



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS DO VALE DO
RIBEIRA**

JOSÉ RICARDO DE OLIVEIRA NASCIMENTO JÚNIOR

**Araras
2024**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS DO VALE DO
RIBEIRA**

JOSÉ RICARDO DE OLIVEIRA NASCIMENTO JÚNIOR

ORIENTADOR: PROF. DR. FABRÍCIO ROSSI

COORIENTADOR: PROF. DR. PEDRO HENRIQUE SANTIN BRANCALION

COORIENTADORA: PROFA. DRA. ANASTÁCIA FONTANETTI

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Agroecologia e
Desenvolvimento Rural como requisito
parcial à obtenção do título de
MESTRE EM AGROECOLOGIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL

Araras

2024

Nascimento Júnior, José Ricardo de Oliveira

Sustentabilidade de sistemas agroflorestais do Vale do
Ribeira / José Ricardo de Oliveira Nascimento Júnior --
2024.
101f.

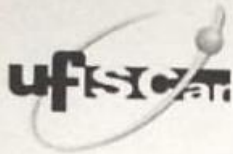
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São
Carlos, campus Araras, Araras
Orientador (a): Fabrício Rossi
Banca Examinadora: Fabrício Rossi, Francisca Alcivania
de Melo Silva, Ocimar José Baptista Bim
Bibliografia

1. Indicadores de sustentabilidade. 2. Vale do Ribeira. 3.
Sistema agroflorestal. I. Nascimento Júnior, José Ricardo
de Oliveira. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Helena Sachi do Amaral - CRB/8
7083



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Agrárias
Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato José Ricardo de Oliveira Nascimento Júnior, realizada em 21/05/2024.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Fabrício Rossi (UFSCar)

Profa. Dra. Francisca Alcivania de Melo Silva (UNESP)

Prof. Dr. Ocimar José Baptista Bim (SEMIL)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural.

AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente a minha família por sempre me dar apoio e coragem. Principalmente a minha companheira Catherine por sempre acreditar em mim.

A todos os produtores e produtoras que contribuíram solidariamente para a realização deste trabalho, em especial, ao produtor e amigo Gilberto Ohta por todo o apoio.

A todos os companheiros da COOPAFASB, em especial aos amigos Marcelo Fukunaga, Bruno Gianez e Aline Paiva.

À CATI Registro, em especial ao Rogério Sakai por todo o apoio.

A toda a equipe do projeto Newfor, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP). Em especial aos amigos Pedro Brancalion, Maria Andréia Moreno, Marcelo Pinho Ferreira, Juliana Santoro, Isabella Oppici, José Guedes, Matheus Fuza, Angélica Rezende e todos que contribuíram de alguma maneira com este trabalho.

A Profa. Dra. Francisca Alcivania de Melo Silva, ao Prof. Dr. Fernando Silveira Francisco, a Profa. Dra. Nathália Cristina Costa do Nascimento, ao Dr. Ocimar José Baptista Bim, a Profa. Dra. Catherine Torres de Almeida e a Profa. Dra. Fernanda Cristina dos Santos Tiberio que contribuíram com este trabalho na fase da qualificação e/ou defesa.

Ao meu orientador Prof. Dr. Fabrício Rossi e coorientadores Prof. Dr. Pedro Henrique Santin Brancalion e Profa. Dra. Anastácia Fontanetti.

À Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Centro Ciências Agrárias, *campus* Araras e à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural (PPGADR).

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) Código de Financiamento 001.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) em parceria com a Dutch Research Council (NWO) que financiaram o projeto Newfor (2018/18416-2).

SUMÁRIO

	Página
ÍNDICE DE TABELAS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	ii; iii; iv; v
RESUMO	vi; vii
ABSTRACT	viii; ix
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DA LITERATURA	5
2.1 Definição de SAFs e a Legislação Ambiental Brasileira	5
2.2 Indicadores e Índices de Sustentabilidade	7
2.3 A Mata Atlântica e o Vale do Ribeira Paulista	8
3 MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1 Levantamento de indicadores de sustentabilidade	12
3.2 Aplicação do questionário	14
3.3 Caracterização da área de estudo	15
3.4 Coleta de dados de campo	20
3.5 Processamento dos dados de campo	26
3.6 Descrição dos Indicadores de Sustentabilidade	27
3.7 Indicadores Selecionados	28
3.8 Cálculo dos Índices de Sustentabilidade	35
3.9 Análise estatística	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1 Análise descritiva dos dados	36
4.2 Resultados obtidos via coleta de dados de campo	36
4.3 Indicadores de Sustentabilidade Sociais, Econômicos e Ambientais	57
5 CONCLUSÃO	74
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
Anexo I	83
Anexo II	84

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 01. Indicadores e valores de referência para exploração agroflorestal em áreas de preservação permanente e reserva legal.	7
Tabela 02. Breve descrição das 11 parcelas estudadas - 04 SAFs Biodiversos (BIOD) e 07 SAFs Simplificados (SIMP).	17
Tabela 03. Indicadores Sociais selecionados. Discriminados em numéricos e não numéricos, assim como critérios de pontuação de cada variável.	29
Tabela 04. Indicadores Ambientais selecionados. Discriminados em numéricos e não numéricos, assim como critérios de pontuação de cada variável.	30
Tabela 05. Indicadores Econômicos selecionados. Discriminados em numéricos e não numéricos, assim como critérios de pontuação de cada variável.	31
Tabela 06. Compilado de dados gerais dos produtores e produtoras obtidos via aplicação do questionário.	38
Tabela 07. Compilado de dados das áreas estudadas obtidos via aplicação de questionário junto aos produtores e produtoras.	39
Tabela 08. Visão geral da percepção dos agricultores em relação às características de se trabalhar com os SAFs.	41
Tabela 09. Valores normalizados dos indicadores sociais para Sistemas Agroflorestais (SAFs) Biodiversos (BIOD) e Simplificados (SIMP).	57
Tabela 10. Valores normalizados dos indicadores econômicos para Sistemas Agroflorestais (SAFs) Biodiversos (BIOD) e Simplificados (SIMP).	58
Tabela 11. Valores normalizados dos indicadores Ambientais para Sistemas Agroflorestais (SAFs) Biodiversos (BIOD) e Simplificados (SIMP).	59
Tabela 12. Índices de sustentabilidade Social, Ambiental, Econômico e Geral para Sistemas Agroflorestais (SAFs) Biodiversos (BIOD) e Simplificados (SIMP).	71

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 01. Organograma referente a revisão sistemática da literatura	13
Figura 02. Exemplos de Sistemas agroflorestais Biodiversos (Parcelas BIOD_02, BIOD_03 e BIOD_04).	18
Figura 03. Exemplos de Sistemas Agroflorestais Simplificados (Parcelas SIMP_02, SIMP_03, SIMP_05 e SIMP_07).	19
Figura 04. Representação de uma parcela de 900 m ² , no formato de um quadrado de 30 x 30 metros, com indicação dos pontos de coleta de serrapilheira e coleta de solo.	22
Figura 05. A - Foto de coleta de coordenadas geográficas com GNSS (Sistema Global de Navegação por Satélite); B - Exemplificação de distribuição de parcelas pelo protocolo NewFor.	23
Figura 06. A - Coleta de solo com auxílio de um trado; B - Coleta de serrapilheira; C - Secagem da serrapilheira em estufa.	24
Figura 07. Ilustrações de inventário florestal. A - Coleta botânica de ramos de árvores; B - Numeração de árvores com plaquinha de identificação; C - Exsicatas para encaminhamento do material coletado ao herbário.	25
Figura 08. Representação da percepção de lucratividade dos produtores levando-se em conta a escolaridade dos produtores.	42
Figura 09. Representação da percepção de lucratividade dos produtores levando-se em conta a idade de cada um. (Correlação: - 0,79; Valor-p = 0,011)	43
Figura 10. Diagrama dos produtores de acordo com sua certificação (ou não) de produtor orgânico em relação à Percepção da Lucratividade. O “x” nos boxplots apontam a média de R\$1300 de percepção de lucratividade dos produtores que não possuem certificação e média de R\$3829 para os que possuem certificação.	44
Figura 11. Representação gráfica da percepção da lucratividade, dos produtores que trabalham com sistemas agroflorestais Biodiversos, em relação aos anos de plantio.	45

- Figura 12. Visualização da percepção da lucratividade dos produtores que trabalham com sistemas Simplificados, em relação aos anos de plantio da área de produção agrícola. 46
- Figura 13. Dados de pH do solo de acordo com os diferentes tipos de uso da terra. Respectivamente: áreas de Floresta Conservada, Regeneração Natural, Sistemas Agroflorestais (SAFs) Biodiversos (BIOD) e Simplificados (SIMP). 47
- Figura 14. Acidez potencial do solo de acordo com os diferentes tipos de uso da terra. Respectivamente: áreas de Floresta Conservada, Regeneração Natural, Sistemas Agroflorestais (SAFs) Biodiversos (BIOD) e Simplificados (SIMP). 48
- Figura 15. Linha de tendência entre pH do solo e a percepção de lucratividade nas 11 parcelas estudadas. 49
- Figura 16. Box plot das parcelas dos Sistemas Agroflorestais (SAFs) Biodiversos (BIOD) e Simplificados (SIMP) baseando-se na estimativa de serrapilheira (Mg ha^{-1}), com média de 6,61 e 3,29, respectivamente. 51
- Figura 17. Agrupamento dos dados de concentração de Matéria Orgânica do solo de acordo com os diferentes tipos de uso da terra. Respectivamente: áreas de Floresta Conservada, Regeneração Natural, Sistemas Agroflorestais (SAFs) Biodiversos (BIOD) e Simplificados (SIMP). 52
- Figura 18. Gráfico demonstrando a AGB obtida nos diferentes tipos de ocupação do solo. Respectivamente: áreas de Floresta Conservada, Regeneração Natural, Sistemas Agroflorestais (SAFs) Biodiversos (BIOD) e Simplificados (SIMP). 53
- Figura 19. Box plot do número total de Árvores. ha^{-1} e número de Árvores Nativas. ha^{-1} nos diferentes tipos de uso da terra. Respectivamente: áreas de Floresta Conservada, Regeneração Natural, Sistemas Agroflorestais (SAFs) Biodiversos (BIOD) e Simplificados (SIMP). 54
- Figura 20. Demonstração da riqueza de espécies arbóreas nos diferentes tipos de uso da terra. Respectivamente: áreas de Floresta Conservada, Regeneração Natural, Sistemas Agroflorestais (SAFs) Biodiversos (BIOD) e Simplificados (SIMP). 55

- Figura 21. Este gráfico demonstra a diferença das áreas em relação ao Índice de Shannon nos diferentes tipos de uso da terra. Respectivamente: áreas de Floresta Conservada, Regeneração Natural, Sistemas Agroflorestais (SAFs) Biodiversos (BIOD) e Simplificados (SIMP). 56
- Figura 22. Gráfico radar do SAF BIOD_01 ilustrando os 18 indicadores de sustentabilidade normalizados (0 a 1). Esse sistema de produção apresentou os seguintes índices: Social 0,95; Ambiental 0,77; Econômico 0,59 e Índice de Sustentabilidade Geral 0,77. 60
- Figura 23. Gráfico radar do SAF BIOD_02 ilustrando os 18 indicadores de sustentabilidade normalizados (0 a 1). Esse sistema de produção apresentou os seguintes índices: Social 0,29; Ambiental 0,72; Econômico 0,41 e Índice de Sustentabilidade Geral 0,47. 61
- Figura 24. Gráfico radar do SAF BIOD_03 ilustrando os 18 indicadores de sustentabilidade normalizados (0 a 1). Esse sistema de produção apresentou os seguintes índices: Social 0,34; Ambiental 0,84; Econômico 0,22 e Índice de Sustentabilidade Geral 0,47. 62
- Figura 25. Gráfico radar do SAF BIOD_04 ilustrando os 18 indicadores de sustentabilidade normalizados (0 a 1). Esse sistema de produção apresentou os seguintes índices: Social 0,68; Ambiental 0,71; Econômico 0,59 e Índice de Sustentabilidade Geral 0,66. 63
- Figura 26. Gráfico radar do SAF SIMP_01 ilustrando os 18 indicadores de sustentabilidade normalizados (0 a 1). Esse sistema de produção apresentou os seguintes índices: Social 0,24; Ambiental 0,35; Econômico 0,36 e Índice de Sustentabilidade Geral 0,31. 64
- Figura 27. Gráfico radar do SAF SIMP_02 ilustrando os 18 indicadores de sustentabilidade normalizados (0 a 1). Esse sistema de produção apresentou os seguintes índices: Social 0,78; Ambiental 0,29; Econômico 0,64 e Índice de Sustentabilidade Geral 0,57. 65
- Figura 28. Gráfico radar do SAF SIMP_03 ilustrando os 18 indicadores de sustentabilidade normalizados (0 a 1). Esse sistema de produção apresentou os seguintes índices: Social 0,78; Ambiental 0,51; Econômico 0,61 e Índice de Sustentabilidade Geral 0,64. 66

Figura 29. Gráfico radar do SAF SIMP_04 ilustrando os 18 indicadores de sustentabilidade normalizados (0 a 1). Esse sistema de produção apresentou os seguintes índices: Social 0,78; Ambiental 0,44; Econômico 0,71 e Índice de Sustentabilidade Geral 0,64. 67

Figura 30. Gráfico radar do SAF SIMP_05 ilustrando os 18 indicadores de sustentabilidade normalizados (0 a 1). Esse sistema de produção apresentou os seguintes índices : Social 0,85; Ambiental 0,34; Econômico 0,58 e Índice de Sustentabilidade Geral 0,59. 68

Figura 31. Gráfico radar do SAF SIMP_06 ilustrando os 18 indicadores de sustentabilidade normalizados (0 a 1). Esse sistema de produção apresentou os seguintes índices : Social 0,33; Ambiental 0,62; Econômico 0,56 e Índice de Sustentabilidade Geral 0,50. 69

Figura 32. Gráfico radar do SAF SIMP_07 ilustrando os 18 indicadores de sustentabilidade normalizados (0 a 1). Esse sistema de produção apresentou os seguintes índices: Social 0,68; Ambiental 0,44; Econômico 0,69 e Índice de Sustentabilidade Geral 0,60. 70

Figura 33. Pode-se observar diferença estatística no Índice Ambiental, ao se comparar Sistemas Agroflorestais (SAFs) Biodiversos (BIOD) e Simplificados (SIMP), indicando superioridade dos BIOD em relação aos SIMP na sustentabilidade ambiental. Utilizou-se para isso o teste não paramétrico de médias Wilcoxon, com 5% de significância. 72

SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS DO VALE DO RIBEIRA

Autor: JOSÉ RICARDO DE OLIVEIRA NASCIMENTO JÚNIOR

Orientador: PROF. DR. FABRÍCIO ROSSI

Coorientador: PROF. DR. PEDRO HENRIQUE SANTIN BRANCALION

Coorientadora: PROFA. DRA. ANASTÁCIA FONTANETTI

RESUMO

A produção de alimentos e produtos agroflorestais tem o foco na sustentabilidade ambiental, social e econômica. Contudo, há poucos estudos que avaliam a sustentabilidade dos sistemas agroflorestais (SAFs), nestas três dimensões, simultaneamente. Objetivou-se, com este trabalho, avaliar a sustentabilidade de SAFs na região do Vale do Ribeira paulista, por meio de indicadores e índices sociais, ambientais e econômicos, assim como mediante a um índice de sustentabilidade geral dos SAFs de diferentes complexidades. As áreas foram classificadas como SAFs Biodiversos (BIOD), quando apresentavam ao menos 10 espécies arbóreas nativas regionais e no mínimo 200 árvores/ha. As áreas que não estavam em conformidade com esses critérios, porém atendiam à definição generalista de SAF, foram classificadas como SAF Simplificado (SIMP). Aplicou-se um questionário a 9 produtores para obter o perfil dos mesmos e das propriedades, nos municípios de Sete Barras, Registro, Eldorado e Pariquera-Açu. Para o levantamento dos dados de campo foram feitas coletas em parcelas de 900m² na área de produção agrícola destas propriedades. Foram obtidos os seguintes dados: localização geográfica da propriedade; análises físico-químicas do solo; deposição de serrapilheira e inventário florestal completo. O número total de parcelas foi 11, variando entre Sistemas Agroflorestais Biodiversos (04) e Sistemas Agroflorestais Simplificados (07). Os cinco indicadores sociais utilizados foram: "Renda

Familiar”, “Grau de Escolaridade”, “Geração de Emprego”, “Segurança Hídrica” e “Tratamento de esgoto”. Os sete indicadores ambientais utilizados foram: “Adequação à Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN)”, “Sem Agrotóxico (ou Defensivo Agrícola)”, “AGB (do termo em inglês - *Above Ground Biomass*)”, “Número de árvores/ha”, “Índice de Shannon”, “Proporção de Espécies Arbóreas Nativas Regionais”, “Riqueza de Espécies Arbóreas”. Os seis indicadores econômicos utilizados foram: “Mercado-alvo”, “pH do Solo”, “Percepção da Lucratividade”, “Possui Certificação”, “Recebe Assistência Técnica”, “Valorização do Produto”. Os índices foram calculados com base no resultado dos indicadores correspondentes, por meio da média dos valores normalizados entre 0 e 1. O índice de Sustentabilidade foi calculado através da média dos índices social, ambiental e econômico. Foi observado que o nível de escolaridade do(a) produtor(a) e a certificação de produto orgânico interferem diretamente na percepção de lucratividade. Os SAFs BIOD apresentam maior Sustentabilidade Ambiental se comparado aos SAFs SIMP e, ambientalmente, aproximam-se de áreas de Regeneração da Vegetação Natural. Não houve diferença estatística entre os indicadores e índices social, econômico e índice geral. Estes resultados reforçam o uso de SAF como ferramenta para mitigação das mudanças climáticas, pois promovem ganhos ambientais e são equivalentes a modelos produtivos mais simplificados nas questões social e econômica. É importante destacar que a sustentabilidade é um processo contínuo, e é preciso avaliá-la regularmente para garantir sua continuidade.

Palavras-chave: Indicadores de sustentabilidade; Vale do Ribeira; índice de sustentabilidade; biodiversidade

SUSTAINABILITY OF AGROFORESTRY SYSTEMS IN THE RIBEIRA VALLEY

Author: JOSÉ RICARDO DE OLIVEIRA NASCIMENTO JÚNIOR

Adviser: PROF. DR. FABRÍCIO ROSSI

Co-adviser: PROF. DR. PEDRO HENRIQUE SANTIN BRANCALION

Co-adviser: PROFA. DRA. ANASTÁCIA FONTANETTI

ABSTRACT

The production of food and agroforestry products focuses on environmental, social and economic sustainability. However, there are few studies that assess the sustainability of agroforestry systems (AFSs) in these three dimensions simultaneously. The objective of this study was to assess the sustainability of AFSs in the Ribeira Valley region of São Paulo, using social, environmental and economic indicators and indexes, as well as an overall sustainability index for AFSs of different complexities. The areas were classified as Biodiverse AFSs (BIOD) when they had at least 10 native regional tree species and at least 200 trees/ha. Areas that did not comply with these criteria, but met the general definition of AFS, were classified as Simplified AFS (SIMP). A questionnaire was applied to 9 producers to obtain their profile and that of their properties, in the municipalities of Sete Barras, Registro, Eldorado and Pariquera-Açu. To collect field data, samples were collected from 900 m² plots in the agricultural production area of these properties. The following data were obtained: geographic location of the property; physical-chemical analyses of the soil; deposition of litter and complete forest inventory. The total number of plots was 11, ranging from Biodiverse Agroforestry Systems (04) to Simplified Agroforestry Systems (07). The five social indicators used were: "Family Income", "Education Level", "Job Generation", "Water Security" and "Sewage Treatment". The seven environmental indicators used were: "Compliance with the Native Vegetation Protection Law (LPVN)", "No Agrochemicals (or

Agricultural Defensives)", "AGB (Above Ground Biomass)", "Number of trees/ha", "Shannon Index", "Proportion of Regional Native Tree Species", "Tree Species Richness". The six economic indicators used were: "Target Market", "Soil pH", "Perception of Profitability", "Has Certification", "Receives Technical Assistance", "Product Valuation". The indices were calculated based on the result of the corresponding indicators, through the average of the normalized values between 0 and 1. The Sustainability Index was calculated through the average of the social, environmental and economic indices. It was observed that the producer's level of education and the certification of organic products directly interfere in the perception of profitability. BIOD AFSs present greater Environmental Sustainability when compared to SIMP AFSs and, environmentally, are similar to areas of Natural Vegetation Regeneration. There was no statistical difference between the social, economic and general index indicators and indices. These results reinforce the use of AFSs as a tool for mitigating climate change, as they promote environmental gains and are equivalent to more simplified production models in social and economic issues. It is important to highlight that sustainability is an ongoing process, and it is necessary to evaluate it regularly to ensure its continuity.

