ambiental, Porro *et al.* (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 às práticas de manejo e o aproveitamento dos produtos (MMA, 2015). Ainda, devido à produção diversificada, alivia-se a sazonalidade de algumas culturas, fenômeno comum no setor agropecuário, aumentando a produção de alimentos e a renda rural (STEENBOCK *et al.*, 2013a).

Os custos de implantação mostraram-se distintos entre os SAFs propostos, sendo o SAF 2 um pouco mais elevado que SAF 1 (Tabela 22; Figura 5), subsidiando os agricultores na escolha de qual seria mais viável em suas propriedades. De acordo com Baquero (1986), ao avaliar a análise 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 preparo de área, tipos de insumos ou equipamentos que seriam usados.

Ressalta-se, também, que 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 5 são apresentados os custos relativos à mão de obra e insumos previstos para cada sistema proposto.

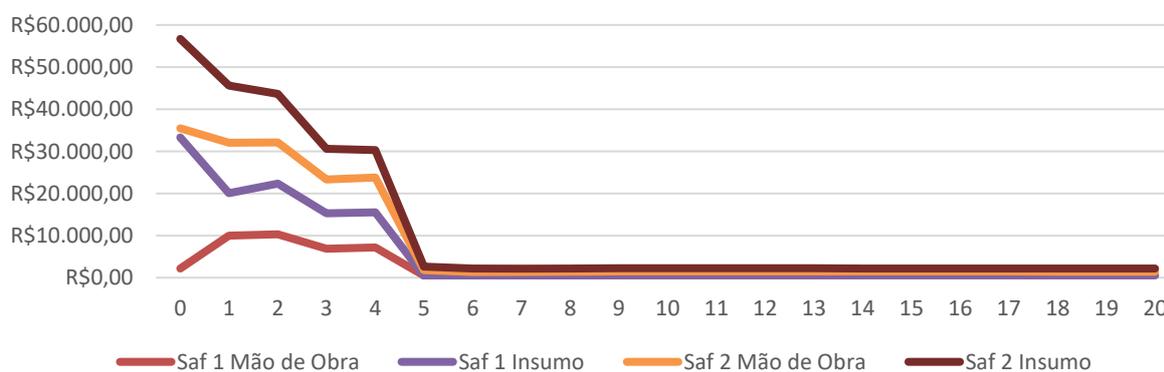


Figura 5 - Custos previstos com insumos e mão-de-obra para implantação e condução de dois sistemas agroflorestais biodiversos propostos para restauração de Áreas de Preservação Permanente.

Fonte: Elaboração própria a partir de resultados da pesquisa.

A Figura 5 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) e Paulus *et al.* (2021), 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.

Ao se observar o saldo final do projeto ao longo de 20 anos (Figura 6), percebe-se que o SAF 2 apresenta melhor rendimento, contudo ambos apresentam uma 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 SAFs se constituem em opções atrativas aos agricultores familiares para restauração de Áreas de Preservação Permanente.

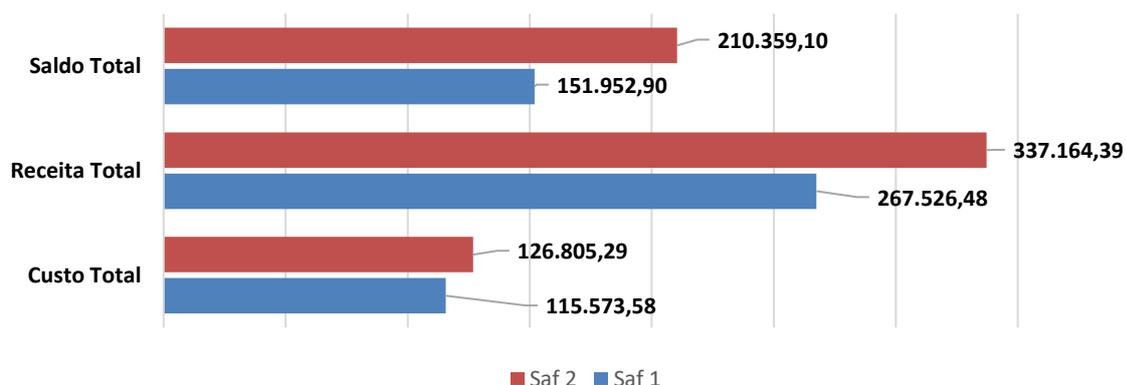


Figura 6 - Resumo dos valores para receitas, despesas e saldos finais de arranjos agroflorestais biodiversos propostos visando a restauração de Áreas de Preservação permanente.

Fonte: Elaboração própria a partir de resultados da pesquisa.

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 23 são apresentados mais alguns resultados de indicadores financeiros que confirmam a viabilidade financeira dos sistemas agroflorestais propostos.

Tabela 24 - 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: Elaboração própria a partir de resultados da pesquisa.

Ao longo dos 20 anos de cultivo, a relação B/C estimada para os SAF 1 e SAF 2 foram superiores a um, significando que os dois 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.

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.

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%. 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.

Já que o payback 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. 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 (2015), Cruz Aguilar *et al.* (2016) e Queiroz *et al.* (2017).

No entanto, como se trata de restauração de APPs, 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 não há nenhum benefício monetário atualmente. Ou seja, somente são remunerados pelos produtos que comercializam (PADOVAN *et al.* (2017a, b; 2021a)

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 neste 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.

Nesse contexto, considerando os resultados obtidos com os sistemas agroflorestais propostos, embora de início não pareçam tão atrativos, representam uma grande oportunidade para a agricultura familiar, pois além dos benefícios ambientais, já amplamente difundidos na literatura (FIFANOU *et al.*, 2011; SOUZA; DAWSON *et al.*, 2013; PIÑA-RODRIGUES, 2013), promovem segurança alimentar e contribuem para a melhoria da qualidade de vida das comunidades locais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indicação de arranjos de sistemas agroflorestais para diversificação da produção, restauração de Áreas de Reserva Legal e de Áreas de Preservação Permanente, 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 agroecossistemas de múltiplos propósitos.

Os arranjos de sistemas agroflorestais propostos para diversificação em áreas de produção estão em conformidade com preceitos da sustentabilidade, uma vez que se pautam na adoção de técnicas e práticas agroecológicas, contam com boa diversidade de espécies arbóreas destinadas a podas, o que fortalece a provisão de serviços ambientais e, conseqüentemente, a recuperação de solos degradados, destacando-se como importantes alternativas de investimento para recuperar áreas degradadas e disponibilizar boa diversidade de produtos aos mercados locais e regionais, contribuindo para o aumento de renda à agricultura familiar brasileira.

Os arranjos de SAFs propostos para restauração de Áreas de Reserva Legal e de Áreas de Preservação Permanente são formados por grande diversidade de espécies arbóreas nativas e de famílias botânicas, de diferentes grupos sucessionais; predominância de zoocóricas, leguminosas, decíduas e semidecíduas. Assim, fortalece-se a provisão de serviços ambientais, como: fixação biológica de nitrogênio, ciclagem de nutrientes; 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 arranjos de SAFs propostos para restauração de ARLs e 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 arranjos de SAFs propostos para restauração de ARLs e 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 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, bianual ou trienal 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 fertilizantes, sementes e mudas representa elevados custos, principalmente nos primeiros anos 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 até de sementes ou outros propágulos, como rizomas, 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 indicadores financeiros evidenciam que os arranjos de sistemas agroflorestais propostos para diversificação em áreas de produção se mostram viáveis economicamente. Entretanto, o Sistema 1 apresenta resultados econômicos mais satisfatórios que o Sistema 2. Porém, como são sistemas distintos, ambos podem ser indicados como opções de atividade econômica para agricultores situados em áreas de transição entre o Cerrado e Mata Atlântica no Brasil, fortalecendo o processo de diversificação da produção agrícola, adaptando-os às condições agronômicas, socioeconômicas e climáticas dos locais a serem implantados.

Os arranjos de sistemas agroflorestais propostos para a restauração de Áreas de Reserva Legal e 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, constituindo-se em importantes opções para restauração desses passivos ambientais e à mudança da paisagem rural, fortalecendo a agrobiodiversidade.

6. REFERÊNCIAS

ABDO, M. T. V. N.; VALERI, S. V.; MARTINS, A. L. M. Sistemas agroflorestais e agricultura familiar: uma parceria interessante. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, v. Dezembro, p. 50-59, 2008.

ABDOELLAH, O. S.; HADIKUSUMAH, H. Y.; TAKEUCHI, K.; OKUBO, S.; PARIKESIT. Commercialization of homegardens in an Indonesian village: Vegetation composition and functional changes. **Agroforestry Systems**, v. 68, n. 1, p. 1-13, 2006.

AGRIANUAL 2019. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP, Consultoria e Agroinformativos, 2019.

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) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 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.

ALVES, E. P.; SILVA, M. L. da; OLIVEIRA NETO, S. N. de; BARRELLA, T. P.; SANTOS, R. H. S. Economic Analysis of a Coffee-Banana System of a Family-Based Agriculture At the Atlantic Forest Zone, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 39, n. 3, p. 232-239, 2015.

ANTÔNIO, J. Sistemas agroflorestais como estratégia de desenvolvimento rural em diferentes biomas brasileiros. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 2, p. 63-76, 2012.

ARAÚJO, L. **Transição agroecológica na comunidade quilombola de Morro Alto, Maquiné-RS**. 2013. 20 p. Monografia (Tecnológica em Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Santo Antônio da Patrulha, RS.

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.; BROWN, G. G.; PRADO, R. B. (Orgs.). **Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica**. 2015. p. 335–346.

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

ARCO-VERDE, M. F.; SILVA, I. C; MOURÃO JÚNIOR, M. Aporte de nutrientes e produtividade de espécies arbóreas e de cultivos agrícolas em sistemas agroflorestais na Amazônia. **Floresta**, v. 39, n. 1, p. 11-22, 2009.

ARCO-VERDE, M. F. **Sustentabilidade Biofísica e Socioeconômica de Sistemas Agroflorestais na Amazônia Brasileira**. 2008. 188 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

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.

ASSAF NETO, A.; LIMA, F. G.; ARAÚJO, A. M. P de. Uma proposta metodológica para o cálculo do custo de capital no Brasil. **Revista de Administração**. v. 43, n. 1, p.72-83, 2008.

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.