Keywords: Sustainability indicators; Ribeira Valley; sustainability index; biodiversity

1 INTRODUÇÃO

Uma das maiores problemáticas globais deste século é a segurança alimentar de uma população humana cada vez mais crescente. De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, do inglês *Food and Agriculture Organization of the United Nations*), estima-se que aproximadamente 600 milhões de pessoas no mundo ficarão cronicamente desnutridas até 2030. No Brasil, aproximadamente 10 milhões de pessoas vivem em uma grave insegurança alimentar (FAO, 2023). Em 2021, a FAO incluiu como meta no seu Quadro Estratégico 2022-2031 o objetivo de fomentar um mundo sustentável e com segurança alimentar para todos, no contexto da Agenda 2030, para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Sua ampla e ascendente concentração urbana está utilizando de maneira indiscriminada os recursos naturais e poluindo o ar e as águas (Ferreira, 2020). Nos últimos séculos, o estilo de vida humano e o crescimento populacional resultaram em um aumento da capacidade de intervenção humana no meio ambiente, gerando grandes impactos ambientais, como a poluição e esgotamento dos recursos naturais (Dias, 2007). Ações antrópicas favorecem as mudanças climáticas globais, pois aumentam a emissão dos gases do efeito estufa causado pelas queimadas das florestas e desmatamento. A consequência disso é o avanço das mudanças climáticas e o risco de colapso na manutenção de serviços ecossistêmicos, na produção de alimentos e na disponibilidade de água potável (Sauer e França, 2012)

Atualmente, o sistema para a produção de alimentos mais difundido no mundo é baseado na monocultura. Este modelo de agricultura convencional baseia-se no uso de adubos químicos, grande utilização de máquinas agrícolas, herbicidas, inseticidas e fungicidas para o controle de pragas, doenças e plantas invasoras. Apesar de otimizarem a produção de alimentos por área produtiva, os sistemas baseados na monocultura não favorecem a ciclagem de nutrientes no sistema, tornando-o dependente de insumos e

agrotóxicos (Aquino; Assis, 2005). Para os modelos de produção agrícola que causam impactos ambientais e degradação do solo, não são embutidos no custo de produção o valor de “depreciação da terra”, desfavorecendo a sustentabilidade ambiental (Batalha, 2008; Silva, 2012). O avanço das fronteiras agrícolas em direção às florestas e outros ecossistemas naturais são as principais causas de destruição dos recursos naturais em todo o mundo, priorizando-se o interesse econômico de poucos em detrimento dos ecossistemas naturais e dos serviços ecossistêmicos, que são um bem comum (Bernardes, 2022).

Dito isso, entende-se que o setor agrícola tem um grande desafio, pois há a necessidade de se produzir cada vez mais alimento em menores áreas e sem gerar danos ambientais, como a poluição das águas, degradação dos solos e contaminação de pessoas e alimentos (Silva, 2012). Desta maneira, fica ainda mais evidente a importância de práticas sustentáveis que busquem a redução dos impactos ambientais (Barbieri, 2012). Com as crescentes preocupações ambientais no que diz respeito aos sistemas agrícolas, o conceito de agricultura sustentável surge em resposta à forma tradicional de se realizar a agricultura convencional, que resulta em degradação ambiental (Kamiyama, 2011).

A definição de sustentabilidade mais aceita, e corroborada pela Organização das Nações Unidas (ONU, 2020), é a de utilização dos recursos naturais sem prejudicar as gerações futuras. A sustentabilidade na agricultura visa conservar a qualidade do solo, das águas e a diversidade biológica. Para tal, são utilizados princípios ecológicos que favorecem a ciclagem de nutrientes no solo, permitindo uma produtividade mais constante ao longo dos anos (Barbieri, 2012).

Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) são uma forma de produção de alimentos alinhada com a conservação da biodiversidade e a mitigação do impacto ambiental. Esses sistemas apresentam uma combinação ecológica e econômica de culturas agrícolas e/ou animais, em conjunto com espécies arbóreas (Nair, 1993). Existem inúmeras formas de se compor um sistema

agroflorestal, contudo há similaridades entre elas, visto que, de modo geral, partem do princípio de tentar reproduzir as estruturas e funcionalidades que ocorrem nos ambientes naturais. Os SAFs também podem ser utilizados para a recuperação de áreas desmatadas ou degradadas (Peneireiro, 1999), tornando a restauração dos ecossistemas economicamente viável.

Os SAFs apresentam vantagens ambientais em relação aos cultivos agrícolas convencionais, pois evitam a degradação do solo. Além disso, na maioria das vezes proporcionam uma melhora significativa das condições físicas, químicas e biológicas do solo. A maior biodiversidade do sistema permite a deposição de matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes no sistema, possibilitando uma menor dependência de insumos químicos (Dollinger e José, 2018). A utilização de SAFs como alternativa de produção de alimentos garante a fixação do produtor no campo de maneira digna e ambientalmente correta, e propicia uma melhora do microclima local. Ademais, o uso dessas práticas agroecológicas melhora a capacidade produtiva da terra, resultando em um aumento da renda familiar, pois diminui a necessidade de compra de insumos externos e garante uma maior diversificação da produção ao longo do ano, viabilizando a produção não só de alimentos, mas também de outros produtos florestais madeireiros e não-madeireiros, além de diversos serviços ecossistêmicos (Dubois, 2008; Gliessman, 2009).

O Vale do Ribeira é uma das regiões do estado de São Paulo onde há uma grande quantidade de produtores rurais que trabalham com SAFs. Adicionalmente, a região possui o maior remanescente contínuo de Mata Atlântica do Brasil, que é um dos biomas mais ameaçados. De acordo com Gonçalves e Souza (2001), a região do Vale do Ribeira apresenta uma das mais alta vulnerabilidade socioeconômica do estado de São Paulo, e parte da população culpa as áreas de vegetação nativa pela carência local, uma vez que muitos consideram essas áreas uma enorme perda de oportunidades de expansão do agronegócio. O valor socioambiental da mata preservada ainda não é reconhecido. Muitos produtores rurais da região descrevem a mata como uma área improdutiva (“terreno perdido”) e, mesmo com as leis ambientais vigentes no país, ainda há desmatamento irregular, corte de palmeira-juçara,

substituição da floresta por monocultura de palmito-pupunha (*Bactris gasipaes*), de bananeiras (*Musa acuminata*; *Musa balbisiana*) e criação de gado. Contudo, os autores evidenciaram que os municípios de maior fragilidade econômica do Vale do Ribeira (como é o caso de Itaoca, Itapirapuã Paulista e Barra do Chapéu) são os que apresentam menor percentual de reservas naturais. Sendo assim, nota-se que nessa região é um equívoco substituir a vegetação nativa por áreas agrícolas convencionais, pois isso não trouxe renda para a população nos municípios que desmataram.

Tal fato demonstra que não é a preservação ambiental que impede o desenvolvimento da região, e sim ações públicas genéricas e incoerentes com a realidade local (Machado, 2020). No entanto, o uso de sistemas produtivos integrados à natureza pode ser uma alternativa para a região, pois consegue gerar renda aliado à conservação ambiental. No Brasil, os SAFs podem ser divididos, basicamente, em dois tipos distintos, em função da complexidade do sistema e de sua biodiversidade. O modelo de SAF florestal (biodiverso), que visa se integrar ao ecossistema local, e o SAF agrônômico (simplificado), que utiliza pouca diversidade de espécies (Miller, 2009). Segundo Peneireiro (1999), grande parte dos SAFs de maior escala tendem a ser simplificados para facilitar a mão de obra, e mesmo apresentando vantagens em relação à monocultura, ainda demandam manejo intensificado e maior dependência de insumos externos, o que os deixa ambientalmente distantes de sistemas capazes de promover ganhos ambientais mais robustos. Sistemas Agroflorestais de maior biodiversidade são os que mais se aproximam do ecossistema do ambiente natural, favorecendo os serviços ecológicos e demandando manejo menos intensivo (Umrani; Jain, 2010). Uma forma de se avaliar os diferentes tipos de SAFs seria por intermédio de um gradiente capaz de classificar a sustentabilidade dos sistemas, de acordo com sua similaridade ao ecossistema natural (Peneireiro, 2002).

Tendo em vista a ameaça constante dos ecossistemas florestais pelo avanço da agropecuária e a necessidade crescente da produção de alimentos, os sistemas agroflorestais são modelos de produção sustentável. Contudo, é necessário se mensurar a sustentabilidade dos sistemas agroflorestais para

entender a capacidade desse sistema agrícola em promover benefícios ambientais, econômicos e sociais.

Nesse contexto, objetivou-se, com este trabalho, avaliar a sustentabilidade de sistemas agroflorestais (SAFs) na região do Vale do Ribeira, no estado de São Paulo. Tendo como objetivos específicos:

- Identificar, selecionar e aplicar indicadores sociais, ambientais e econômicos relevantes para avaliar a sustentabilidade dos SAFs.
- Calcular índices sociais, ambientais e econômicos e um índice de sustentabilidade geral dos SAFs.
- Comparar os indicadores e índices de sustentabilidade em função da complexidade do SAF, caracterizada por um modelo simplificado e outro biodiverso.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Definição de SAFs e a Legislação Ambiental Brasileira

Uma das primeiras definições de Sistemas Agroflorestais (SAFs) foi descrita pelo “*International Centre of Research in Agroforestry*” (ICRAF, 1977), que afirma que SAF é o uso de uma área para fins agrícolas/pecuários juntamente com espécies lenhosas (árvores ou arbustos). Esta definição é reconhecida e seguida até hoje, bastando um sistema de produção qualquer apresentar uma espécie arbórea, para já ser considerado um SAF (May; Trovatto, 2008; Umrani; Jain, 2010). Todavia, essa definição abrangente permite o surgimento de inúmeros tipos de SAFs heterogêneos, tanto em composição quanto em capacidade de promover serviços ecossistêmicos. Por exemplo, podem enquadrar-se como SAF desde plantios de alta biodiversidade até aqueles que se limitam a duas espécies, podendo estas, inclusive, ser exóticas ao ecossistema (Martins e Ranieri, 2014). Entretanto, muitas das combinações sob a designação de “Sistemas Agroflorestais” não propiciam os

benefícios ambientais normalmente esperados e associados ao SAF (Umrani; Jain, 2010).

A Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei 12.651/2012), que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, incorporou a possibilidade de utilizar sistemas agroflorestais para recomposição de áreas de reserva legal. Porém, esta lei não define claramente o que é um SAF. Menciona somente que essa recomposição poderia ser realizada com o plantio intercalado de espécies nativas de ocorrência regional com espécies exóticas (ou frutíferas), em sistema agroflorestal. Além disso, a área recomposta com espécies exóticas não pode ser superior a 50% da área total a ser recuperada (Brasil, 2012).

A resolução nº SMA 189/2018 da Secretaria de Estado do Meio Ambiente dispõe sobre o Protocolo de Monitoramento das áreas submetidas à Exploração Agroflorestal em Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL), pois para o estado de São Paulo é permitida a implantação de SAFs nessas áreas de Preservação da Vegetação Nativa. A forma de monitoramento destes SAFs alocados em áreas de proteção da vegetação nativa é baseada em indicadores conforme a tabela 01, estimando-se que SAFs com 10 anos ou mais tenham, no mínimo, 10 espécies arbóreas e, ao menos, 200 indivíduos arbóreos/há (SMA, 2018).

Tabela 01. Indicadores e valores de referência para exploração agroflorestal em áreas de preservação permanente e reserva legal.

	Indicadores	Nº de Espécies Nativas Regionais Arbóreas	Nº de Indivíduos Arbóreos de Espécies Nativas Regionais (Ind./ ha)
Valores de Referência	3 anos	≥ 10	≥ 50
	5 anos	≥ 10	≥ 100
	≥ 10 anos	≥ 10	≥ 200

Adaptado de: Resolução SMA 189, de 20-12-2018, Anexo V.

Os SAFs são uma forma de uso do solo que combinam, em uma mesma área e em um determinado tempo, espécies arbóreas (e arbustivas) concomitantemente ao componente agrícola (EMBRAPA, 2015). Em 2017, o SENAR (Serviço Nacional de Aprendizagem Rural) publicou uma cartilha que aborda a definição de SAFs similar ao adotado pela EMBRAPA. Este conceito define SAF como uma forma de uso e manejo do solo, combinando árvores (e/ou arbustos) de maneira intencional e planejada, juntamente com cultivos agrícolas (e/ou animais) em uma mesma área, de modo simultâneo ou sequencial (SENAR, 2017).

A SEMIL (Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística do estado de São Paulo), também adota a mesma definição de SAF como sendo formas de uso e manejo da terra utilizando árvores ou arbustos em consórcio com culturas agrícolas e/ou forragens (e/ou com animais). Defende-se que a produção agroflorestal promove a biodiversidade e todos os benefícios atrelados a ela, dispensando ou reduzindo a necessidade do uso de defensivos agrícolas (SEMIL, 2024).

2.2 Indicadores e Índices de Sustentabilidade

No ano de 2015, a ONU (Organização das Nações Unidas) estipulou 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), visando acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima. Devido aos inúmeros impactos

ambientais atrelados às monoculturas, é crescente a demanda por uma agricultura sustentável a longo prazo (Marzall, 2000). Com isso, cresce a necessidade de se estabelecer metodologias capazes de mensurar a sustentabilidade em sistemas agrícolas (Silva, 2023).

Os indicadores de sustentabilidade, e/ou índices de sustentabilidade, são ferramentas que permitem sumarizar informações complexas em um valor quantificável, que possibilitam o processo de análise da sustentabilidade e orientam as tomadas de decisões (Silva, 2023). Existem várias metodologias de elaboração de indicadores, e uma delas é a *Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles* (IDEA), que compara os indicadores com valores de referência, estabelecendo um valor mínimo e máximo para cada indicador (Van Passel e Meul, 2012). Segundo Veiga (2010), há a necessidade de realização de mais estudos para a elaboração de novos indicadores de sustentabilidade capazes de avaliar a sustentabilidade dos sistemas com base no desempenho social, ambiental e econômico.

Sendo a sustentabilidade um processo contínuo é preciso avaliá-la regularmente, para garantir sua continuidade e aprimoramento dos indicadores. Neste trabalho foram calculados indicadores sociais, ambientais e econômicos. Com os valores dos indicadores foram gerados índices sociais, ambientais, econômicos e índice de sustentabilidade geral. Desta forma, foi possível comparar a sustentabilidade de cada parcela/propriedade estudada, com base em seus valores de índices, permitindo a realização de um ranqueamento, se o mesmo for necessário.

2.3 A Mata Atlântica e o Vale do Ribeira Paulista

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2022), a Mata Atlântica, inicialmente, ocupava mais de 1,3 milhões de km² em 17 estados do território brasileiro, contendo diversas formações florestais nativas: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional

Semidecidual e Floresta Estacional Decidual. Tal bioma possui também diferentes tipos de ecossistemas como manguezais, restingas, campos de altitude e brejos. No entanto, 71% de sua área original foi devastada pela ação humana, restando apenas 29% de sua cobertura.

A Mata Atlântica é um bioma de extrema importância para o Brasil, pois possui alta biodiversidade, com cerca de 20 mil espécies vegetais, 850 espécies de aves, 370 de anfíbios, 200 de répteis, 270 de mamíferos e 350 de peixes. Diversas destas espécies da fauna e flora são endêmicas deste bioma e muitas delas estão ameaçadas de extinção. Além disso, a Mata Atlântica é responsável por importantes serviços ecossistêmicos, como o abastecimento de água para os grandes centros urbanos, o estoque de carbono e a regulação climática (Rezende et al., 2018).

De acordo com o Departamento de Conservação da Biodiversidade do Ministério do Meio Ambiente (2013), a Mata Atlântica abriga 70% da população brasileira, concentrando 80% do PIB nacional, e mesmo com a existência de leis ambientais, como a Lei nº 11.428/2006 (Lei da Mata Atlântica), este ainda é um dos biomas brasileiros mais ameaçados. Dados do MAPBIOMAS Brasil apontam que entre 1985 e 2022 o Brasil perdeu 1,5 milhão de hectares de superfície de água, o que demonstra que o país pode sofrer com crises hídricas em um futuro próximo.

Segundo o boletim lançado em janeiro de 2023 pelo Sistema de Alertas de Desmatamento (SAD) da Mata Atlântica (realização da Fundação SOS Mata Atlântica e Arcplan), de janeiro a outubro de 2022 constatou-se o desmatamento de aproximadamente 48.660 ha neste bioma (SOS Mata Atlântica 2023). Como resultado, foram lançados cerca de 23,2 milhões de toneladas de CO₂ na atmosfera. Um estudo do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) constatou que o desmatamento da Mata Atlântica no estado de São Paulo cresceu mais de 400% entre 2019 e 2020 (SOS Mata Atlântica 2022). Tais fatos demonstram a importância de se conservar o bioma Mata Atlântica e traz maior responsabilidade aos produtores da região, que devem conciliar a produção agropecuária com a conservação ambiental.

A região do Vale do Ribeira possui a maior área de Mata Atlântica remanescente do estado de São Paulo, caracterizada por seu clima tropical, alta precipitação, calor e alta umidade relativa do ar. Contudo, a região ainda sofre com problemáticas ambientais, como corte de palmeira juçara (*Euterpe edulis*), caça da fauna nativa e substituição da floresta por monocultura de palmito-pupunha, bananais e pecuária. A região do Vale do Ribeira engloba 28 municípios entre os estados de São Paulo e Paraná, sendo 21 paulistas e 7 paranaenses. O Vale do Ribeira Paulista localiza-se ao sul do estado de São Paulo e corresponde a uma área de 16.678 km². Essa região é composta pelos municípios de Apiaí, Barra do Chapéu, Barra do Turvo, Cajati, Cananéia, Eldorado, Iguape, Ilha Comprida, Iporanga, Itaoca, Itapirapuã Paulista, Itariri, Jacupiranga, Juquiá, Juquitiba, Miracatu, Pariquera-Açu, Pedro de Toledo, Registro, Ribeira e Sete Barras.

A região do Vale do Ribeira Paulista possui baixa densidade populacional, com 20 habitantes por quilômetro quadrado (hab/km²), sendo bastante inferior à média do estado de São Paulo, de 185 hab/km². As cidades de Registro, Iguape e Cajati são as mais populosas do Vale do Ribeira. O Vale do Ribeira possui 28% da sua população vivendo em área rural, enquanto a média do estado de São Paulo é 3,5%. Essa informação é de suma importância para os governos municipais, estaduais e federais, visto que as zonas rural e urbana necessitam de estratégias diferentes de atuação do poder público. De acordo com o Panorama Social e Econômico disponibilizado pela Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (Seade) e governo de São Paulo (2021), a pirâmide etária do Vale do Ribeira demonstra que a população potencialmente ativa na região é menor que a média estadual, devido a um êxodo dos jovens para outras regiões em busca de oportunidade de emprego e capacitação.