BARLOW, J.; LENNOX, G. D.; FERREIRA, J.; BERENGUER, E.; LEES, A. C.; NALLY, R. Mac; THOMSON, J. R.; FERRAZ, S. F. D. B.; LOUZADA, J.; OLIVEIRA, V. H. F.; PARRY, L.; RIBEIRO DE CASTRO SOLAR, R.; VIEIRA, I. C. G.; ARAGAÕ, L. E. O. C.; BEGOTTI, R. A.; BRAGA, R. F.; CARDOSO, T. M.; JR, R. C. D. O.; SOUZA, C. M.; MOURA, N. G.; NUNES, S. S.; SIQUEIRA, J. V.; PARDINI, R.; SILVEIRA, J. M.; VAZ-DE-MELLO, F. Z.; VEIGA, R. C. S.; VENTURIERI, A.; GARDNER, T. A. Anthropogenic disturbance in tropical forests can double biodiversity loss from deforestation. **Nature**, London, v. 535, n. 7610, p. 144–147, 2017.

BELARMINO, L. C. **Avaliações econômicas dos sistemas de produção de laranja convencional, orgânico e agroflorestal**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2017. 60 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 448).

BENTES-GAMA, M. M.; SILVA, M. L.; VILCAHUAMÁN, L. J. M.; LOCATELLI, M. Análise Econômica de Sistemas Agroflorestais na Amazônia Ocidental, Machadinho D'oeste RO. **Árvore**, v. 29, n. 3, p. 401 - 411, 2005.

BERNOUX, M.; CHEVALLIER, T. **Carbon in dryland soils**. Multiple essential functions. Les dossiers thématiques du CSFD (Comité Scientifique Français de la Désertification), n. 10, 2014. 40 p.

BERTALOT, M. J. A.; MENDONZA, E.; GUERRINI, I. A. Regeneração da paisagem, estabelecimento e manejo de sistemas agroflorestais. In: ENCONTRO FLORESTAS NATIVAS E SISTEMAS AGROFLORESTAIS: MÉTODOS DE RECUPERAÇÃO E MANEJO, 5., 2000, Botucatu. **Minicurso...** Apostila. Botucatu: IBD, 2000. 10 p.

BHAGWAT, S. A.; WILLIS, K. J.; BIRKS, H. J. B.; WHITTAKER, R. J. Agroforestry: a refuge for tropical biodiversity? **Trends in Ecology & Evolution**, v. 23, n. 5, p. 261-267, 2008.

BORGES, P. R. S. **A Pupunha como Alternativa Econômica para a Agricultura Familiar do Distrito Federal**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-Graduação em Gestão Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR.

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

BRAGA, R. **Fundamentos e técnicas de administração financeira**. 1 ed. São Paulo: Atlas S.A., 2013.

BRASIL. **Lei nº 13.606, de 9 de janeiro de 2018**. Institui o Programa de Regularização Tributária Rural (PRR) na Secretaria da Receita Federal do Brasil e na Procuradoria-Geral da Fazenda Nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ Ato2015-2018/2018/Lei/113606.htm. Acesso: 10 nov. 2021

_____. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Proteção da vegetação nativa. 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso: 10 nov. 2021.

_____. **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. 2021.

_____. **Lei n. 9.985, 18 de julho de 2000**. Brasília, DF: Presidência da República, [2000]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em: 20 jan. 2021.

_____. **Lei Federal nº 6.902, de 27 de abril de 1981**. Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16902.htm. Acesso: 10 nov. 2021.

BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos**. Rio de Janeiro: Campus, 1991. 266 p.

CAMPOS FILHO, E. M.; SARTORELLI, A. R. **Guia de árvores com valor econômico**. São Paulo: Agroicone, 2015. 139 p.

CANUTO, J. C. **Sistemas agroflorestais: experiências e reflexões**. Brasília: Embrapa Meio Ambiente, 2017. 216 p. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1074707>. Acesso: 14 abr. 2021.

CARDOZO, E. G.; MUCHAVISOY, H. M.; SILVA, H. R.; ZELARAYAN, M. L. C.; LEITE, M. F. A.; ROUSSEAU, G. X.; GEHRING, C. Species richness increases income in agroforestry systems of eastern Amazonia. **Agroforestry Systems**, v. 89, n. 5, p. 901-916, 2015.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKE, B. H. **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

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.

CHAPE, S.; SPALDING, M. D.; JENKINS M. D. (eds.). **The worlds protected areas: Status, values and prospects in the 21st century.** Berkeley: University of California Press, 2008. 376 p.

COELHO-JUNIOR, L. M.; REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D.; COIMBRA, L. A. B.; SOUZA, Á. N. Análise de investimento de um sistema agroflorestal sob situação de risco. **Cerne**, v. 14, n. 4, p. 368 - 378, 2008.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº429, de 28 de fevereiro de 2011.** Dispõe sobre a recuperação de Áreas de Preservação Permanente. Disponível em: www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/res42911.pdf . Acesso: 18 ago. 2019.

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, D. M. C.; PAULETTO, D. Importância dos sistemas agroflorestais na composição de renda de agricultores familiares: estudo de caso no município de Belterra, Pará. Pesquisas Agrárias e Ambientais. **Nativa**, v. 9, n. 1, p. 92-99, 2021.

COSTA, A. de A.; OLIVERIA, M. de M. **Análise de viabilidade econômica de um sistema agroflorestal localizado no município e Parauapebas-PA.** 2018. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia florestal) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Parauapebas, AM.

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 Açu-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-citrícos 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.

CUNHA, M. F da. **Avaliação de Empresas no Brasil pelo Fluxo de Caixa Descontado:** Evidências Empíricas Sob o Ponto de Vista do Desempenho Econômico-Financeiro. 2011. 170 p. Tese (Doutorado em Ciências Contábeis) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

DAMODARAN, A. **Investment Valuation.** New York: John Wiley & Sons, 2002.

DAWSON, I. K.; GUARIGUATA, M. R.; LOO, J.; WEBER, J. C.; LENGKEEK, A.; BUSH, D.; JAMNADASS, R. What is the relevance of smallholders' agroforestry systems for conserving tropical tree species and genetic diversity in circa situm, in situ and ex situ settings? A review. **Biodiversity and Conservation**, v. 22, n. 2, p. 301-324, 2013.

DE BEENHOUWER, M.; AERTS, R.; HONNAY, O. A global meta-analysis of the biodiversity and ecosystem service benefits of coffee and cacao agroforestry. **Agriculture Ecosystems & Environment**, v. 175, p. 1-7, 2013.

DE PAULA, M. T.; PONTES, A. N.; FERREIRA FILHO, H. R.; CARDOSO, L. A.; SILVA, I. M.; DAMASCENO, M. C. S.; SENA, A. L. Economic Viability of Production of Tree Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) of Reforestation Project in the Municipality Paragominas - PA, Brazil. **Journal of Life Sciences**, v. 8, 2014. Disponível em: <http://www.congressosp.fipecafi.org/anais/artigos132013/379.pdf> . Acesso: 30 out. 2019.

DONG, X.; MILHOLLAND, B.; VIJG, J. Evidence for a limit to human lifespan. **Nature**, London, v. 538, n. 7624, p. 257-259, 2016.

ELI (Environmental Law Institute). 2003. **Legal Tools and Incentives for Private Lands in Latin America: Building Models for Success**. Washington DC: Environmental Law Institute. Disponível em: https://cmsdata.iucn.org/downloads/spn___legal_tools_and_incentives_for_private Lands Conservation .pdf. Acesso: 20 set. 2020.

EMBRAPA AGROBIOLOGIA. **Sistemas Agroflorestais (SAFs)**. 2004. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-produtos-processos-e-servicos/-produtoservico/112/sistemas-agroflorestais-safs>. Acesso: 15 mai. 2021.

EVERITT, B. S. **The Cambridge Dictionary of Statistics**. 2. ed. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press, 2002. 410 p.

FAMA, E. F. Efficient capital markets: a review of theory and empirical work. **The Journal of Finance**, v. 25, p. 383 - 417, 1970.

FAO, IFAD, UNICEF, WFP & WHO. **The State of Food Security and Nutrition in the World, 2017**. Building resilience for peace and food security. Disponível em: www.fao.org/3/a-I7695e.pdf. Acesso: 13 ago. 2020.

FAO. **O Estado da Insegurança Alimentar e Nutrição no Mundo (SOFI) 2021**. Rome, 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1415747/>. Acesso: 18 set. 2021.

FEARNSIDE, P. M. Challenges for sustainable development in Brazilian Amazônia. **Sustainable development**. v. 26, ed. 2, p. 141-149, 2019.

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.

FISCHER, R. A.; EDMEADES, G. O. Breeding and cereal yield progress. **Crop Science**, v. 50, p. S-85-S-98, 2010.

FILIPPIN, I. L. **Viabilidade econômica do cultivo de noqueira pecã em áreas de reserva legal e de preservação permanente**. 2012. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Universidade Federal de Pelotas.

FLORA DO BRASIL 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso: 20 fev. 2021.

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.

FOLEY, J. A.; DE FRIES, R.; ASNER, G. P. *et al.* Global consequences of land use. **Science**, v. 309, n. 5734, p. 570–574, 2005.

FOLEY, J. A.; RAMANKUTTY, N.; BRAUMAN, K. A. *et al.* Solutions for a cultivated planet. **Nature**, v. 478, n. 7369, p. 337–342, 2011.

FRANCO, F. S.; COUTO, L.; CARVALHO, A. F.; JUCKSCH, I.; FERNANDES FILHO, E. I.; SILVA, E.; MEIRA NETO, J. A. A. Quantificação de erosão em sistemas agroflorestais e convencionais na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 751-760, 2002.

FRANCEZ, D. C.; SANTOS ROSA, L. S. Viabilidade econômica de sistemas agroflorestais em áreas de agricultores familiares no Pará, Brasil. **Revista Ciência Agrária**, v.54, n.2, p.178-187, Mai/Ago 2011.

GANDARA, F. B.; KAGEYAMA, P. Y. Biodiversidade e dinâmica em sistemas agroflorestais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 3. Manaus, AM: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001.

GARRÁN, F. T.; MARTELANC, R. Metodologias em uso no Brasil para determinação do custo de capital próprio. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PRÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 31, 2007, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro: Anpad, 2007. CD-ROM.

GONÇALVES, A. C. DA S.; 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 Barbara-PA. **Espacio**, v. 38, 2017.