Em 2012, o Instituto Cidades Sustentáveis criou o Programa Cidades Sustentáveis (PCS), que é uma agenda de sustentabilidade urbana. Nesse programa são incorporadas as dimensões social, ambiental, econômica, política e cultural no planejamento municipal, para tentar mobilizar o poder público local na implementação de políticas públicas. Tendo-se como objetivo

diminuir a desigualdade social e construir cidades mais sustentáveis. Para isso, são usados indicadores de sustentabilidade, que permitem a classificação e ranqueamento das cidades de acordo com seu grau de sustentabilidade, usando como base os índices gerados. A cidade do Vale do Ribeira com melhor índice é Juquiá, com 58,75 pontos. Registro recebeu 57,01 pontos, Eldorado 56,13 pontos, Sete Barras 55,06 pontos e Pariquera-Açu 53,50 pontos. As quatro grandes metrópoles próximas ao Vale do Ribeira foram avaliadas e Santos recebeu 60,70 pontos, São Paulo 58,32 pontos, Sorocaba 56,35 pontos e Curitiba 43,87 pontos.

O estudo foi realizado nos municípios de Sete Barras, Eldorado, Pariquera Açu e Registro, pertencentes ao Vale do Ribeira -SP. A região encontra-se no Bioma da Mata Atlântica e abriga uma grande área de Floresta Ombrófila. Possui clima tropical, alta precipitação, calor e alta umidade relativa do ar. A região tem grande influência rural, e baixa densidade populacional (Grande Reserva Mata Atlântica, 2022).

O município de Registro é considerado a capital do Vale do Ribeira por ser o mais populoso, possuindo cerca de 54.270 habitantes. Sua extensão territorial é de 722,201 km², porém a área urbanizada é de aproximadamente 15,63 km² (IBGE, 2023). O município de Pariquera-Açu é considerado a capital das plantas ornamentais, devido ao grande número de produtores desse tipo de planta. Sua extensão territorial é de 359,414 km², sendo a área urbanizada de aproximadamente 5,50 km². Sua população estimada é de 19.311 pessoas, segundo o IBGE (2023). O município de Sete Barras é caracterizado por possuir parte de duas grandes reservas ecológicas de Mata Atlântica, o Parque Estadual Carlos Botelho e o Parque Estadual Intervales e parte da Área de Proteção Ambiental da Serra do Mar. A extensão territorial do município é de 1.062,699 km², porém sua área urbanizada é de aproximadamente 2,13 km². Possui uma população aproximada de 12.731 habitantes (IBGE, 2023). E, por fim, o município de Eldorado, que também possui parte de uma grande reserva ecológica de Mata Atlântica, o Parque Estadual Intervales, o Parque Estadual Caverna Do Diabo e parte da Área de Proteção Ambiental dos Quilombos do Médio Ribeira. Sua extensão territorial é de 1.654,256 km², apresentando uma

área urbanizada de aproximadamente 2,53 km². Sua população estimada é de 15.592 habitantes, segundo o IBGE (2023).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Levantamento de indicadores de sustentabilidade

Visando identificar os indicadores relevantes para avaliar a sustentabilidade de SAFs em região tropical, realizou-se uma revisão sistemática da literatura no *Google Scholar*, utilizando as palavras-chave "*agroforestry systems*" & "*tropical*" & "*sustainability indicator*". Trabalhos com publicação superior a dez anos não foram abordados para se evitar abordagens desatualizadas sobre o tema. Foram encontrados 63 trabalhos entre os anos de 2012 e 2022. Contudo, a grande maioria dos trabalhos não abordava a sustentabilidade em seus três pilares básicos: ambiental, social e econômico. Destes, apenas 15 apresentavam indicadores de sustentabilidade com os três pilares da sustentabilidade. Fez-se mais uma seleção de artigos, agora com base na confiabilidade da informação, pelo qual apenas os que apresentavam revisão por pares foram classificados, restando 9 artigos. Em seguida, os artigos de revisão foram desconsiderados, restando 5 artigos (figura 01). Todos estes artigos utilizaram questionários socioeconômicos para a obtenção de dados para análise dos indicadores.

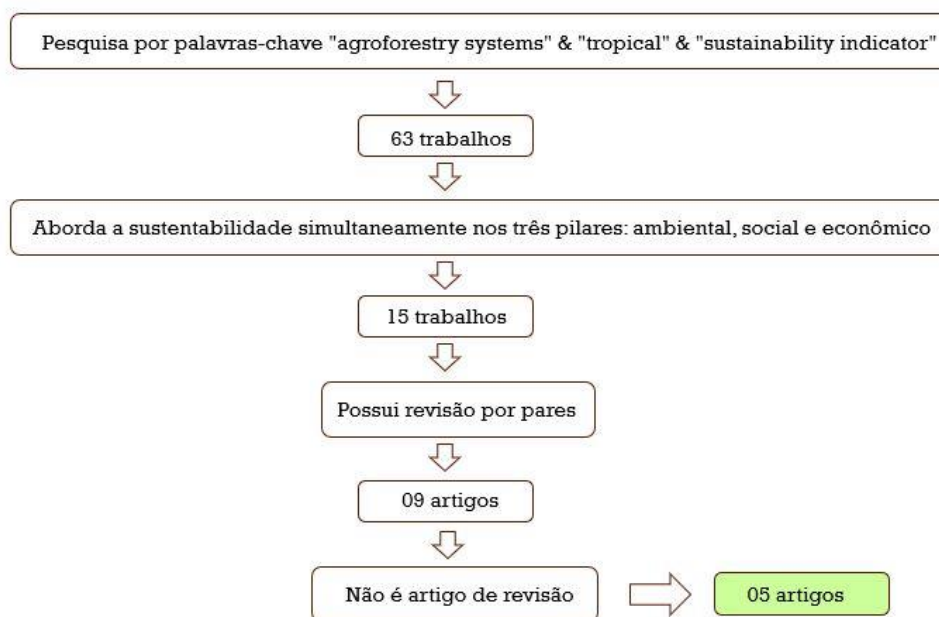


Figura 01. Organograma referente a revisão sistemática da literatura no Google Scholar (publicações entre os anos de 2012 e 2022).

Os indicadores foram agrupados por similaridade, resultando em um total de 47 itens, sendo 16 do âmbito social, 15 do ambiental e 16 do econômico. Para se evitar indicadores de alta especificidade selecionou-se apenas os indicadores que foram comuns a no mínimo 60% dos artigos. Os indicadores finalistas foram 13: Saúde e Escolaridade, para o âmbito social; Biodiversidade da flora, Conservação do solo, Uso de energia renovável, Degradação do solo, Fertilidade do solo, Área de floresta e Emissão de poluentes, para o âmbito ambiental; e Qualidade do produto, Gestão Financeira, Venda de produtos e Produção animal, para o âmbito econômico.

Com base nesse levantamento bibliográfico foi confeccionado um questionário para coletar dados descritivos do perfil socioeconômico dos produtores. Estes dados foram combinados aos dados de campo, obtidos nas parcelas/propriedades avaliadas, a fim de caracterizar os indicadores de sustentabilidade social, econômico e ambiental dos SAFs. Com isso, visou-se uma melhor compreensão das peculiaridades individuais de cada parcela estudado, possibilitando a orientação na tomada de decisões. Os indicadores

sociais incluem fatores como: a geração de renda para a comunidade local, escolaridade do produtor, renda familiar e saneamento básico. Para os indicadores econômicos incluíram-se parâmetros como a percepção da lucratividade, correção da acidez do solo (indireto), direcionamento dos produtos, beneficiamento de produtos e acesso a assistência técnica. No caso dos indicadores ambientais foram enquadrados aspectos referentes à conservação da biodiversidade, à mitigação do impacto ambiental, ao uso de defensivos agrícolas e à adequação às leis ambientais vigentes.

3.2 Aplicação do questionário

Com base nas informações levantadas na revisão sistemática da literatura foi elaborado um questionário com 52 perguntas (Anexo I). O questionário é do tipo semiaberto, ou seja, apresenta perguntas com opções fechadas de resposta e perguntas de livre resposta. As perguntas englobam dados pessoais, como idade, escolaridade e profissão, questões ambientais, tipos de manejo da produção agrícola e outros relevantes para caracterizar aspectos socioeconômicos do sistema produtivo.

Após a elaboração do questionário, foram realizadas duas entrevistas-teste com produtores colaboradores apenas com o intuito de validar algumas perguntas e avaliar o tempo de duração da entrevista. Foram realizados alguns ajustes e, em seguida, o questionário e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foram encaminhados ao Comitê de Ética em Pesquisa - Conselho Nacional de Saúde. Após aprovação de toda a documentação exigida (CONEP, número de aprovação 5.746.320), o questionário e o TCLE foram declarados dentro dos parâmetros do Comitê de Ética em Pesquisa e puderam ser utilizados na pesquisa em questão.

A aplicação do questionário teve duração aproximada de 15 minutos. Foram entrevistados nove produtores rurais (dois deles apresentavam mais de uma área produtiva/parcela estudada) de diferentes tipos de produções,

visando englobar a maior diversidade possível de sistemas de produção, idades de plantio, manejos, localidades e perfil de produtores e propriedades.

3.3 Caracterização da área de estudo

Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) foram aqueles sistemas de produção agrícola que apresentavam ao menos uma espécie arbórea na parcela. Para diferenciar os SAFs em função da complexidade do sistema, foram usadas as métricas: “número de espécies arbóreas nativas regionais” e “número de indivíduos arbóreos/ha”, tendo como base a resolução SMA nº 189/2018 da Secretaria de Estado do Meio Ambiente (Tabela 01). Esta resolução estabelece critérios e procedimentos para exploração sustentável de espécies nativas do Brasil no Estado de São Paulo, incluindo Sistemas Agroflorestais em Áreas de Proteção Permanente (APP) ou Área de Reserva Legal (ARL). Sendo assim, quando o SAF possuía no mínimo 10 espécies arbóreas nativas regionais e 200 ou mais árvores/ha, ele era classificado como Sistema Agroflorestal Biodiverso (BIOD). Quando esses critérios não eram atingidos, o SAF era classificado como Sistema Agroflorestal Simplificado (SIMP).

Para selecionar as propriedades a serem incluídas neste estudo, foram adotados quatro critérios. O primeiro critério de escolha foi a presença de SAF na propriedade. O segundo critério foi o tamanho da propriedade, pois a área de plantio agroflorestal deveria ter no mínimo mil metros quadrados para a aplicação do protocolo de coleta de dados de campo. O terceiro critério de escolha das parcelas foi a idade de plantio, sendo escolhidos plantios com no mínimo três anos de cultivo. O quarto critério foi o desejo de cada produtor e produtora em participar voluntariamente da pesquisa.

Para a escolha dos voluntários a participar da pesquisa, foi realizada uma reunião on-line com representantes da COOPAFASB (Cooperativa da Agricultura Familiar de Sete Barras) e com líderes comunitários do Assentamento Agroecológico do Bairro Guapiruvu (no município de Sete

Barras/SP), os quais são as principais referências locais nas questões de Agricultura Familiar e Agroflorestas. Nessa reunião, foi apresentada a ideia da pesquisa e as instituições de pesquisa envolvidas no processo. Esta reunião resultou em uma melhor compreensão da dinâmica local dos produtores, e também foram levantados os nomes dos produtores que demonstraram interesse em participar do estudo.

Foram então determinadas nove propriedades para estudo, sendo duas delas com dois modelos de cultivo, um Sistema Agroflorestal Biodiverso e um Sistema Agroflorestal Simplificado, totalizando 11 parcelas. Destas, 04 parcelas foram classificadas como Sistemas Agroflorestais Biodiversos (BIOD) e 07 como Sistemas Agroflorestais Simplificados (SIMP). A tabela 02 resume as características básicas de cada parcela estudada, e as figuras 02 e 03 exemplificam modelos de SAFs Biodiversos e SAFs Simplificados, respectivamente.

Tabela 02. Descritivo das 11 parcelas avaliadas em 4 municípios, sendo - 04 SAFs Biodiversos (BIOD) e 07 SAFs Simplificados (SIMP).

Propriedade	Parcela	Município	Área do SAF (ha)	Histórico da Área	Arranjo Espacial	Início do Plantio	Principal Cultura	Árvores / parcela de 900m ²
A	BIOD_01	Sete Barras	20	Bananal mais de 20 anos	Aleatório	1999	BANANA	55
B	BIOD_02	Eldorado	2	Bananal Abandonado; Floresta em Regeneração	Aleatório	2007	PUPUNHA	47
C	BIOD_03	Sete Barras	2	Chazal Abandonado	1,60 x 0,80m entre chá	2018	CHÁ	95
D	BIOD_04	Pariquera-Açu	1	Bananal Abandonado; Floresta em Regeneração	3 x 4m entre bananeiras	2018	BANANA	36
	SIMP_07	Pariquera-Açu	2	Bananal Abandonado	3 x 4m entre bananeiras	2018	BANANA	1
E	SIMP_01	Eldorado	3	Floresta em Regeneração	10x10m entre bananeiras; 2x1m e 5x5m entre pupunha	2008	BANANA; PUPUNHA	22
F	SIMP_02	Eldorado	2,5	Bananal mais de 20 anos	Aleatório	2018	BANANA	0
G	SIMP_03	Sete Barras	2	Brejo	6 x 3m entre mudas	2019	Não possui carro chefe	3
	SIMP_04	Sete Barras	1	Plantio de Pupunha por 15 anos	Aleatório	2017	PUPUNHA	1
H	SIMP_05	Registro	14	Pasto	2,5m entre Bananeiras; 6m entre árvores	2019	BANANA	3
I	SIMP_06	Sete Barras	3	Chazal Abandonado	1,60 x 0,80m entre chá	2016	CHÁ	40



Figura 02. Sistemas agroflorestais Biodiversos (Parcelas BIOD_02, BIOD_03 e BIOD_04).



Figura 03. Sistemas Agroflorestais Simplificados (Parcelas SIMP_02, SIMP_03, SIMP_05 e SIMP_07).

3.4 Coleta de dados de campo

O levantamento de dados de campo foi realizado por meio de uma parceria com o projeto NewFor da ESALQ/USP. O NewFor é um projeto temático da FAPESP em parceria com a NWO (Dutch Research Council), iniciado em 2019, que tem como missão compreender as florestas restauradas para o benefício da natureza e das pessoas. O objetivo do projeto é avaliar a multifuncionalidade de diferentes tipos de florestas presentes no estado de São Paulo, dando apoio à restauração florestal em larga escala. A Equipe NewFor é composta por professores, pesquisadores de diversas áreas do conhecimento e por instituições públicas e privadas. O projeto é coordenado pelo Prof. Dr. Pedro Brancalion (ESALQ/USP) e Prof. Dr. Frans Bongers (Wageningen University).

A metodologia da pesquisa consiste em demarcar uma parcela de 900 m² no formato de um quadrado de 30 x 30 metros (Figura 04). As parcelas foram instaladas na área do SAF que representava melhor o sistema como um todo. Evitou-se as áreas de melhor (ou pior) acesso e também as bordas de estradas ou fragmentos florestais. Utilizou-se uma bússola para abrir a parcela corretamente. Foram coletadas as coordenadas geográficas dos quatro vértices do polígono utilizando um GPS de alta precisão GNSS (Sistema Global de Navegação por Satélite) (Figura 05 - A).

Foram realizadas amostras compostas de solo, em dois pontos da parcela, com auxílio de um trado (Figura 06 - A) para análise físico-química. A profundidade de coleta foi de 0-20 cm, com o objetivo de compreender a composição físico-química do solo nestas áreas. As amostras foram identificadas, acondicionadas em um saco plástico estéril e padronizado, e, em seguida, foram enviadas ao laboratório de solos da ESALQ para análises.

Fez-se a coleta de serrapilheira em três pontos da parcela utilizando um quadrado de madeira (Figura 06 - B) medindo 50 x 50 cm. Esta é a camada mais superficial do solo composta por folhas, ramos e detritos. O material

coletado (folhas, ramos e detritos) foi acondicionado em sacolas individuais, identificado e enviado para laboratório, onde foram transferidos para sacos de papel e secos em estufa por três dias a 40°C (Figura 06 - C). Em seguida, cada amostra era pesada individualmente para se obter o seu peso seco. Assim, foi possível avaliar a capacidade do sistema em produzir biomassa.

Dentro da parcela foi realizado um inventário florestal completo (Figura 07), onde mediu-se a altura e diâmetro de todas as árvores com DAP (Diâmetro à Altura do Peito) igual ou superior a 5cm (Anexo II). O DAP (1,30m do solo) foi medido com auxílio de uma fita diamétrica que é graduada em intervalos de pi ($\pi = 3,14\text{cm}$), que fornecem a medida direto em diâmetro. Com o auxílio de um hipsômetro digital de alturas mediu-se a altura de todas as árvores com diâmetro superior a 5cm de DAP. Cada árvore dessa recebeu uma placa metálica de identificação contendo uma numeração individual. Fez-se a coleta de ramos e frutos que foram identificados com a numeração das respectivas placas metálicas. Foram coletados ramos e frutos de ao menos um indivíduo de cada espécie encontrado na parcela, e foram feitas exsiccatas, ou seja, prensou-se o material em folhas de papel, identificando-o com a mesma numeração da placa da árvore, secando-o em estufa a 40°C, e, posteriormente, encaminhando-o para o herbário da ESALQ/USP, onde foi feita a identificação da árvore a nível de espécie sempre que possível. Essas medidas dendrométricas são fundamentais para o estudo das dimensões das árvores, permitindo assim estimar o volume de madeira ou carbono da área.

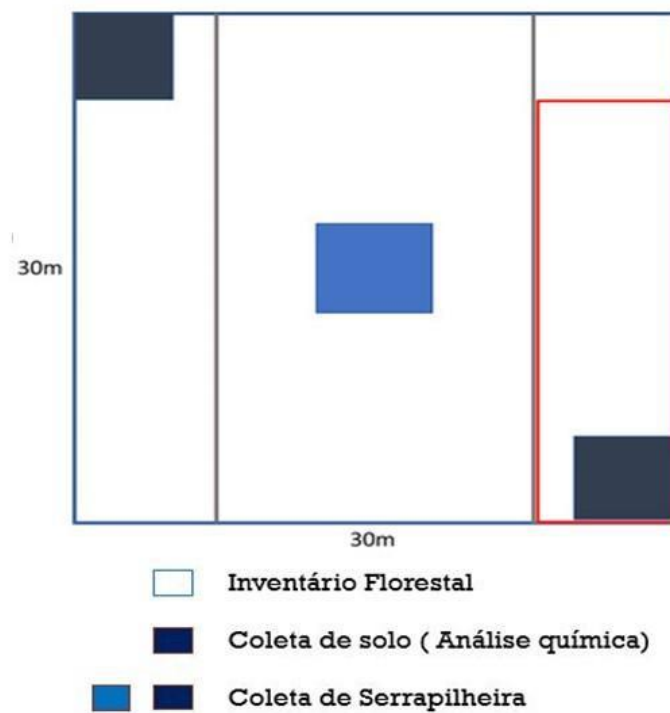


Figura 04. Representação de uma parcela de 900 m², no formato de um quadrado de 30 x 30 metros, com indicação dos pontos de coleta de serrapilheira e coleta de solo.



Figura 05. A - Coleta de coordenadas geográficas com GNSS (Sistema Global de Navegação por Satélite); B - Exemplificação de distribuição de parcelas pelo protocolo NewFor.



Figura 06. A - Coleta de solo com auxílio de um trado; B - Coleta de serrapilheira; C - Secagem da serrapilheira em estufa.



Figura 07. Ilustrações de inventário florestal. A - Coleta botânica de ramos de árvores; B - Numeração de árvores com plaquinha de identificação; C - Exsiccatas para encaminhamento do material coletado ao herbário.

3.5 Processamento dos dados de campo

Com os dados obtidos nos inventários florestais e identificações botânicas, pôde-se estimar a Biomassa Acima do Solo (AGB - Above Ground Biomass) de cada árvore, em Mg, utilizando a equação Alométrica Pantropical proposta por Chave et al. (2009).

$$AGB = 6,73 \cdot 10^{-5} \cdot (D^2 \cdot H \cdot WD)^{0,976}$$

Equação 1. Equação Alométrica Pantropical para quantificação da AGB.

Onde: “D” é o diâmetro à altura do peito em cm, “H” é altura total da árvore em metros e “WD” é a densidade da madeira em g/cm³. Em seguida, extrapolou-se a AGB (Mg) para AGB por hectare (Mg ha⁻¹).

Para calcular-se o Índice de Diversidade de Shannon utilizou-se a fórmula:

$$H' = -\sum [p_i \cdot \ln(p_i)]$$

Equação 2. Equação de diversidade para cálculo do Índice de Diversidade de Shannon.

Onde, $p_i = n^\circ$ de indivíduos da espécie/ N° Total de Indivíduos da Área amostrada.

Para o cálculo da “Riqueza de Espécies” (RE), fez-se o somatório de todas as espécies arbóreas encontradas na parcela de aproximadamente 900 m². A proporção de espécies nativas regionais foi obtida ao se dividir o total de espécies nativas regionais pelo número total de espécies. Utilizou-se a base de dados do “Reflora – Flora e Funga do Brasil” para classificação das espécies arbóreas, de acordo com sua distribuição geográfica, em nativas regionais, nativas do Brasil e exóticas (Reflora, 2010).

$$RE = ENR / (ENR + EE)$$

Equação 3. Equação de Riqueza de Espécies

Onde, “ENR” é o total de Espécies Nativas Regionais encontradas na parcela e “EE” representa o total de Espécies Exóticas encontradas na parcela.

3.6 Descrição dos Indicadores de Sustentabilidade

Após chegar aos indicadores primários, utilizou-se a linguagem de programação R para calcular uma correlação entre todas as variáveis. Desta forma, pôde-se entender cada uma das variáveis e selecionar melhor os indicadores avaliados. Quando havia uma correlação muito forte entre dois indicadores parecidos, apenas um dos indicadores era utilizado, para se evitar redundância de informações.

Foram selecionados indicadores numéricos e indicadores não numéricos. Para os indicadores não numéricos foram atribuídos valores de 0 a 1 para cada resultado possível, de acordo com a ordem de importância das variáveis. Para os indicadores numéricos, utilizou-se como base a metodologia descrita pelo “*Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades – Brasil*” (2012), que consiste em estabelecer valores máximos e mínimos para normalização dos dados em uma escala linear para que os indicadores se tornassem equivalentes, de acordo com a equação 3:

$$x' = [x - \min(x)] / [\max(x) - \min(x)]$$

Equação 4. Normalização dos indicadores.

Onde x representa o valor bruto; **min** e **max** indicam, respectivamente, os limites inferiores e superiores, e x' representa o valor normalizado.

Para normalização dos dados referentes aos indicadores ambientais, utilizou-se dados do projeto NewFor obtidos em áreas de vegetação nativa de floresta ombrófila. Os dados de 29 parcelas implantadas próximas à região do Vale do Ribeira, sendo 14 áreas de Floresta Conservada e 15 de Regeneração Natural, foram utilizadas para comparação com as áreas de SAF. Tanto as áreas de SAF quanto as áreas de vegetação nativa tiveram o mesmo protocolo de coleta de dados citado anteriormente. Neste contexto, são consideradas áreas de Floresta Conservada (FC) aquelas em que não foi constatada, pelo histórico de imagens de satélite e relatos de proprietários, intervenção antrópica grave, como o corte da floresta e queimadas. Já, as áreas de Regeneração Natural (RN) são aquelas que sofreram remoção da vegetação nativa e, após o abandono da área, houve uma ocupação pela vegetação natural de maneira espontânea.

Das 29 parcelas em floresta nativa, 06 foram feitas no município de Sete Barras/SP, tanto dentro da Unidade de Conservação Parque Estadual Carlos Botelho quanto em propriedades particulares. Também foram feitas parcelas em reservas particulares, como o Parque das Neblinas em Mogi das Cruzes (n = 12), no Legado das Águas (entre os municípios de Juquiá, Miracatu e Tapiraí) (n = 05) e no Instituto Terra Luminous (município de Jujutiba) (n = 06).

Com os valores normalizados dos indicadores Sociais (Tabela 09), Econômicos (Tabela 10) e Ambientais (Tabela 11), fez-se um gráfico radar individual para cada parcela estudada. Com o gráfico radar é possível visualizar o perfil de sustentabilidade de cada parcela.

3.7 - Indicadores Seleccionados

Tabela 03. Indicadores Sociais seleccionados. Discriminados em numéricos e não numéricos, assim como critérios de pontuação de cada variável.

Indicador	Tipo	Variáveis	Pontuação
Geração de Emprego	Não Numérico	Diariamente; Fixo	1
		Eventualmente	0,5
		Nunca	0
Grau de Escolaridade	Não Numérico	Superior Completo (ou mais)	1
		Ensino Médio Completo	0,8
		Ensino Médio Incompleto	0,6
		Fundamental Completo	0,4
		Fundamental Incompleto	0,2
		Inferior ao Ensino Fundamental	0
Renda Familiar	Numérico	Maior que 5 salários mínimos	1
		De 4 e 5 salários	0,8
		De 3 e 4 salários	0,6
		De 2 e 3 salários	0,4
		De 1 e 2 salários	0,2
		Inferior a 1 salário	0
Segurança hídrica	Não Numérico	Água Tratada	1
		Nascente; Poço Artesiano	0,75
		Cacimba	0,5
		Rio; Córrego	0,25
		Não possui	0
Tratamento de esgoto	Não Numérico	Estação de Tratamento; Fossa Séptica	1
		Não tem esgoto doméstico	1
		Fossa Negra	0,5
		Não Sabe	0,25
		Rio; Córrego; Céu Aberto	0

Tabela 04. Indicadores Ambientais selecionados. Discriminados em numéricos e não numéricos, assim como critérios de pontuação de cada variável.

Indicador	Tipo	Variáveis	Pontuação
Agrotóxico (Defensivo Agrícola)	Não Numérico	Não usa a mais de 18 meses	1
		Não usou entre 12 e 18 meses	0,5
		Usou a menos de 18 meses	0
Adequação à Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN)	Não Numérico	Possui áreas de preservação adequadas à LPVN	1
		Áreas parcialmente adequadas à LPVN	0,5
		Não possui área de preservação de vegetação	0
AGB (Mg ha ⁻¹)	Numérico	Máximo (x)	140
		Mínimo (x)	0
Número de árvores/ha	Numérico	Máximo (x)	1100
		Mínimo (x)	0
Índice de Shannon	Numérico	Máximo (x)	2,29
		Mínimo (x)	0
Proporção de Espécies Arbóreas Nativas Regionais	Numérico	Máximo (x)	1
		Mínimo (x)	0
Riqueza de Espécies Arbóreas	Numérico	Máximo (x)	30
		Mínimo (x)	0

Tabela 05. Indicadores Econômicos selecionados. Discriminados em numéricos e não numéricos, assim como critérios de pontuação de cada variável.

Indicador	Tipo	Variáveis	Pontuação
pH do solo	Numérico	Máximo (x)	7
		Mínimo (x)	3,54
Mercado-Alvo	Não Numérico	Consumidor final	1
		Cooperativa/ Revendedor	0,75
		Atravessador	0,5
		Consumo interno	0,25
		Não produz	0
Percepção da Lucratividade (R\$/ha)	Numérico	Máximo (x)	R\$ 4.200
		Mínimo (x)	R\$ 0,00
Possui Certificação	Não Numérico	Possui	1
		Está no processo de certificação	0,5
		Não possui; Não pretende se certificar	0
Recebe Assistência Técnica Rural	Não Numérico	Frequentemente	1
		Eventualmente	0,5
		Nunca recebeu	0
Valorização do Produto	Não Numérico	Beneficia 100% da produção	1
		Beneficia parte da produção	0,75
		Vende 100% in Natura	0,5
		Apenas consumo interno	0,25
		Não produz	0

Em relação ao indicador “Geração de Emprego” foi considerado 1 quando há contratação formal de trabalhadores, ou de maneira frequente. Quando a contratação ocorria de maneira eventual, a pontuação foi de 0,5. A propriedade que não gera trabalho para a comunidade local foi avaliada com valor zero, no min (x).

Para o indicador “Nível de escolaridade” as respostas possíveis variavam de Graduação ou Pós-Graduação com valor máximo (1,0), e foi diminuindo 0,2 pontos a cada nível de escolaridade. Ensino médio completo receberia a pontuação de 0,8; Ensino médio Incompleto 0,6; Ensino Fundamental Completo 0,4; Ensino Fundamental Incompleto 0,2; e qualquer outro nível de escolaridade abaixo deste recebeu pontuação zero.

O indicador social “Renda Familiar” está ligado à faixa salarial que a família como um todo se enquadra. Foram considerados valores acima de 5 salários mínimos como valor 1, max (x). A pontuação foi decaindo 0,2 pontos até a faixa salarial menor que um salário mínimo, que foi considerado o valor zero, no min (x).

A presença de alguma fonte de água para uso humano dentro da propriedade foi classificada como “Segurança hídrica”, tendo como balizador a potabilidade da água. Receberam pontuação máxima as propriedades com abastecimento público de água tratada. As áreas que apresentam nascente dentro do sítio ou poço artesiano receberam nota 0,75; Cacimba (poço aberto) teve pontuação de 0,5. Enquanto rios, córregos e lago a pontuação foi de 0,25. A ausência de água na propriedade determinou a pontuação zero.

Para o indicador “Tratamento de Esgoto Doméstico” levou-se em conta o destino do esgoto doméstico, pois entende-se que o ideal seria o saneamento básico com tratamento do esgoto em estações de tratamento apropriadas, contudo esta não é a realidade do meio rural no Brasil. Desse modo, o encaminhamento do esgoto doméstico para fossas sépticas foi considerado como o destino mais adequado possível, recebendo valor máximo (1,0). Propriedades que não têm construção também receberam nota 1,0 pois não geram esgoto. A utilização de sumidouro recebeu pontuação de 0,5, porque

esse não faz o devido tratamento do esgoto. Quando o proprietário declarou não saber o destino do próprio esgoto, a pontuação estabelecida foi de 0,25. Despejar o esgoto doméstico no terreno ou em corpos d'água são maneiras inadequadas de descarte, e, por isso, a pontuação foi zero.

A classificação de acordo com o indicador “Defensivos Agrícolas” foi de 1,0 para quem não utiliza defensivos agrícolas a mais de 18 meses. Os produtores que não utilizam defensivos agrícolas entre 12 e 18 meses receberam nota 0,5. Os que utilizam defensivos agrícolas a menos de 12 meses receberam nota zero. A Instrução Normativa N.º 007, de 17 de maio de 1999, do Ministro de Estado da Agricultura e do Abastecimento, que dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais foi tomada como base para a ordem de importância desse indicador.

A característica “Adequação à Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN)” está relacionada à área de reserva legal e mata ciliar das propriedades. Este indicador foi pontuado de acordo com três cenários possíveis. Estando as propriedades totalmente adequadas à Lei de Proteção da Vegetação Nativa atribuiu-se a nota máxima (1,0). Quando a propriedade possuía área de reserva, porém, insuficiente ao exigido pela legislação, a nota foi de 0,5. No caso de propriedades que não possuem área de reserva legal ou mata ciliar a nota foi zero.

Os indicadores “Árvores/ha”, “AGB”, “Proporção de Espécies Arbóreas Nativas Regionais” e “Índice de Shannon”, tiveram os valores máximos e mínimos com base nas parcelas de Floresta Ombrófila .

No indicador “Riqueza de Espécies Arbóreas” utilizou-se a métrica de 30 espécies arbóreas, para estar de acordo com a Resolução nº SMA 32/2014 da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, que usa este valor como base para atestar a recomposição adequada de uma área, estando essa em região de Mata Atlântica. Sendo assim, para a característica “Riqueza de Espécies Arbóreas”, adotou-se o valor 30 como o max (x) e o min (x) foi 0 (zero).

Para a característica “pH do Solo” foi considerado um indicador econômico, por estar diretamente ligado à produtividade das culturas agrícolas na região. Como o max (x) foi utilizado o valor de pH 7, considerado neutro. Para o min (x) foi utilizado o valor de pH 3,54, que foi o pH mais ácido observado entre as 29 parcelas avaliadas.

O indicador “Mercado-alvo” está ligado ao escoamento da produção. Quem vende o produto direto para o consumidor final consegue um maior preço de venda, e, por isso, a pontuação dessa característica foi a máxima. Quando o produto é vendido via cooperativa ou revendedor (ex: supermercado) a pontuação foi 0,75. Vender os produtos para um “atravessador” resultou em uma nota de 0,5. Ter os produtos apenas para consumo interno levou a uma pontuação de 0,25. Já para quem não tem nenhuma produção, aplicou-se a nota zero.

Para o indicador “Percepção da Lucratividade” utilizou-se como base informações fornecidas pela cooperativa de produtores locais que nos passou a produção máxima por área e o valor pago pelo Kg da banana. O resultado encontrado foi de R\$4200,00 (Quatro mil e duzentos reais) de lucro por hectare. Esse valor foi usado como valor max (x), e o min (x) foi R\$ 0,00 (Zero reais).

Para o indicador “Possui Certificação”, recebeu pontuação máxima (1,0) quem tem algum tipo de certificação. No caso do produtor que está no processo de transição para a certificação de orgânico o valor atribuído foi 0,5. E a pontuação mínima (zero) para quem não tem nenhuma certificação e não está no processo de transição para a certificação. No caso do indicador econômico “Possui Certificação”, esse foi considerado um indicador muito elucidativo, por demonstrar uma grande diferença de remuneração entre os produtores com selo de produtor orgânico em relação aos que não possuem nenhum tipo de certificação.

O indicador “Recebe Assistência Técnica” foi classificado em três possibilidades: Nota máxima para quem é assistido periodicamente por um técnico; quem já recebeu assistência em algum momento obteve nota 0,5 e

quem nunca recebeu nenhum tipo de assistência técnica rural recebeu a pontuação mínima (zero). O indicador “Recebe Assistência Técnica Rural (ATR)”, foi considerada de grande importância pois um serviço de consultoria técnica (pública ou privada) agrega qualidade e eficiência na produção agrícola. Este indicador também poderia ser classificado como um indicador social já que este serviço deveria ser fornecido pelo poder público, e, de fato, pode trazer um grande benefício para a agricultura familiar.

A “Agregação de Valor ao Produto” refere-se ao beneficiamento da produção ou parte dela, agregando valor ao produto e trazendo mais retorno econômico aos produtores. Realizar o beneficiamento de 100% da produção resultou na nota máxima (1,0). Realizar o beneficiamento de parte da produção acarretou em uma pontuação de 0,75. Quem faz a venda do produto sem nenhum tipo de beneficiamento (*In natura*) obteve nota 0,5. Ter os produtos apenas para consumo interno, a pontuação foi de 0,25. E para quem não tem nenhuma produção, aplicou-se a nota zero.

3.8 Cálculo dos Índices de Sustentabilidade

Tendo como base os indicadores já normalizados, calculou-se os Índice Social (IS), Índice Ambiental (IA), Índice Econômico (IE) e o Índice de Sustentabilidade Geral (ISG). Para chegar ao Índice Social, fez-se as médias dos cinco indicadores sociais. Para obter o Índice Ambiental fez-se a média dos sete indicadores ambientais. Para o Índice Econômico, fez-se a média dos seis indicadores econômicos. E para o Índice de Sustentabilidade Geral, fez-se a média dos índices de acordo com a equação 4:

$$ISG = (IS + IA + IE) / 3$$

Equação 5. Índice de Sustentabilidade Geral

3.9 Análise estatística

Para avaliar se houve diferença significativa nos valores médios dos índices de sustentabilidade entre os SAFs simplificados e biodiversos, utilizou-se o teste não-paramétrico de Wilcoxon, com 5% de significância. A escolha pelo método não-paramétrico resultou da análise prévia dos dados com o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, a 5% de significância. Este teste evidenciou que, em geral, os dados não apresentavam distribuição normal.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise descritiva dos dados

Tendo como base os dados obtidos via aplicação dos questionários foi possível entender o perfil social, ambiental e econômico dos produtores e propriedades. As tabelas 06, 07 e 08 apontam alguns dados gerais descritivos.

Na tabela 06, pode-se observar que a média de idade dos produtores é de 57 anos. A representação de mulheres é baixa (11%). A maioria dos produtores entrevistados é nascida no Vale do Ribeira. O nível de escolaridade apresentou grande contraste, pois 45,5% dos produtores apresenta nível fundamental incompleto, enquanto 55,5% apresenta graduação ou pós-graduação. Grande parte dos produtores (89%) utilizam exclusivamente o Sistema Único de Saúde (SUS). O transporte público é de difícil acesso para a grande maioria dos produtores, pois apenas 9% das propriedades tem oferta de ônibus diariamente, em 82% o transporte público é ofertado semanalmente e em 9% dos casos não há disponibilidade de ônibus circular. Políticas públicas de crédito rural (ex. PRONAF) foram acessados por 60% dos produtores. Todos os produtores entrevistados possuem algum meio de transporte particular (carro, moto, caminhão), e o acesso ao crédito rural foi de grande importância para isso. A principal fonte de renda de 44% dos produtores é o próprio sítio, e outros 44% tem a aposentadoria como principal fonte de renda.

Dentre as famílias entrevistadas, a maioria possui renda variando entre 2 a 3 e 4 a 5 salários mínimos. Apenas 22% dos produtores contratam mão de obra diariamente. Dos produtores, 55% vendem seus produtos para alguma cooperativa de produtores rurais e 22% vendem diretamente para o consumidor final. Os principais produtos vendidos são banana (*Musa acuminata*; *Musa balbisiana*), pupunha (*Bactris gasipaes*), e Chá (*Camellia sinensis*), sendo 67% dos produtos comercializados *in natura*.

Observa-se que em 63,7% das áreas foi realizada algum tipo de instrução aos produtores referente as leis ambientais vigentes (Tabela 7). Em todas as áreas estudadas havia adequação a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN). Em 100% dos casos os produtores realizaram ao menos uma análise de solo em suas áreas produtivas. Porém, essa análise não é realizada de maneira periódica. Na maioria dos casos (36%), a adubação das áreas é realizada 2 vezes ao ano. Em 73% dos casos, os produtores não recebem assistência técnica rural em suas áreas de cultivo. O manejo mais comum nas áreas é a roçada da vegetação espontânea e a poda de árvores.

Com base nas tabelas 06, 07 e 08, pode-se observar que há uma grande heterogeneidade entre o perfil econômico dos produtores entrevistados, assim como as características ambientais de cada área. Duas características importantes de se avaliar são a diferença econômica das famílias e a escolaridade dos produtores. Grande parte dos entrevistados, de maior idade, possuem ensino fundamental incompleto e os mais jovens possuem graduação ou pós-graduação.