GOTTFRIED, R.; WEAR, D.; LEE, R. Institutional solutions to market failure on the landscape scale. **Ecological Economics**, v. 18, n. 2, p. 133-140, 1996.

GRAEFE, S.; DUFOUR, D.; VAN ZONNEVELD, M.; RODRIGUEZ, F.; GONZALEZ, A. Peach palm (*Bactris gasipaes*) in tropical Latin America: implications for biodiversity conservation, natural resource management and human nutrition. **Biodiversity Conservation**, v. 22, p. 269-300, 2013.

GUEDES, F. B.; SEEHUSEN, S. E. **Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios**. Brasília: MMA, 2011.

HAUFLER, J. B.; KERNOHAN, B. J. Landscape Considerations for Conservation Planning on Private Lands. In: MILLSAUGH, J.; THOMPSON, F. R. (Eds.). **Models for planning wildlife conservation in large landscapes San Diego**. Academic Press, p. 153-176, 2009.

HERMIDA, G. C. Agroforesteria periurbana una opción para la producción sustentable en los alrededores de Buenos Aires. **Scientia Agroalimentaria**, n. 2, p. 7-17, 2015.

HOCKINGS, M.; PHILLIPS, A. How well are we doing? - some thoughts on the effectiveness of protected areas. **Parks**, v. 9, n. 2, 1999.

HOFFMANN, M. R. **Sistema agroflorestal sucessional-implantação mecanizada: Um estudo de caso**. Brasília: Universidade de Brasília, 2005.

IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação**. 1990. 96 p.

IPCC. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). **Food security and food production systems** (Chapter 7), 2014.

JOSE, S.; BARDHAN, S. Agroforestry for biomass production and carbon sequestration: An overview. **Agroforestry Systems**, v. 86, n. 2, p. 105–111, 2012.

KEPPLE, A. W.; SEGALL-CORRÊA, A. M. Conceituando e medindo segurança alimentar e nutricional. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, n. 1. p. 187-199, 2011.

LAURANCE, W. F.; SAYER, J.; CASSMAN, K. G. Agricultural expansion and its impacts on tropical nature. **Trends in Ecology and Evolution, Barking**, v. 29, n. 2, p. 107–116, 2014.

LIEBEREI, R.; GASPAROTTO, L.; PREISINGER, H.; SCHROTH, G.; REISDORFF, C. Characteristics of Sustainable polyculture production systems on Terra Firme. In: LIEBEREI R.; BIANCHI, H-K., BOEHM, V.; REISDORFF C. (Ed.). **Neotropical Ecosystems: proceedings of the German-Brazilian Workshop**. Hamburg: GKSS, Forschungszentrum Geesthacht, 2000. p. 653-660.

LIN, S. A. The Modified Internal Rate of Return and Investment Criterion. *The Engineering Economist: A Journal Devoted to the Problems of Capital Investment*, v. 21, n. 4, p. 237-247, 1976.

LUCENA, H. D.; PARAENSE, V. C.; MANCEBO, C. H. A. Viabilidade econômica de um sistema agroflorestal com cacau e essências florestais de alto valor comercial em Altamira PA. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v. 8, n. 1, p. 73-84, 2016.

MACHADO, M. R. R. Fluxo de Caixa Descontado: metodologias e critérios adotados na determinação da taxa de desconto. **Anais... SEMINÁRIO DE ADMINISTRAÇÃO – SEMEAD**, 10, 2007, São Paulo.

MAIA, J. P. **Análise de viabilidade econômica de um sistema agroflorestal localizado no município de Filadélfia - TO**. 2019. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Lato Senso em Agropecuária Sustentável) - Instituto Federal do Tocantins.

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.

MATTSONN, E.; OSTWALD, M.; NISSANKA, S. P. What is good about Sri Lankan homegardens with regards to food security? A synthesis of the current scientific knowledge of a multifunctional land-use system. **Agroforestry Systems**, v. 92, p. 1-16, 2017.

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.

MENDES, F. A. T. Avaliação de modelos simulados de sistemas agroflorestais em pequenas propriedades cacauceiras selecionadas no município de Tomé-Açu, no Estado do Pará. **Informe Gepec**, v. 07, n. 1, p. 118-144, 2003.

MERCER, D. E.; FREY, G. E.; CUBBAGE, F. W. Economics of Agroforestry. In: KANT, S.; ALAVALAPATI, J. R. R. **Handbook of Forest Economics**. Earthscan from Routledge, 2014. p. 188-209.

METZGER, J. P. Bases biológicas para a "reserva legal". **Ciência hoje**, v. 3, n. 183, p. 48-49, 2002.

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.

MOREIRA, F. T. A. **Avaliação de um sistema agroflorestal na região de Itaparica, semiárido pernambucano**. 2018, 100 p. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

MORESSI, M. **Estrutura e dinâmica de espécies vegetais e banco de sementes no solo em sistemas agroflorestais sob bases agroecológicas para fins de restauração ambiental**. 2014. 78 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Geral) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados.

NAIR, P. K. R. The coming of age of agroforestry. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 87, p. 1613-1619, 2007.

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.

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.

NICODEMO, M. L. F. **Dinâmica da água em sistemas agroflorestais**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste. 2011. 36 p. Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 102.

OLIVEIRA, E. R. G. **Viabilidade financeira de um sistema agroflorestal na Fazenda Água Limpa**. 2018. 56 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Universidade de Brasília, Brasília.

OLIVEIRA, R. E.; CARVALHÃES, M. A. Agrofloresta como ferramenta de restauração em mata atlântica. Podemos encontrar espécies polivalentes? **Oecologia Australis**, v. 20, n. 4, p. 425-435, 2016.

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, 2021a. 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, 2021b.

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.; 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.; 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.

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.; RUAS, F. G.; NOGUEIRA, F. F.; BRAZ, W. F. F.; ARCO-VERDE, M. F. Agricultura sustentável com produtos da Mata Atlântica. **Incaper em Revista**, v. 10, p. 68-89, 2019.

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.

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.

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.

PONCIANO, N. J.; SOUZA, P. M. de; MATA, H. T. da C.; VIEIRA, J. R.; MORGADO, I. F. Análise de viabilidade econômica e de risco da fruticultura na região norte Fluminense. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 42, p. 615-635, 2004.

PEREIRO, L. E. The valuation of closely-held companies in Latin America. **Emerging Markets Review**, v. 2/4, p. 330-370, 2001.

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

PERUCHI, F. **Sistemas agroflorestales y seguridad alimentaria**: un estudio de caso en el Asentamiento Sepé Tiarajú - São Paulo, Brasil. 2014. 102 p. Tesina (Máster en Agroecología) - Universidad de Córdoba, Baeza, 2014.

PIOVESAN, J. C.; R. HATAYA, P. I. N.; CMPARA MIMETE, 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.

PÓVOA, A. **Valuation**: como precificar ações. 2 ed. São Paulo: Globo. 2007. 373 p.

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.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JAFFE, J. F. **Administração Financeira**: Corporate Finance. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SANGUINO, A. C.; SANTANA, A. C.; HOMMA, A. K. O.; BARROS, P. L. C.; KATO, O. K.; AMIN, M. M. G. H. Avaliação econômica de sistemas agroflorestais no estado do Pará. **Revista Ciência Agrária**, Belém, n. 47, p. 71-88, 2007.

SANTANA, A. C. **Elementos de economia, agronegócio e desenvolvimento local**. Belém: GTZ; TUD; UFRA, 2005. (Série Acadêmica, 01). 197 p.

SANTOS, P. P. **Avaliação financeira e custeio por absorção em sistema de Integração Lavoura Pecuária Floresta**. 2020. 40 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília.

SANTOS, A. N.; PEREIRA, D. T. de; VICTOR, P. H. A.; BORGES, F. Q. (2019a). "Importância da gestão financeira para agricultura familiar em sistemas agroflorestais". **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, 2019). Disponível em: <https://www.eumed.net/rev/oel/2019/02/gestao-financeira-agricultura.html/hdl.handle.net/20.500.11763/oel1902gestao-financeira-agricultura>. Acesso: 12 ago. 2020.

SANTOS, D.; SIDDIQUE, I.; JONER, F.; TELEGINSKI, M.; LUCAS, R. R.; MONTEIRO, A. L. Trait-based ecology approach in Successional Agroforestry Systems. In: European Geophysical Union (EGU) General Assembly, Vienna. **Geophysical Research Abstracts**, v. 21, 2019b.

SANTOS, C. E. M. A cultura da lichieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 2, 2009.

SANTOS, G. J. dos; MARION, J. C.; SEGATTI, S. **Administração de custos na agropecuária**. São Paulo: Atlas, 3. ed., 2002. 165 p.

SCHEMBERGUE, A.; CUNHA, D. A.; CARLOS, S. M.; PIRES, M. V.; RAIZA MONIZ FARIA, R. M. Sistemas Agroflorestais como Estratégia de Adaptação aos Desafios das Mudanças Climáticas no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 55, n. 1, p. 9-30, 2017.

SILVA, N. G.; SILVA, C. V. Percepção dos produtores rurais sobre os sistemas integrados na produção agropecuária (SIPAS). **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**. v. 14, n. 2, p. 172-186, 2020.

SILVA, C. E.; HENRIQUE, D. C.; MIMURA, A. T. Análise do payback descontado em sistemas residenciais de captação de água de chuva no estado de Santa Catarina. **Revista Produção Online**, v. 18, n. 3, p. 1043-1075, 2018.

SILVA, J. A. **Perspectivas financeiras de sistemas agroflorestais ecológicos da Lapa -PR e Ribeirão Preto – SP**. 2016. 111 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SILVA, L. de J.; MENEGHETTI, G. A.; MORENO, A. A.; da SILVA, K. E.; PINHEIRO, J. O. C. Produção para Autoconsumo na Floresta Nacional (Flona) do Pau-Rosa, Maués, AM. In: WORKSHOP DE PESQUISA E AGRICULTURA FAMILIAR: Fortalecendo a Interação da Pesquisa para a Inovação e Sustentabilidade. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2016.

SILVA, F. C. L. da; FARIAS, J. A. Análise econômica da produção de *Acacia mearnsii* de Wild e carvão vegetal no Vale do Cai e Taquari, Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 45, n. 5, p. 927-932, 2015.