Tabela 06. Dados gerais dos produtores e produtoras obtidos via aplicação do questionário.

Característica dos Produtores (n= 9)	Respostas	Proporção
Idade do(a) produtor(a)	Média: 57 anos (39 - 82 anos)	-
Naturalidade/Nacionalidade	Nascidos no Vale do Ribeira	67%
	Nascidos em outras regiões	11%
	Estrangeiros	22%
Escolaridade	Fundamental incompleto	44,5%
	Nível superior completo	44,5%
	Pós-graduação	11%
Acesso à saúde	Sistema Único de Saúde (SUS)	89%
	Particular	11%
Distância ao centro urbano mais próximo	Média: 21 km (12 - 36 km)	-
Meio de transporte público no bairro	Diariamente	9%
	Semanalmente	82%
	Não possui	9%
Meio de transporte particular	Apenas moto	11%
	Apenas carro	33,5%
	Carro e moto	33,5%
	Carro, moto e caminhão	22%
Acesso a políticas públicas (ex. PRONAF)	Sim	60%
	Não	40%
Principal fonte de renda	Sítio	44%
	Aposentadoria	44%
	Outras atividades	12%
Faixa de renda familiar (salários-mínimos)	1 a 2	11%
	2 a 3	33,5%
	4 a 5	33,5%
	Superior a 5	22%
Contrata mão-de-obra de fora	Diariamente/Fixo	22%
	Eventualmente	33%
	Não contrata	45%
Principais produtos vendidos (carro-chefe)	Banana (<i>M. acuminata</i> ; <i>M. balbisiana</i>)	45%
	Palmito-pupunha (<i>B. gasipaes</i>)	22%
	Chá (<i>C. sinensis</i>)	22%
	Banana e Palmito Pupunha	11%
Mercado-alvo para venda dos produtos (Alguns produtores vendem para mais de um tipo de mercado consumidor)	Cooperativa	55%
	Revendedores	33%
	Consumidor final	22%
	Atravessadores	22%
Realiza algum tipo de processamento em parte dos produtos	Sim	22%
	Venda in natura	67%
	Não comercializa	11%
Possui certificação de orgânico	Sim	56%
	Não	44%

* Alguns produtores vendem para mais de um tipo de mercado consumidor.

Tabela 07. Dados das áreas estudadas obtidos via aplicação de questionário junto aos produtores e produtoras.

Característica Áreas Produtivas (n= 11)	Respostas	Proporção
Recebeu instruções referente à legislação ambiental vigente	Sim	63,7%
	Não	36,3%
A propriedade está adequada à Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN)	Sim	100%
	Não	0%
Destino do esgoto doméstico	Fossa Séptica	27%
	Sumidouro	46%
	Não Sabe	9%
	Rio; Córrego	9%
	Não possui nenhum tipo de construção no sítio	9%
Foi feita análise de solo ao menos uma vez	Sim	100%
	Não	0%
Responsável pela coleta de amostras de solo	Técnico	46%
	Coletadas pelo próprio produtor	36%
	Não se recorda quem a coletou	18%
Recebe algum tipo de Assistência Técnica Rural (ATR)	Sim	27%
	Não	73%
Frequência de adubação (ao ano)	Nunca realizam	9%
	1 única adubação a cada 2 anos	9%
	Semanal	9%
	1 vez	9%
	2 vezes	36%
	4 vezes	18%
Manejo geral dos SAFs	Podas e Roçada	45%
	Apenas a Roçada	45%
	Apenas Poda	10%
Manejo complementar dos SAFs	Apenas manejo geral	55%
	Desbaste	18%
	Herbicida	18%
	Controle biológico	9%
	Entre 1999 e 2004	9%
Quando iniciou na atividade	Entre 2005 e 2010	18%
	Entre 2011 e 2016	9%
	Entre 2017 e 2022	64%

Na tabela 08, apresenta-se a visão global dos produtores em relação aos seus sistemas produtivos, de acordo com o modelo de SAF (simplificado ou biodiverso). Tanto em relação aos SAFs Biodiversos, quanto aos Simplificados, o interesse principal dos produtores ao iniciar na atividade, está relacionado ao baixo custo de implantação, por questões ambientais e para “não utilizar veneno” na plantação. Em relação as principais vantagens da atividade, em ambos os modelos de SAF, as justificativas são similares. Os principais motivadores foram questões econômicas, satisfação pessoal e por questões ambientais. Referente as principais desvantagens da atividade, no caso dos SAFs Biodiversos, o “plano estratégico e burocracia para ter certificação de orgânico” foram apontados como complicadores. No caso dos SAFs Simplificados, os produtores apontaram a “Pegada ecológica maior”; “Não produzir o próprio adubo”; “Pouco retorno econômico”; “Falta de mão de obra capacitada” e “Muita burocracia para ter certificação de orgânico” como principais desvantagens da atividade.

Em relação a fatores que poderiam contribuir com a melhoria econômica dos sítios, os dois grupos apontaram as “Políticas públicas” e “Assistência técnica rural” e “Acesso ao crédito rural”. Os produtores de SAFs Biodiversos também apontaram o “Pagamento por Serviços Ambientais” devido as áreas de vegetação nativa “excedente” em suas propriedades. Em relação a contribuir com a situação ambiental do sítio, os produtores defendem uma maior fiscalização contra a ação de caçadores e extrativistas ilegais que adentram as propriedades para o corte ilegal da palmeira juçara (*Euterpe edulis*), espécie ameaçada de extinção. Outro ponto importante de se ressaltar é a preocupação com o grande número de animais domésticos abandonados, e alguns produtores apontaram a “castração de cães e gatos abandonados” como algo que iria contribuir positivamente para as questões ambientais do sítio e da região como um todo.

E para finalizar, foi feita uma pergunta sobre o que poderia contribuir com a qualidade de vida dos produtores, e as principais respostas foram em relação a qualidade das estradas rurais, o acesso a rede elétrica, transporte público diário, moradia digna e sinal de celular e internet nos bairros rurais.

Tabela 08. Visão geral da percepção dos agricultores em relação às características de se trabalhar com os SAFs.

Perguntas Abertas	Produtores de SAFs Biodiversos	Produtores de SAFs Simplificados
“Por que iniciou nesse modelo de agricultura?”	“Menor custo de produção”; “Questão ambiental”; “Não depender da compra de insumos”; “Satisfação pessoal”; “Melhor produção de palmito”; “Incentivo de amigo”; “Mais barato para iniciar”; “Para não usar veneno”; “Maior qualidade de vida para a família”.	“Para não usar veneno”; “Resultado econômico aliado à conservação ambiental”; “Já tinha no sítio”; “Conservar a natureza”; “Fazer teste do consórcio banana e pupunha”; “Para diminuir custos”.
“Quais as principais vantagens da atividade?”	“Valorizar o tempo próprio”; “Questão econômica”; “Qualidade de vida”; “Independência do sistema”; “Trabalha na sombra”; “Cresce pouco mato”; “Bom para os bichos”; “Bom para a natureza”; “Produzir frutas”; “Deixar um legado para os filhos”; “Retorno financeiro”; “Dá pouco trabalho”; “Recupera a natureza”; “Praticidade”; “Não usar veneno”; “Baixo custo de produção”; “Satisfação pessoal”; “Menor influência de fatores externos”; “Produz mais”.	“Realização pessoal como agricultor familiar”; “Conservação do solo”; “Produzir alimento sem veneno”; “Trabalha menos”; “A terra fica melhor”; “Conservação ambiental”; “Produzir em áreas antes degradadas”; “Diversidade ambiental”; “Fácil manejo”; “Rapidez de produção”; “Baixo custo de produção”; “Servir de exemplo para outros produtores”; “Receber turistas”; “Ganha mais”; “Não usar veneno”; “Baixo custo de produção”; “Satisfação pessoal”; “Menor influência de fatores externos; produz mais”; “Fácil de achar mão de obra capacitada”.
“Quais as principais desvantagens da atividade?”	“Tem que ter um plano estratégico bem definido”; “Nada”.	“Pegada ecológica maior”; “Não produzir o próprio adubo”; “Pouco retorno econômico”; “Falta de mão de obra capacitada”; “Nada”; “Muita burocracia para ter certificação de orgânico”.
“O que poderia contribuir com a sua situação econômica?”	“Políticas públicas”; “PSA”; “PNAE”; “Acesso ao crédito rural”; “Plantar mais pupunha”; “Criação de gado”; “Receber ajuda financeira pelas áreas de preservação no sítio”; “Assistência técnica rural”; “Venda direta ao consumidor”.	“Assistência técnica rural”; “Programas de fomento”; “Assistência técnica para SAFs”; “Tecnologia”; “Venda direta ao consumidor”; “Políticas públicas”; “Nada”.
“O que poderia contribuir com a situação ambiental no sítio?”	“PSA”; “Campanha de castração de animais domésticos no bairro”; “Nada”; “Maior fiscalização contra caçadores e palmiteiros”; “Ajuda na questão sanitária”; “Acompanhamento técnico para auxiliar na administração das áreas do sítio”.	“Como pôr em prática as resoluções ambientais?”; “Castração de cães e gatos abandonados”; “Recolhimento de cães de caça que atacam a fauna local e os animais do sítio”; “Fiscalização contra caçadores e palmiteiros”; “Instalar posto ambiental no bairro”; “Nada”.
“O que poderia contribuir com sua qualidade de vida?”	“Estradas boas”; “Médico em casa”; “Escolas”; “Energia elétrica”; “Sinal de celular”; “Internet”; “Ônibus circular”; “Conseguir construir uma casa boa no sítio”.	“Entrega de correspondência”; “Coleta de lixo”; “Coleta seletiva e reciclagem”; “Internet de qualidade”; “Nada”; “Melhores estradas”; “Sinal de celular”; “Conseguir construir uma casa boa no sítio”; “Mais escolas rurais”; “Valorização do meio rural”; “Valorizar o professor rural”; “As crianças gostarem da terra”; “Rede de energia elétrica”.

Quanto à percepção da lucratividade (Figura 8), observou-se diferenças significativas entre os produtores com nível superior completo e aqueles que tinham ensino fundamental incompleto. Pode-se observar que, na média, quem possuía escolaridade equivalente a nível superior completo ganhava, aproximadamente, R\$ 4.000,00 (quatro mil reais) a mais, se comparado aos produtores que possuem nível fundamental incompleto. Segundo Dellalastra e Freire (2019), em estudo realizado no estado do Mato Grosso, observou que produtores rurais que apresentavam menor nível de escolaridade, tinham maior dificuldade na gestão da propriedade rural.

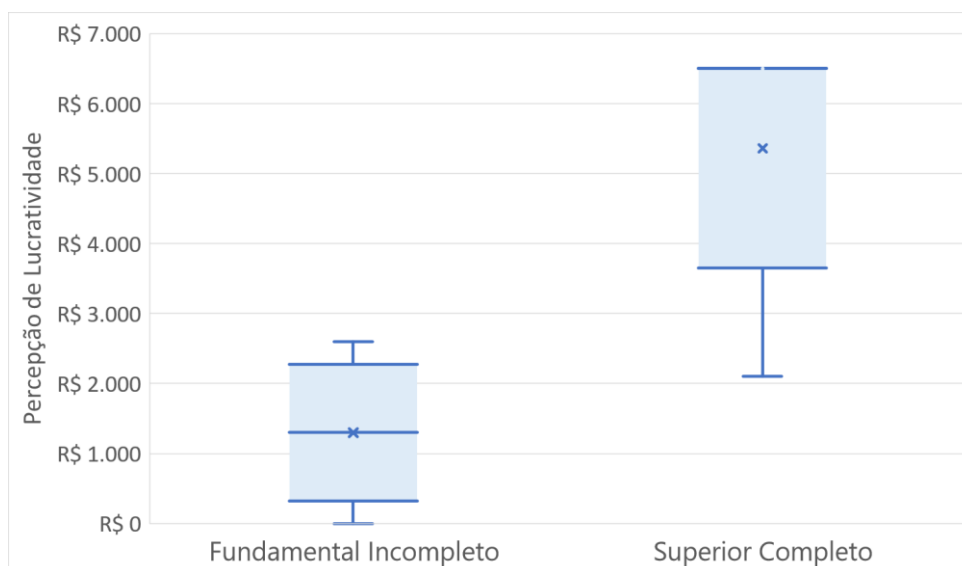


Figura 08. Percepção de lucratividade dos produtores levando-se em conta a escolaridade.

Na figura 09, pode-se visualizar que a lucratividade das propriedades diminui quando a idade do produtor aumenta. Observou-se uma forte correlação entre estas duas variáveis (- 0,79). Contudo, vale ressaltar que os produtores de maior idade, no geral, são os mesmos que apresentam menor nível de escolaridade, como visto na figura 07, e esta característica tem grande influência sobre a percepção de lucratividade.

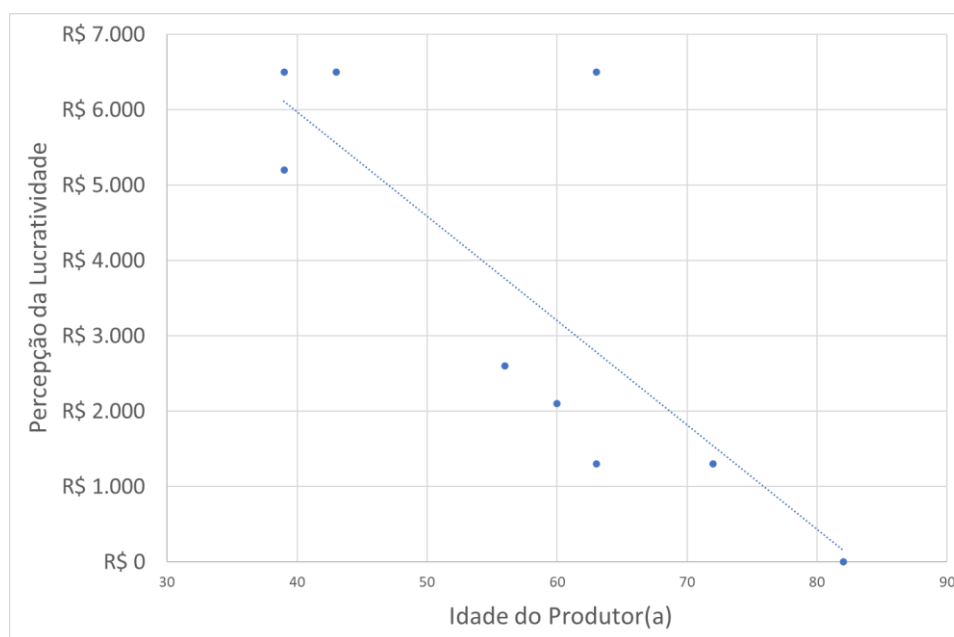


Figura 09. Percepção da lucratividade de acordo com a idade dos produtores. (Correlação: - 0,79; Valor-p = 0,011)

Outra característica importante observada (Figura 10) é a presença de alguma certificação, podendo ser de orgânico, de transição agroecológica, agroflorestal, socioambiental, entre outros. A certificação possui uma importante relação com a percepção de lucratividade, pois muitos produtores trabalham de maneira agroecológica, porém não possuem nenhum tipo de certificação. A média da percepção da lucratividade dos produtores com certificação foi de R\$3.829,00 e a média da percepção da lucratividade dos produtores sem nenhum tipo de certificação é de R\$1.300,00. Ou seja, o produtor que possui certificação de produto orgânico recebe, em média, R\$2.529,00 a mais em comparação ao produtor que não possui certificação. Segundo Mazzoleni e Nogueira (2006), a aquisição de conhecimentos técnicos promove aumentos da produtividade na agricultura orgânica pelo uso de manejo sustentável e a certificação orgânica agrega valor ao preço do produto, gerando maior renda aos produtores.

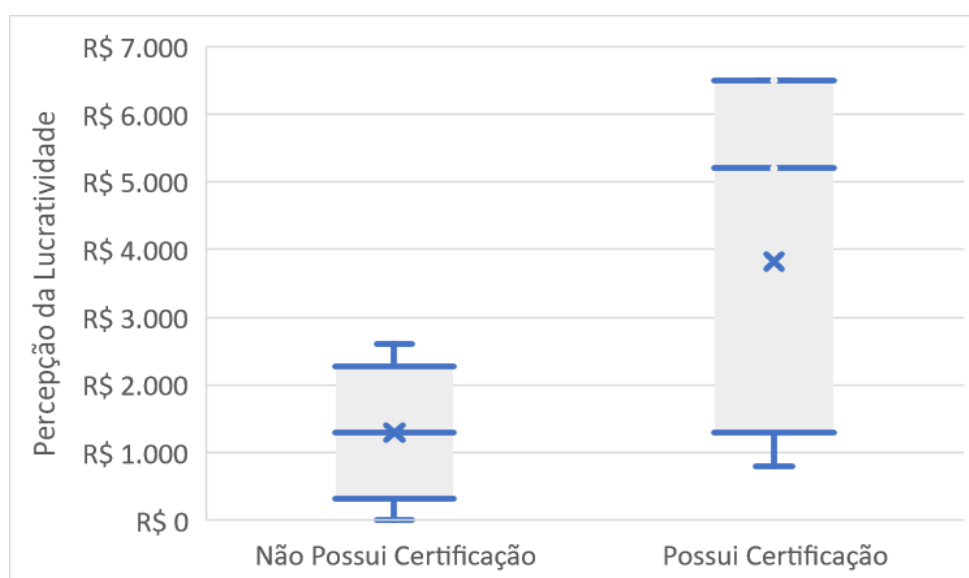


Figura 10. Percepção da Lucratividade de acordo com certificação das propriedades.

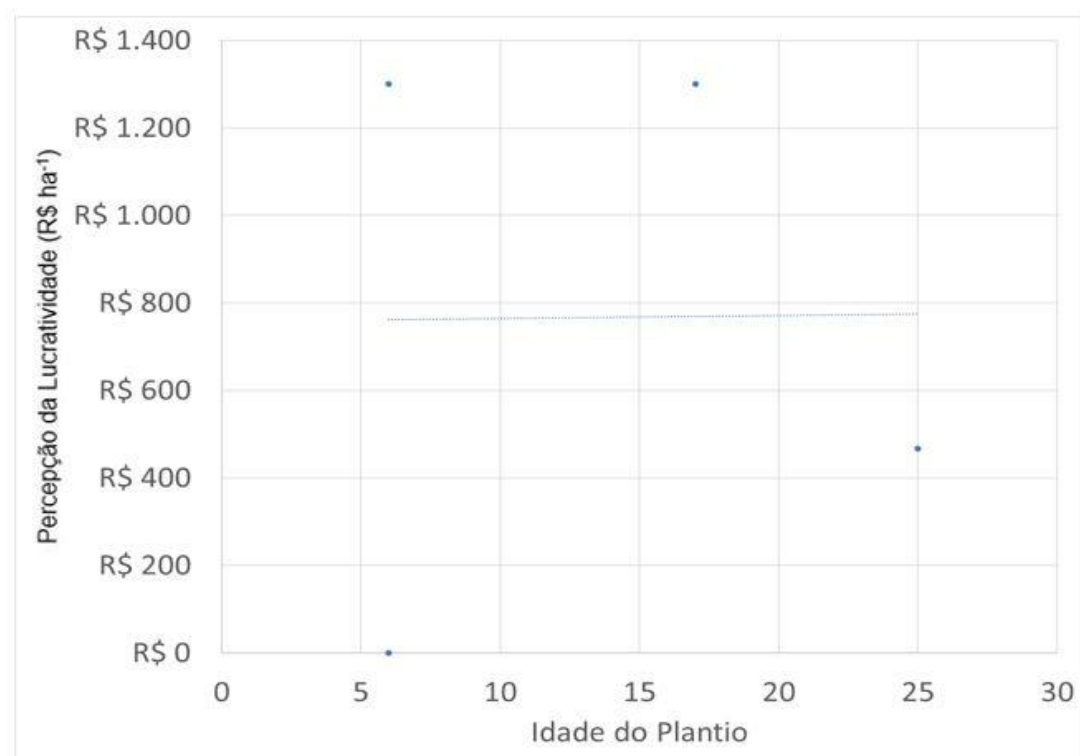


Figura 11. Percepção da lucratividade, dos produtores que trabalham com sistemas agroflorestais Biodiversos, em relação aos anos de plantio.