SILVA, D. P. SAF: sistemas alternativos de produção. **Revista de Extensão e Estudos Rurais**, v. 2, n. 1, p. 153-162, 2013.

SILVA, M. L., FONTES, A. A. Discussão sobre os critérios de Avaliação Econômica: Valor Presente Líquido (VPL), Valor Anual Equivalente (VAE) e Valor Esperado da Terra (VET). **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, 2005.

SILVEIRA, N. D. **Indicadores de sustentabilidade ambiental em sistemas agroflorestais na Mata Atlântica**. 2003. 75 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Ser opédica.

SCHEMBERGUE, A.; CUNHA, D. A.; CARLOS, S. M.; PIRES, M. V.; FARIA, R. M. Sistemas agroflorestais como estratégia de adaptação aos desafios das mudanças climáticas no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 55, n. 1, p. 9-30, 2017.

SOUZA, D. P. de. **A Vulnerabilidade da cafeicultura: uma análise da rentabilidade econômica**. 2018. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados.

SOUZA, A. B. de. **Curso de administração financeira e orçamento**. São Paulo: Atlas S.A., 2014.

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**, p. 39-60, 2013a.

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

TEIXEIRA, V. P. M.; CUNHA, M. F.; MACHADO, C. A. Aplicabilidade dos modelos CAPM Local, CAPM Local Ajustado e CAPM Ajustado Híbrido ao mercado brasileiro. IN: CONGRESSO DE CONTABILIDADE E CONTROLADORIA DA USP, 14, São Paulo: 2017. **Anais**. Disponível em: <http://www.congressosp.fipecafi.org/anais/AnaisCongresso2017/ArtigosDownload/134.pdf>. Acesso: 30 out. 2020.

TEIXEIRA, V. P. M.; CUNHA, M. F. da; MACHADO, C. A. (2013). Avaliação de empresas no Brasil: análise da premissa Risco Brasil. CONGRESSO DE CONTABILIDADE E CONTROLADORIA DA USP, 10, São Paulo: 2013. **Anais**. Disponível em: <http://www.congressosp.fipecafi.org/anais/artigos132013/379.pdf>. Acesso: 18 mai. 2019.

TORRALBA, M.; FAGERHOLM, N.; BURGESS, P. J.; MORENO, G.; PLIENINGER, T. Do European agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem services? A metaanalysis. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 230, p. 150-161, 2016.

TREMBLAY, S.; LUCOTTE, M.; REVÉRET, J. P.; DAVIDSON, R.; MERTENS, F.; PASSOS, C. J. S.; ROMANA, C. A. Agroforestry systems as a profitable alternative to slash and burn practices in small-scale agriculture of the Brazilian Amazon. **Agroforestry Systems**, v. 89, n. 2, p. 193-204, 2015.

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

USTAOGU, E.; CASTILLO, P.; JACOBIS-CRISIONI, C.; LAVALLE, C. Economic evaluation of agricultural land to assess land use changes. **Land Use Policy**, v. 56, p. 125-146, 2016.

VARELA, L. B.; SANTANA, A. C. de. Aspectos econômicos da produção e do risco nos sistemas agroflorestais e nos sistemas tradicionais de produção agrícola em Tomé Açu, Pará - 2001 a 2003. **Revista Árvore**, v. 33, n.1, p. 151-160, 2009.

VASCONCELLOS, R. C.; BELTRÃO, N. E. S.; MARTINS, S. S.; DE PAULA, M. T. Identificação dos serviços ecossistêmicos na produção agrícola: um estudo em sistemas agroflorestais. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, 2020.

VASCONCELLOS, R. C.; BELTRÃO, N. E. S. Avaliação de prestação de serviços ecossistêmicos em sistemas agroflorestais através de indicadores ambientais. **Interações**, n. 19, p. 209-220, 2018.

VIVAN, J. L. **O papel dos sistemas agroflorestais para usos sustentáveis da terra e políticas públicas relacionadas**: relatório síntese e estudos de casos. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2010. 120 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.

WOODS, J.; LYND, L. R.; LASER, M.; BATISTELLA, M.; VICTORIA, D. C.; KLINE, K.; FAAIJ, A. Bioenergy & Sustainability: bridging the gaps. In: SOUZA, G. M.; VICTORIA, R. L.; JOLY, C. A.; VERDADE, L. M. (Ed.). **Bioenergy & sustainability**: bridging the gaps. Paris: Scientific Committee on Problems of the Environment - SCOPE, 2015. p. 258-301.

APÊNDICE

Tabela 25 - Indicadores técnicos e custos para implantação dos sistemas agroflorestais propostos para a diversificação da produção e melhoria ambiental.

INVESTIMENTO FIXO							
ITENS	Unidade	Sistema Agroflorestal 1			Sistema Agroflorestal 2		
		Unitário	Quant.	Valor	Unitário	Quant.	Valor
INVESTIMENTO	Hectare	40.000	1	40.000,00	40.000	1	40.000,00
MAQUINARIO/ ALUGADO							
<i>Preparo do solo</i>							
Análise do solo completa	Unidade	56,00	1	56,00	56,00	1	56,00
Subsolagem	H/M	95,00	2	190,00	95,00	2	190,00
Calagem	H/M	95,00	1	95,00	95,00	1	95,00
Gradagem (incorporação de calcário) 1x	H/M	95,00	1	95,00	95,00	1	95,00
Gradagem de Nivelamento 1x	H/M	95,00	1	95,00	95,00	1	95,00
Sulcamentos (linha de arbóreas nativas)	H/M	95,00	1	95,00	95,00	1	95,00
Subtotal				626,00			626,00
MÃO DE OBRA							
Marcação da área	H/D	70,00	1	70,00	70,00	1	70,00
Coveamento	H/D	70,00	12	840,00	70,00	12	840,00
Transporte das mudas	H/D	70,00	2	140,00	70,00	2	140,00
Plantio de espécies nativas	H/D	70,00	1	70,00	70,00	1	70,00
Adubação, plantio e replantio das mudas	H/D	70,00	5	350,00	70,00	5	350,00
Aplicação de isca natural formicida	H/D	70,00	1	70,00	70,00	1	70,00
Subtotal				1.540,00			1.540,00
INSUMOS							
Corretivos (Calcário dolomítico)	t	150,00	2	300,00	150,00	2	300,00
Adubo (Composto orgânico)	t	340,00	5	1.700,00	340,00	5	1.700,00
Adubo (Termofosfato magnesiano)	t	1.640,00	1	1640,00	1.640,00	1	1640,00
Adubo (Sulfato de potássio)	t	4.880,00	1	4.880,00	4.880,00	1	4.880,00
<i>Mudas + 10 % de perda</i>							
Almeirão	mil	-	-	-	0,014	144040	2018,21
Açafrão	t	5500	0,6	3.630,00	-	-	-
Banana	unidade	4,00	120	528,00	4,00	120	528,00
Batata Doce	m ³	110	8	968,00	-	-	-
Beterraba	kg	-	-	-	10,00	80	880,00
Brócolis	Unidade	-	-	-	0,06	28800	1900,80
Cenoura	Unidade	-	-	-	185,00	3	610,50
Couve-flor	kg	-	-	-	0,06	21600	1425,60
Coco	Unidade	-	-	-	15,00	120	1980,00
Gengibre	t	3000	2	6.600,00	-	-	-
Graviola	Unidade	-	-	-	10,00	55	605,00
Inhame	t	4500	0,6	2.970,00	-	-	-
laranja	Unidade	17	54	1.009,80	-	-	-
Limão	Unidade	-	-	-	10,00	46	506,00
Mandioca	m ³	45	4	198,00	4,00	45	198,00
Mandioquinha	Unidade	-	-	-	0,06	13500	891,00
Milho verde	kg	6	20	132,00	-	-	-
Moranga	mil	396	1,5	653,40	-	-	-
Pupunha	Unidade	11	300	3.630,00	-	-	-
Quiabo	mil	2,5	400	1.100,00	-	-	-
Repolho	Unidade	-	-	-	0,06	10800	712,80
Rúcula	mil	-	-	-	4,80	1056	5575,68
Isca natural formicida	kg	39	2	78,00	39	2	78,00
<i>Ferramentas e utensílios</i>							
Pulverizador costal	Unidade	2	209,9	419,80	2	209,9	419,80
Subtotal				30.437,00			27.049,39
CUSTO TOTAL				32.603,00			29.215,39

Fonte: Elaboração própria a partir de resultados da pesquisa.

APÊNDICE

Tabela 26 - Indicadores técnicos e custos para implantação dos sistemas agroflorestais propostos visando a restauração de Áreas de Reserva Legal, com geração de renda.

INVESTIMENTO FIXO							
Item	Unidade	Saf 1			Saf 2		
		Valor unitário	Quant.	Valor	Valor unitário	Quant.	Valor
INVESTIMENTO	Hectare	15.000	1	15.000,00	15.000	1	15.000,00
MAQUINARIO/ ALUGADO							
<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
Adução, 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	unid.	0,25	27750	7.631,25			
Abóbora	mil	396,00	2	871,20			
Açafrão	t				5.500,00	0,6	3.630,00
Banana	unid.	7,00	120	924,00			-
Batata doce	m³	110,00	8	968,00	110,00	8	968,00
Coco	und.				15,00	39	643,50
Feijão caupi	kg	6,00	20	132,00			
Gengibre	t				3.000,00	2	6.600,00
Goiaba	unid.	5,00	48	264,00			-
Graviola	unid.				10,00	60	660,00
Inhame	t				4.500,00	1	4.950,00
Laranja	unid.	17,00	48	897,60			
Lichia	unid.				15,00	30	495,00
Limão	unid.	10,00	48	528,00			-
Mandioca	m³				45,00	5	247,50
Melância	mil				60,00	1	66,00
Milho Verde	kg	6,00	20	132,00			-
Moranga	mil	396,00	3	1.306,80			-
Pupunha	mil				11,00	300	3.630,00
Quiabo	mil	2,50	13	32,50			-
Tangerina	unid.	10,00	60	660,00			-
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				22.005,15			29.547,80
CUSTO TOTAL				24.171,15			31.713,80

Fonte: Elaboração própria a partir de resultados da pesquisa.

APÊNDICE

Tabela 27 - 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	Hectare	15.000	1	15.000,00	15.000	1	15.000,00
MAQUINARIO/ ALUGADO							
<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	m³				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	m³				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: Elaboração própria a partir de resultados da pesquisa.