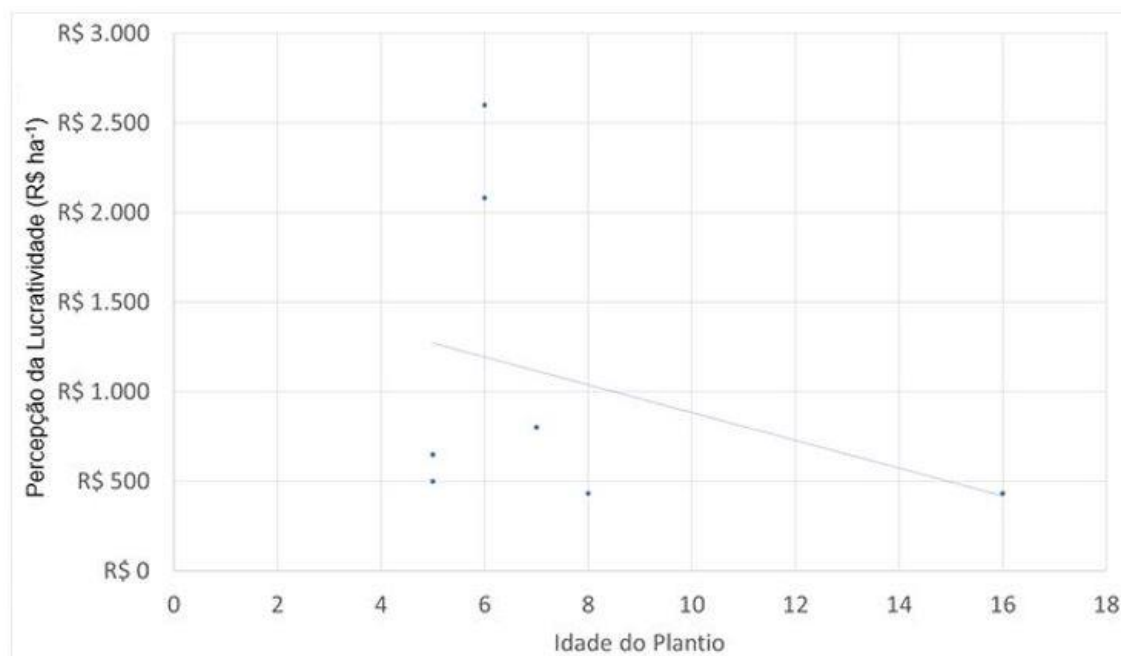


Figura 12. Percepção da lucratividade dos produtores que trabalham com sistemas Simplificados, em relação aos anos de plantio da área de produção agrícola.

A idade de cada sistema de produção também foi avaliada em comparativo com a percepção de lucratividade. Foram construídos dois gráficos independentes; no primeiro, comparou-se a lucratividade com a idade de plantio dos SAFs Biodiversos (Figura 11), e, no segundo, o mesmo foi feito para os SAFs Simplificados (Figura 12). Nos SAFs Biodiversos há uma tendência da percepção da lucratividade se manter estável ao longo dos anos. Já no caso dos SAFs Simplificados, há uma tendência da percepção da lucratividade diminuir ao longo tempo de plantio, pois verificou-se que quanto maior a idade de plantio menor a lucratividade da atividade agrícola. Desta forma, verifica-se que a sustentabilidade dos SAFs Simplificados é menor que a dos SAFs Biodiversos. Contudo, vale ressaltar que o número de amostras foi um limitante deste trabalho, e para resultados mais contundentes seria necessário um estudo com um número amostral mais robusto.

4.2 Resultados obtidos via coleta de dados de campo

Na figura 13, pode-se observar que a acidificação dos solos da região é uma tendência natural, assim como na maioria dos solos tropicais. Fez-se um Box Plot comparando as áreas de floresta conservada, áreas de regeneração natural, SAFs Biodiversos e Simplificados, de acordo com o resultado de pH obtido na análise de solo. Os valores médios de pH entre os modelos de SAFs foram de 4,90 para os Biodiversos e 5,44 para os Simplificados. A média de pH das áreas de Floresta Conservada e Regeneração Natural foi de 3,95 e 3,75, respectivamente. Estes resultados indicam que o manejo da área influencia no pH do solo, pois de maneira os SAFs simplificados são manejados de maneira mais intensiva que os SAFs biodiversos.

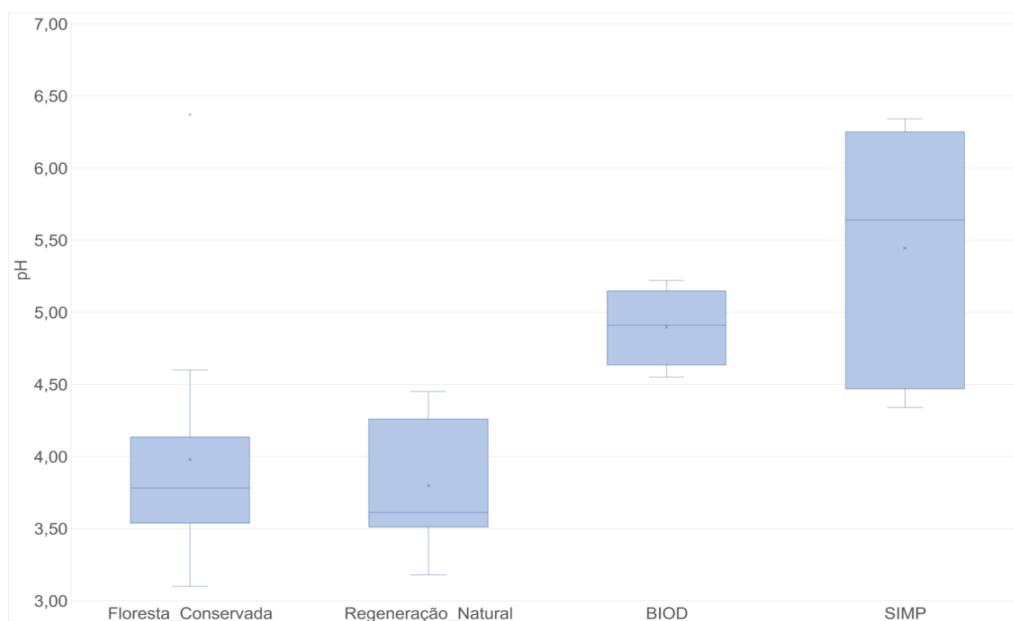


Figura 13. pH do solo de acordo com os diferentes tipos de uso da terra. Respectivamente: áreas de Floresta Conservada, Regeneração Natural, Sistemas Agroflorestais (SAFs) Biodiversos (BIOD) e Simplificados (SIMP).

Na figura 14, observa-se uma tendência dos solos da região em apresentarem valores elevados de acidez potencial (H + Al). Nas áreas de floresta conservada, nas quais nunca foi feita calagem, normalmente observa-se uma grande concentração de “Al”, em função da acidez no solo. Nas áreas de plantio observa-se os maiores valores de pH e as menores concentrações de “Al” no solo.

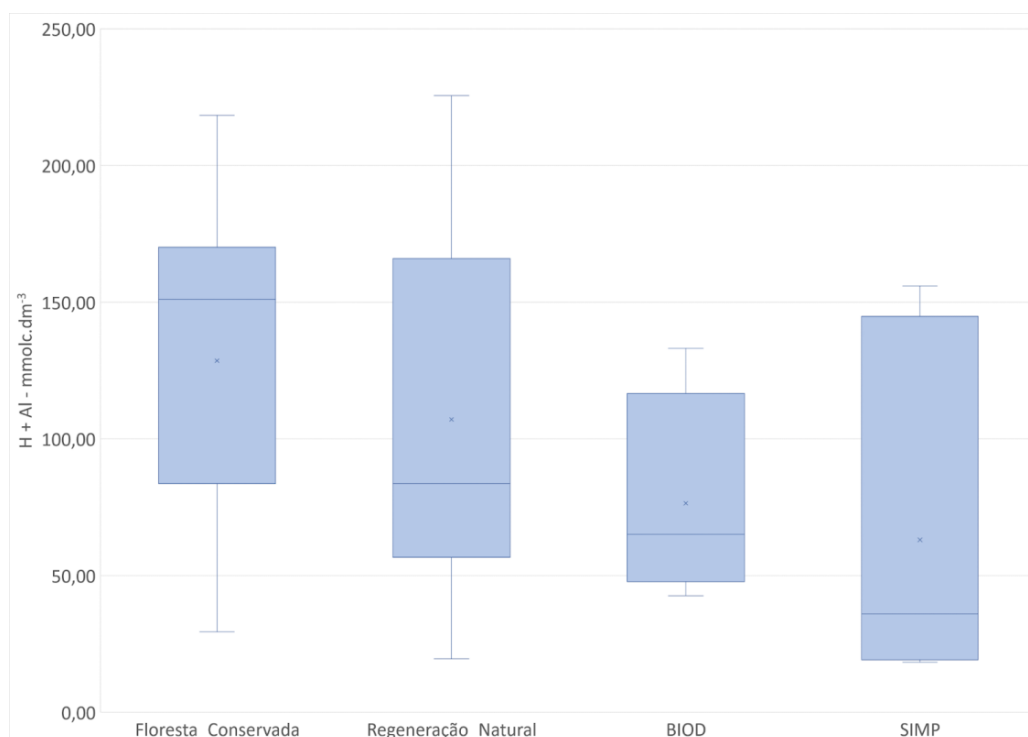


Figura 14. Acidez potencial do solo de acordo com os diferentes tipos de uso da terra. Respectivamente: áreas de Floresta Conservada, Regeneração Natural, Sistemas Agroflorestais (SAFs) Biodiversos (BIOD) e Simplificados (SIMP).

A figura 15 ilustra uma tendência entre os resultados de pH do solo e a percepção da lucratividade. Observa-se que quanto mais próximo do pH 7 (Neutro), maior a lucratividade por área, sendo o menor pH 4,34 e o maior 6,37. Esta relação pode ser explicada pelo fato de a grande maioria das propriedades avaliadas terem a produção de banana como uma das principais culturas econômicas. A bananicultura, em grande parte do Vale do Ribeira Paulista, é prejudicada pela elevada acidez e baixa fertilidade do solo. Segundo o manual técnico “Recomendações de calagem e adubação para bananeira”, da Embrapa, a calagem na bananicultura deve ter como objetivo atingir a saturação por bases de 70% e também teor de Mg^{+2} igual a $0,8 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ (Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010). Sendo assim o pH do solo foi classificado, para este estudo, como um indicador econômico, pois está relacionado com a produtividade agrícola, e não com a produção de biomassa.

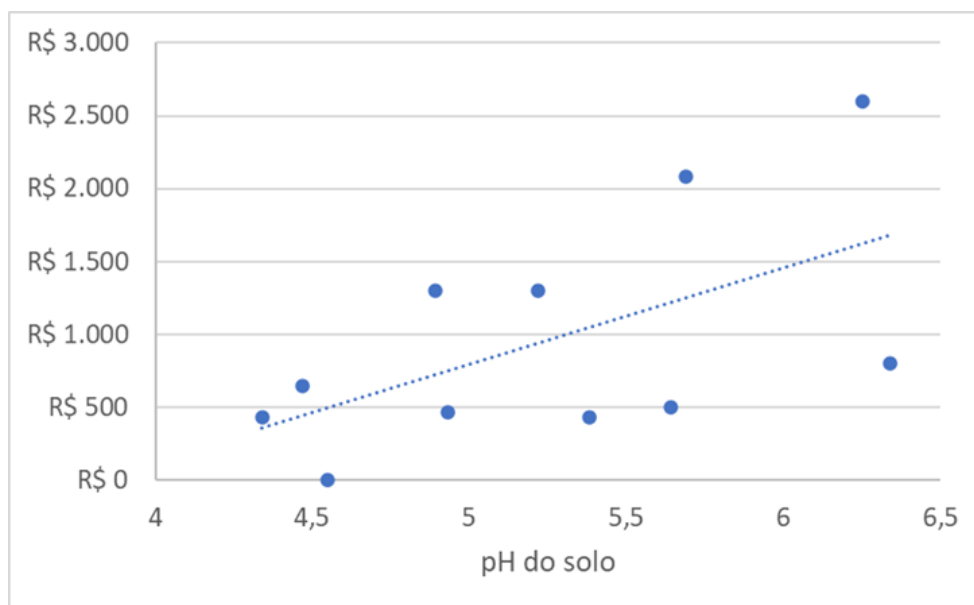


Figura 15. Linha de tendência entre pH do solo e a percepção de lucratividade nas 11 parcelas estudadas.

Na figura 16, observa-se a quantificação de serrapilheira nos dois sistemas de produção. Os valores médios observados foram de 6,61 Mg ha⁻¹ para SAFs Biodiversos e 3,29 Mg ha⁻¹ para SAFs Simplificados. Uma característica relevante observada em campo foi a diferente altura da vegetação espontânea nas parcelas, devido aos diferentes tipos e momentos de manejo nas áreas estudadas. Uma área recém-roçada sem dúvidas acusaria um valor alto de serrapilheira em comparação a uma área ainda não roçada. A maior diferença visual foi observada nas áreas onde os produtores alegaram realizar o controle do “mato” por meio de herbicidas, pois nestes locais a vegetação espontânea surgia de maneira mais espaçada, deixando áreas de terra exposta. Contudo estas áreas não foram as que apresentaram os menores valores de serrapilheira. A área com menor valor de serrapilheira foi uma área de plantio de palmito-pupunha com 0,88 Mg ha⁻¹. Os autores Pagano e Durigan (2000) encontraram valores de serrapilheira variando entre 6,40 Mg ha⁻¹ e 11,12 Mg ha⁻¹ em áreas de Mata Atlântica, e apontaram a rápida taxa de decomposição da serrapilheira neste ambiente, o que reflete em um menor acúmulo de material sobre o solo.

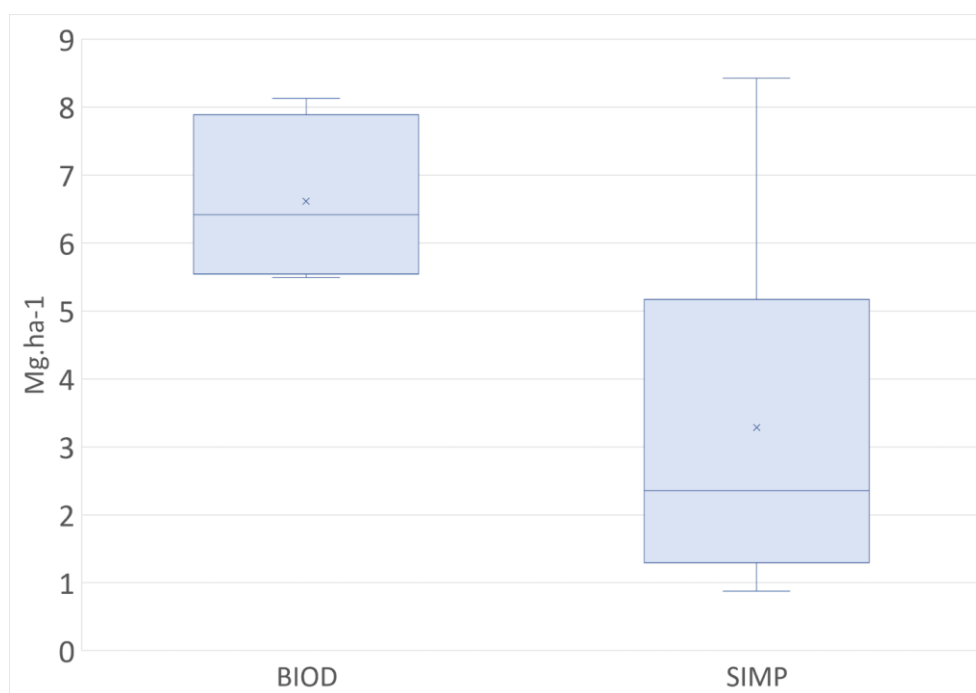


Figura 16. Box plot das parcelas dos Sistemas Agroflorestais (SAFs) Biodiversos (BIOD) e Simplificados (SIMP) baseando-se na estimativa de serrapilheira (Mg ha^{-1}), com média de **6,61** e **3,29**, respectivamente.

Na figura 17, são apresentados os teores de Matéria Orgânica (M.O.) encontrado nos solos com diferentes usos de sua cobertura. As áreas de floresta, regeneração natural e SAFs Biodiversos apresentaram valores médios de M.O. superiores a 50 g dm^{-3} . Os sistemas Simplificados apresentaram média de $42,50 \text{ g dm}^{-3}$. Entretanto, este parâmetro não foi utilizado como indicador por haver pouca diferença entre os valores médios encontrados.

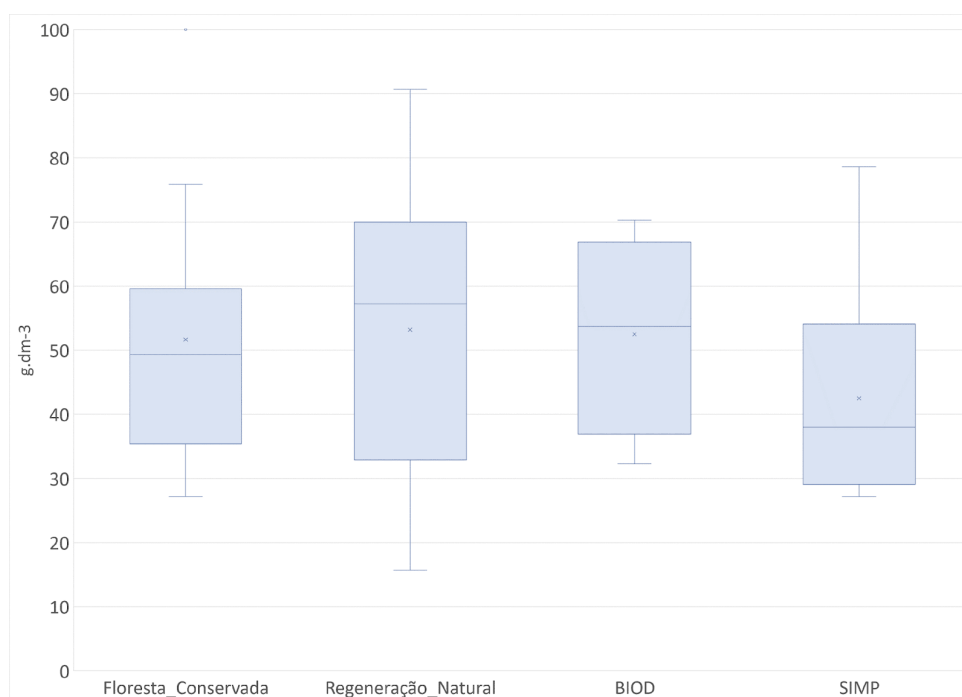


Figura 17. Agrupamento dos dados de concentração de Matéria Orgânica do solo de acordo com os diferentes tipos de uso da terra. Respectivamente: áreas de Floresta Conservada, Regeneração Natural, Sistemas Agroflorestais (SAFs) Biodiversos (BIOD) e Simplificados (SIMP).

De acordo com a figura 18, a AGB média foi superior nas áreas de Floresta conservada (364 Mg ha^{-1}), seguida pelas áreas de regeneração natural (217 Mg ha^{-1}), SAFs Biodiversos (69 Mg ha^{-1}) e SAFs Simplificados (10 Mg ha^{-1}), respectivamente. Tal fato demonstra que, neste caso, os SAFs Biodiversos apresentam capacidade de retenção de biomassa sete vezes maior se comparada aos sistemas convencionais de cultivo. Resultados similares de AGB foram encontrados por Froufe et al. (2011) em um estudo realizado na região do Alto Vale do Ribeira, SP. Os autores encontraram valores de biomassa de $141,64 \text{ Mg ha}^{-1}$ em áreas de regeneração natural da vegetação nativa, $64,72 \text{ Mg ha}^{-1}$ nos SAFs e $14,40 \text{ Mg ha}^{-1}$ nos sistemas agrícolas. Nestes trabalhos os autores consideram os SAFs boas ferramentas a serem incentivadas por políticas públicas na mitigação dos gases de efeito estufa, devido a seu potencial de armazenamento de carbono.

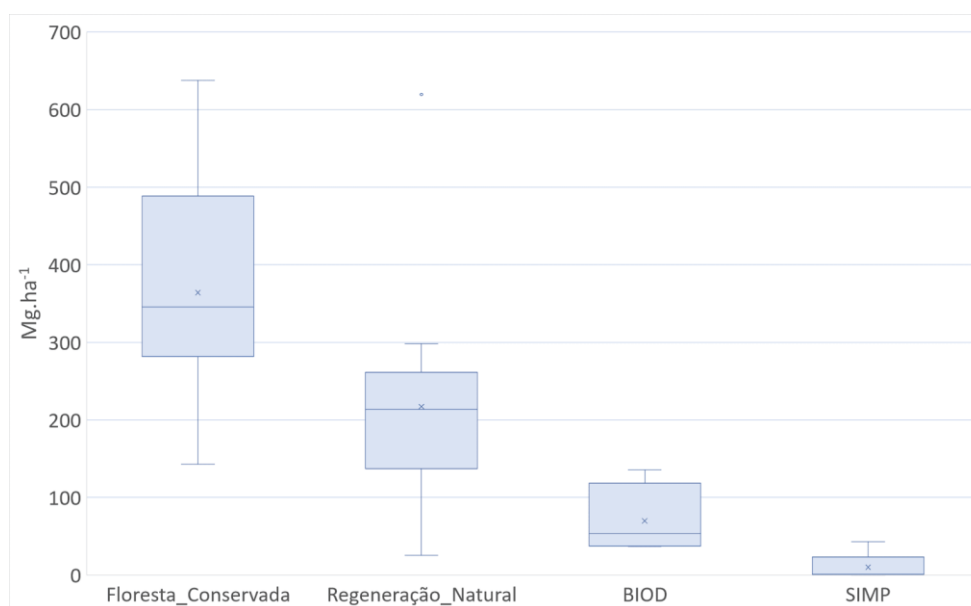


Figura 18. AGB (Mg ha^{-1}) encontrada nos diferentes tipos de ocupação do solo. Respectivamente: áreas de Floresta Conservada, Regeneração Natural, Sistemas Agroflorestais (SAFs) Biodiversos (BIOD) e Simplificados (SIMP).

Como os dados de AGB apresentam relação direta com o número de árvores na área, fez-se uma comparação para se observar o número de árvores por hectare nas diferentes tipologias estudadas (Figura 19). Foi feita também uma avaliação levando-se em conta o número de espécies arbóreas nativas regionais e não nativas. Fez-se também uma comparação entre a riqueza de espécies arbóreas (Figura 20) encontradas nessas mesmas áreas. Na figura 21 ilustrou-se o Índice de Diversidade de Shannon nas áreas com diferentes tipos de uso da terra.

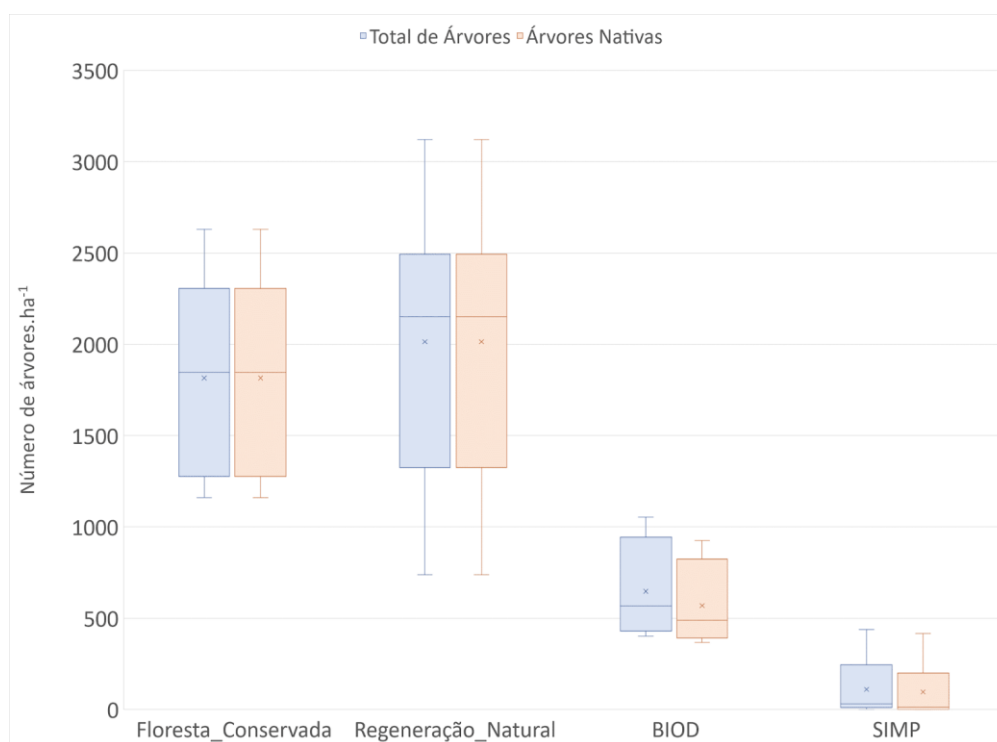


Figura 19. Número total de Árvores por hectare e número de Árvores Nativas por hectare nos diferentes tipos de uso da terra: áreas de Floresta Conservada, Regeneração Natural, Sistemas Agroflorestais (SAFs) Biodiversos (BIOD) e Simplificados (SIMP).

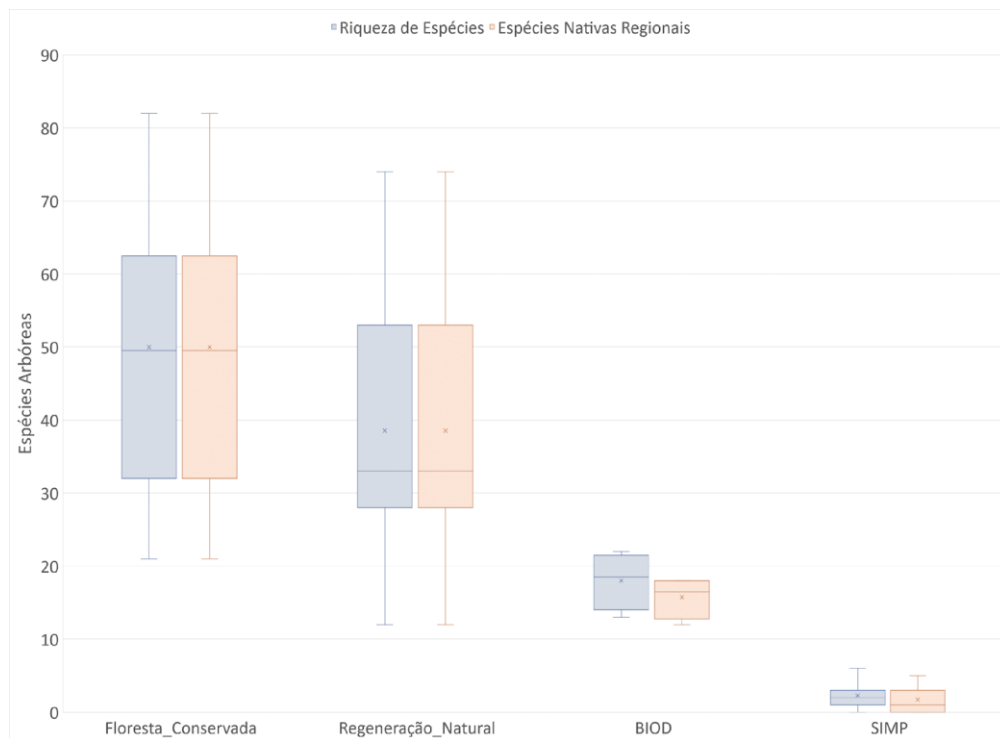


Figura 20. Riqueza de espécies arbóreas nos diferentes tipos de uso da terra. Respectivamente: áreas de Floresta Conservada, Regeneração Natural, Sistemas Agroflorestais (SAFs) Biodiversos (BIOD) e Simplificados (SIMP).

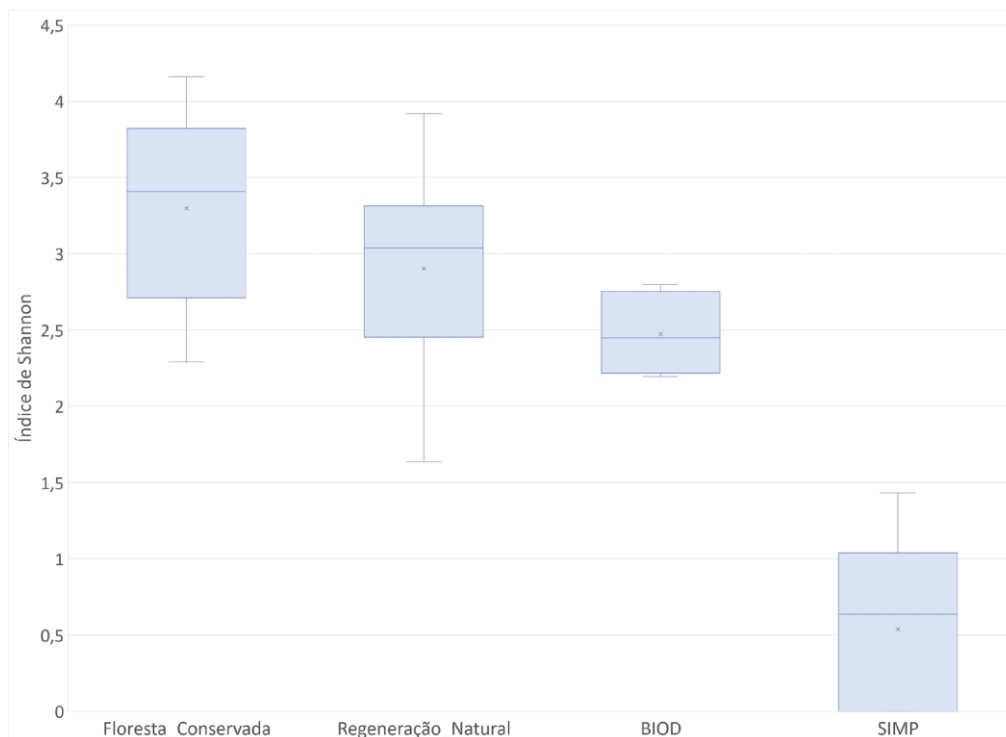


Figura 21. Índice de Shannon nos diferentes tipos de uso da terra. Respectivamente: áreas de Floresta Conservada, Regeneração Natural, Sistemas Agroflorestais Biodiversos (BIOD) e Simplificados (SIMP).

Nas figuras 19 e 20 verifica-se que os SAFs BIOD, ao serem comparados aos SAFs SIMP, apresentam maiores números de árvores/ha e árvores nativas/ha, assim como maior riqueza de espécies arbóreas. Nestes parâmetros ambientais os SAFs BIOD apresentam resultados intermediários entre as áreas de vegetação nativa e os SAFs SIMP.

De acordo com a figura 21, que ilustra os dados de Índice de Diversidade de Shannon calculado para as diferentes áreas, pode-se observar que os valores encontrados nas áreas de SAFs BIOD aproximam-se muito mais dos das áreas de Vegetação Nativa que dos SAFs SIMP. Em um estudo realizado na Etiópia, Molla e Kewessa (2015) utilizaram índices de diversidade de espécies, em áreas de SAF, e concluíram que os sistemas agroflorestais desempenham um papel importante na conservação de espécies lenhosas nativas criticamente ameaçadas. Os autores defendem que governos e

organizações não-governamentais devem incentivar diferentes práticas agroflorestais pela sua capacidade em conservação de espécies nativas.

4.3 Indicadores de Sustentabilidade Sociais, Econômicos e Ambientais

Tabela 09. Valores normalizados dos indicadores sociais para Sistemas Agroflorestais (SAFs) Biodiversos (BIOD) e Simplificados (SIMP).

SAF	Renda Familiar	Escolaridade	Geração de Emprego	Segurança Hídrica	Tratamento de Esgoto
BIOD_01	1,00	1,00	1,00	0,75	1,00
BIOD_02	0,50	0,20	0,00	0,25	0,50
BIOD_03	0,50	0,20	0,00	0,50	0,50
BIOD_04	0,90	1,00	0,50	0,50	0,50
SIMP_01	0,50	0,20	0,00	0,50	0,00
SIMP_02	0,90	1,00	0,50	0,50	1,00
SIMP_03	0,90	1,00	0,50	0,50	1,00
SIMP_04	0,90	1,00	0,50	0,50	1,00
SIMP_05	1,00	1,00	1,00	0,75	0,50
SIMP_06	0,20	0,20	0,00	0,75	0,50
SIMP_07	0,90	1,00	0,50	0,50	0,50

Tabela 10. Valores normalizados dos indicadores econômicos para Sistemas Agroflorestais (SAFs) Biodiversos (BIOD) e Simplificados (SIMP).

SAF	pH do Solo	Percepção da Lucratividade/ha	Mercado-alvo	Agrega valor ao Produto	Recebe Assistência Técnica Rural (ATR)	Possui Certificação
BIOD_01	0,40	0,11	0,75	0,75	0,50	1,00
BIOD_02	0,39	0,31	0,75	0,50	0,50	0,00
BIOD_03	0,29	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
BIOD_04	0,49	0,31	0,75	0,50	0,50	1,00
SIMP_01	0,53	0,10	0,50	0,50	0,50	0,00
SIMP_02	0,62	0,50	0,75	0,50	0,50	1,00
SIMP_03	0,27	0,15	0,75	0,50	1,00	1,00
SIMP_04	0,81	0,19	0,75	0,50	1,00	1,00
SIMP_05	0,61	0,12	0,75	0,50	0,50	1,00
SIMP_06	0,23	0,10	1,00	1,00	1,00	0,00
SIMP_07	0,78	0,62	0,75	0,50	0,50	1,00

Tabela 11. Valores normalizados dos indicadores Ambientais para Sistemas Agroflorestais (SAFs) Biodiversos (BIOD) e Simplificados (SIMP).

SAF	Adequação à Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN)	Não usa Defensivos Agrícolas	Total de Árvores/ha	AGB (Mg ha ⁻¹)	Riqueza de Espécies Arbóreas	Proporção de Espécies Arbóreas Nativas/Total de Espécies	Índice de Shannon
BIOD_01	1,00	1,00	0,56	0,28	0,73	0,82	1,00
BIOD_02	1,00	0,00	0,47	0,97	0,67	0,90	1,00
BIOD_03	1,00	1,00	0,96	0,48	0,57	0,88	1,00
BIOD_04	1,00	1,00	0,36	0,26	0,43	0,92	0,96
SIMP_01	1,00	0,00	0,22	0,16	0,10	0,67	0,29
SIMP_02	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SIMP_03	1,00	1,00	0,03	0,01	0,10	1,00	0,45
SIMP_04	1,00	1,00	0,01	0,01	0,03	1,00	0,00
SIMP_05	1,00	1,00	0,03	0,00	0,07	0,00	0,28
SIMP_06	1,00	1,00	0,40	0,31	0,20	0,83	0,63
SIMP_07	1,00	1,00	0,01	0,00	0,03	1,00	0,00

A parcela BIOD_01 (Figura 22) apresentou altos valores sociais e ambientais e valores médios na área econômica. Os menores valores são de AGB e a Percepção da Lucratividade. O baixo valor de AGB é justificado pela área não possuir muitas árvores de DAP elevado. Já a baixa lucratividade está relacionada ao fato da área produtiva ser superior a 20 ha (a maior avaliada) e o sistema de cultivo ser de baixa intensidade de manejo. O fato do pH da área ser ácido (4,9) e o produtor não realizar adubações, também pode ter interferido negativamente no indicador econômico.

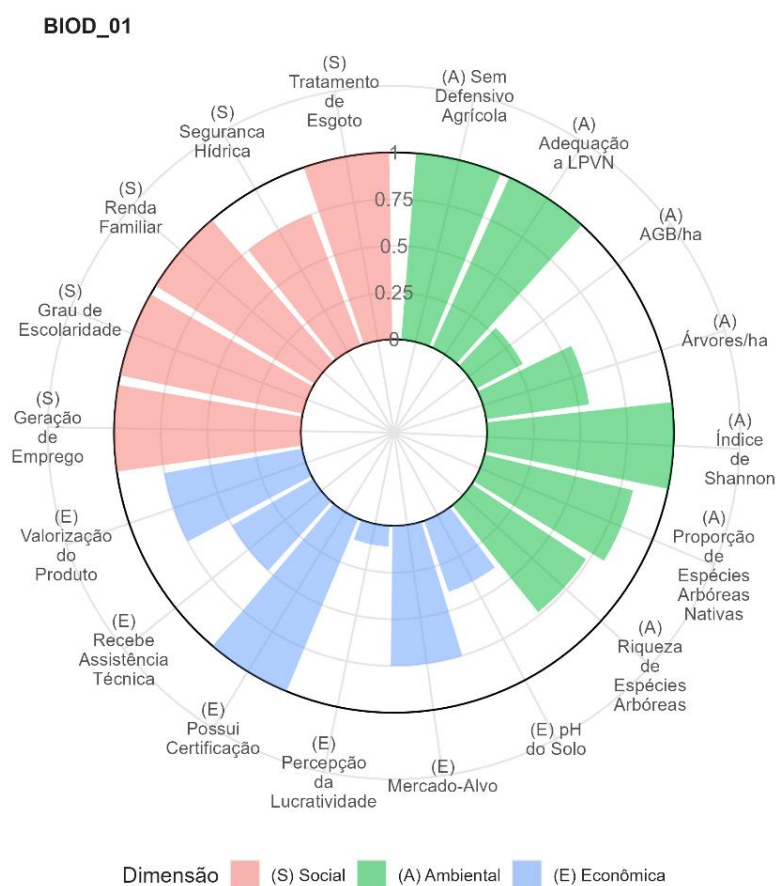


Figura 22. Gráfico radar do SAF **BIOD_01** ilustrando os 18 indicadores de sustentabilidade normalizados (0 a 1). Esse sistema de produção apresentou os seguintes índices: Social **0,95**; Ambiental **0,77**; Econômico **0,59** e Índice de Sustentabilidade Geral **0,77**.

A parcela BIOD_02 (Figura 23) possui parâmetros sociais e econômicos baixos, e ambientais bem elevados. Tendo como base o histórico da área, sabe-se que neste local foi realizada a supressão de parte da vegetação nativa, deixando-se principalmente as árvores de maior diâmetro. Mesmo a área sendo classificada como um SAF de alta biodiversidade (BIOD), vale ressaltar que o produtor utiliza defensivos agrícolas neste local, o que impossibilita a certificação de produto orgânico e contribui para diminuir os indicadores econômicos.

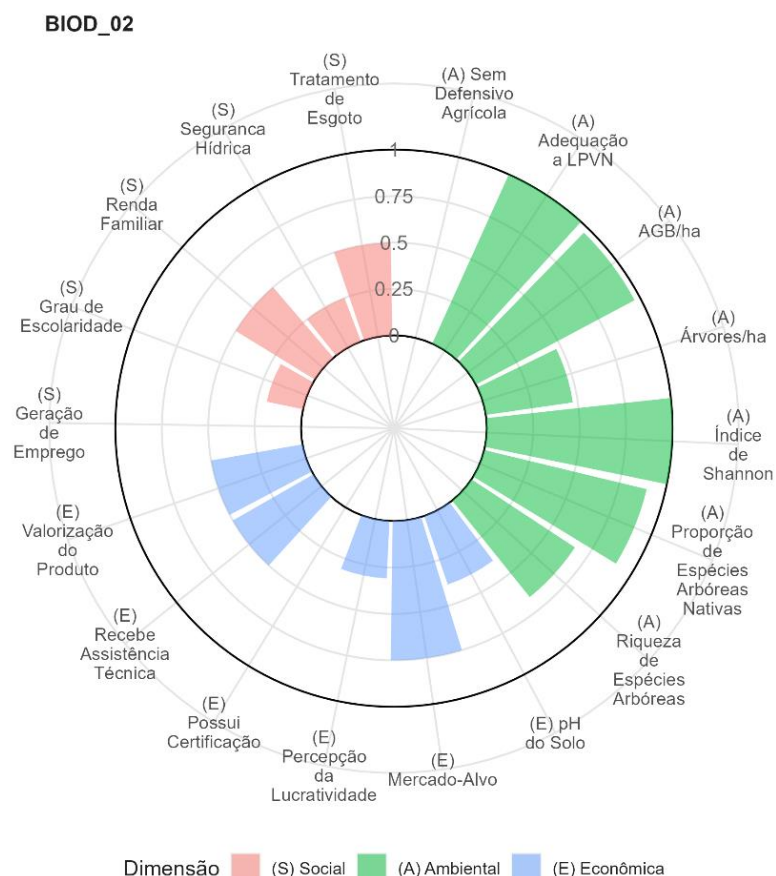


Figura 23. Gráfico radar do SAF **BIOD_02** ilustrando os 18 indicadores de sustentabilidade normalizados (0 a 1). Esse sistema de produção apresentou os seguintes índices: Social **0,29**; Ambiental **0,72**; Econômico **0,41** e Índice de Sustentabilidade Geral **0,47**.

A parcela BIOD_03 (Figura 24) apresentou baixos valores sociais e econômicos. Os parâmetros ambientais foram altos. O valor de AGB não elevado está ligado a uma grande proporção das árvores da área serem palmeiras-juçara, as quais não apresentam um alto DAP. Os baixos resultados relacionados aos parâmetros econômicos podem ser explicados pelo fato do produtor não ter objetivo econômico com o SAF. Para este produtor, cultivar um SAF Biodiverso representa satisfação pessoal e conservação ambiental.

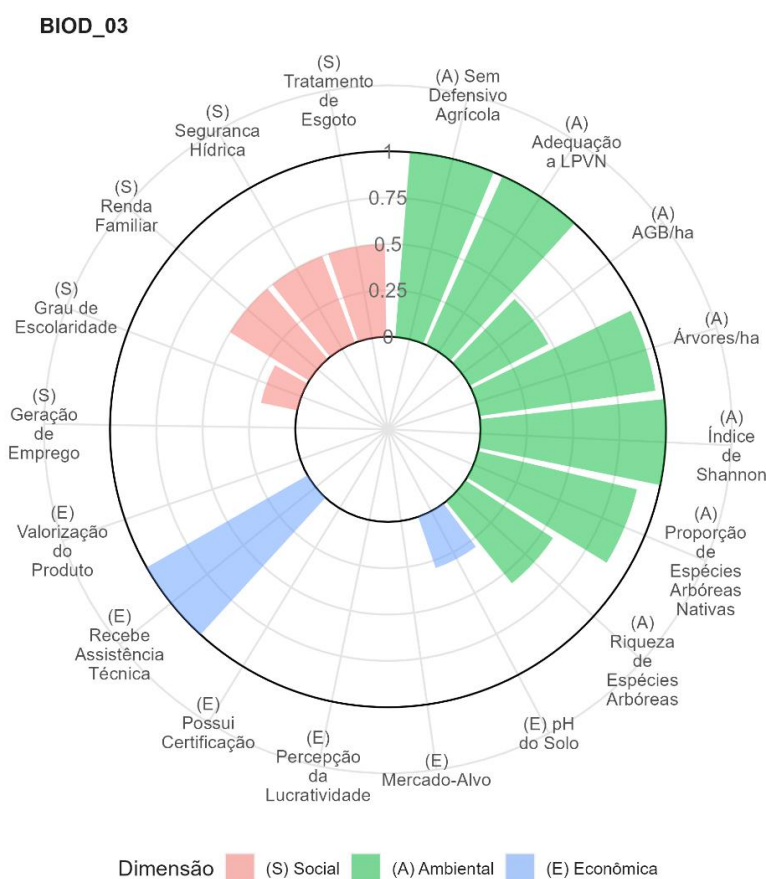


Figura 24. Gráfico radar do SAF **BIOD_03** ilustrando os 18 indicadores de sustentabilidade normalizados (0 a 1). Esse sistema de produção apresentou os seguintes índices: Social **0,34**; Ambiental **0,84**; Econômico **0,22** e Índice de Sustentabilidade Geral **0,47**.

A parcela BIOD_04 (Figura 25) apresentou um equilíbrio entre os 3 âmbitos da sustentabilidade. Os indicadores “Árvores/ha” e “AGB” apresentaram valores relativamente baixos, pois nesta área foi realizada uma supressão parcial da vegetação nativa para permitir maior entrada de luz solar para as culturas agrícolas (Palmito-Pupunha e Banana).

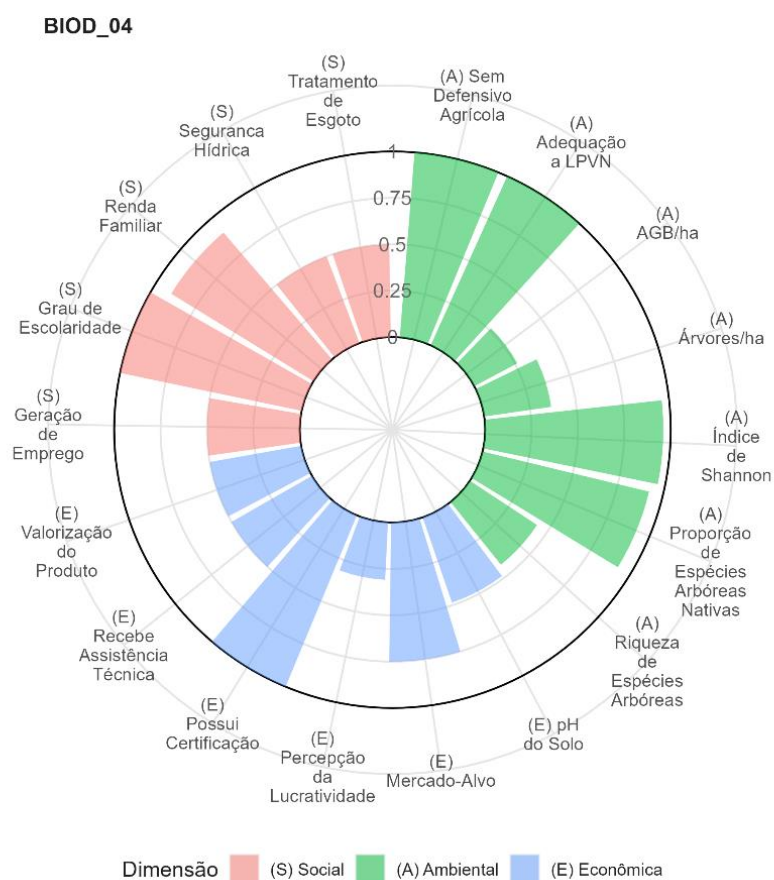


Figura 25. Gráfico radar do SAF **BIOD_04** ilustrando os 18 indicadores de sustentabilidade normalizados (0 a 1). Esse sistema de produção apresentou os seguintes índices: Social **0,68**; Ambiental **0,71**; Econômico **0,59** e Índice de Sustentabilidade Geral **0,66**.

A parcela SIMP_01 (Figura 26) apresentou baixos valores nos 3 âmbitos da sustentabilidade. Este produtor utiliza defensivos agrícolas, não possui certificação e realiza o despejo do esgoto, sem nenhum tipo de tratamento, em um córrego. Além disso, o produtor realiza apenas uma adubação a cada dois anos. As árvores desta parcela foram majoritariamente embaúbas que nasceram de maneira espontânea e um indivíduo de ingá doado por um projeto ambiental realizado na região anos atrás.

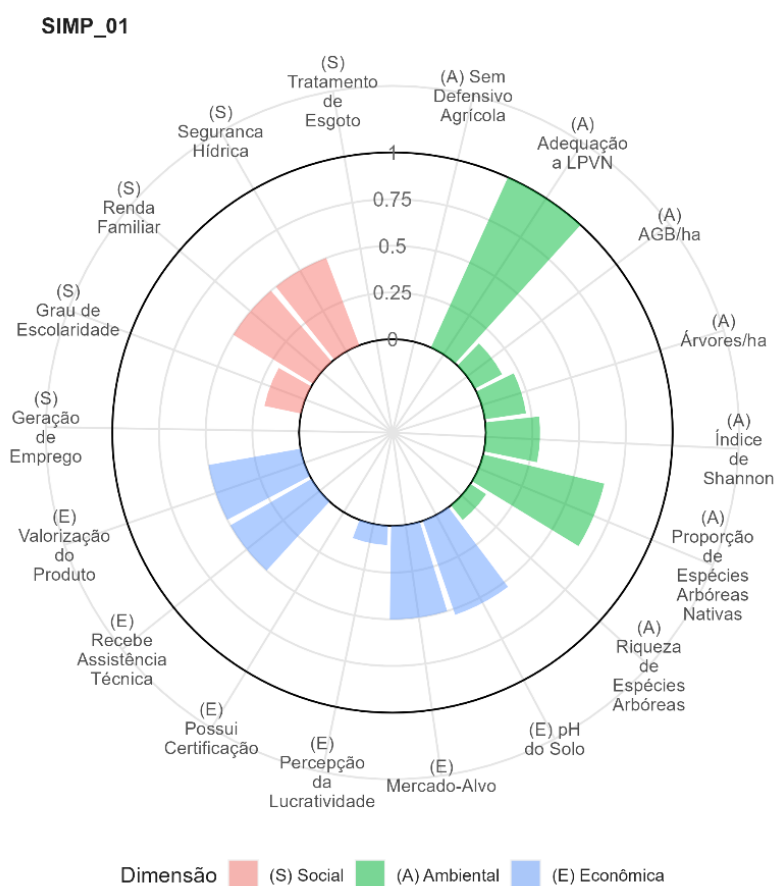


Figura 26. Gráfico radar do SAF **SIMP_01** ilustrando os 18 indicadores de sustentabilidade normalizados (0 a 1). Esse sistema de produção apresentou os seguintes índices: Social **0,24**; Ambiental **0,35**; Econômico **0,36** e Índice de Sustentabilidade Geral **0,31**.

A parcela SIMP_02 (Figura 27) possui parâmetros sociais e econômicos bem elevados, enquanto os ambientais são baixos. Esta propriedade possui no total 6ha, e apenas 2,5ha possuem componente agrícola. Nessa área produtiva, a única espécie arbórea é o palmito-pupunha que compõe um consórcio com bananeiras.

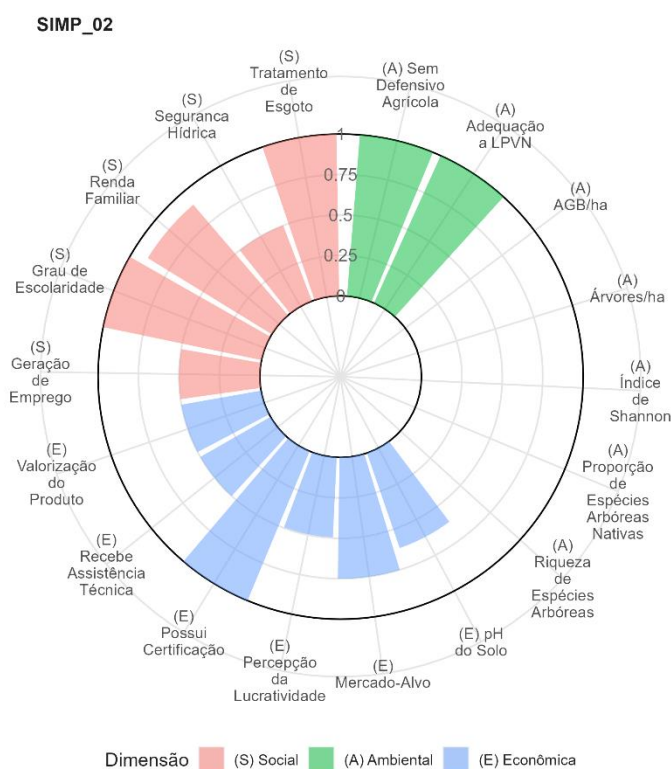


Figura 27. Gráfico radar do SAF **SIMP_02** ilustrando os 18 indicadores de sustentabilidade normalizados (0 a 1). Esse sistema de produção apresentou os seguintes índices: Social **0,78**; Ambiental **0,29**; Econômico **0,64** e Índice de Sustentabilidade Geral **0,57**.

A parcela SIMP_03 (Figura 28) apresentou altos valores nos âmbitos social e econômico. No entanto, no parâmetro ambiental esta área teve valores baixos de “AGB”, “Árvores/ha” e “Riqueza de espécies”. Nota-se que todos esses indicadores estão relacionados ao componente “arbóreas”, e o fato desta área ser recém-implantada, a grande maioria das espécies arbóreas não apresentam DAP maior que 5 cm, não sendo quantificadas no protocolo estabelecido.

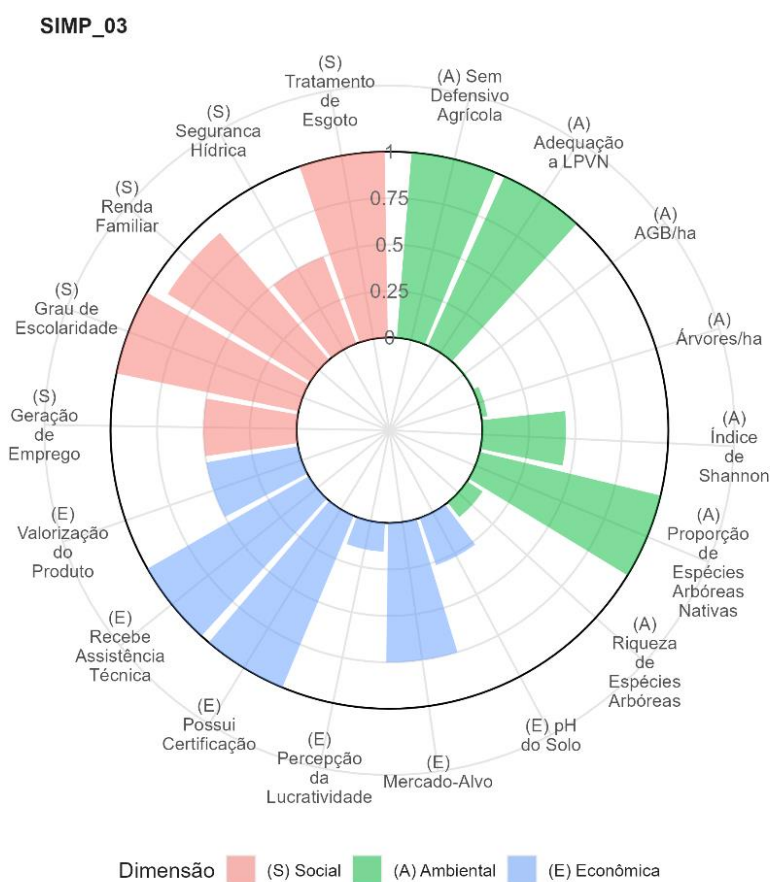


Figura 28. Gráfico radar do SAF **SIMP_03** ilustrando os 18 indicadores de sustentabilidade normalizados (0 a 1). Esse sistema de produção apresentou os seguintes índices: Social **0,78**; Ambiental **0,51**; Econômico **0,61** e Índice de Sustentabilidade Geral **0,64**.

A parcela SIMP_04 (Figura 29) apresentou altos valores dos indicadores sociais. Os indicadores econômicos foram medianos, e com baixo valor de percepção de lucratividade. Para os indicadores ambientais, esta área teve valores baixos de “AGB”, “Árvores/ha” e “Riqueza de espécies”, pois na parcela de 900m² foi encontrada apenas um indivíduo arbóreo (*Senna multijuga*). Esta parcela foi realizada em uma plantação orgânica de palmito-pupunha.

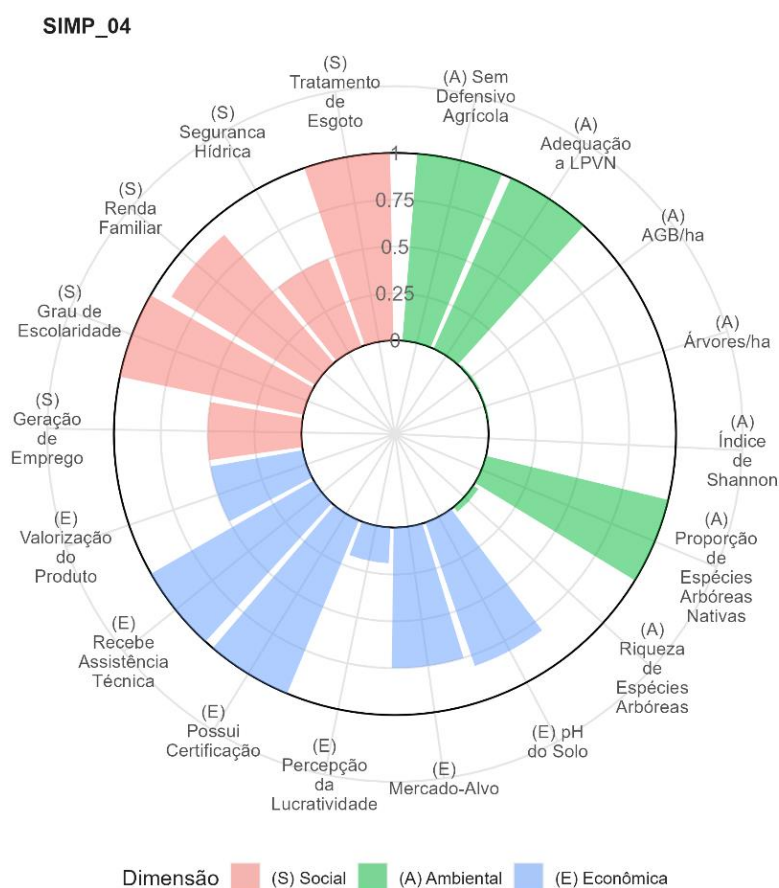


Figura 29. Gráfico radar do SAF **SIMP_04** ilustrando os 18 indicadores de sustentabilidade normalizados (0 a 1). Esse sistema de produção apresentou os seguintes índices: Social **0,78**; Ambiental **0,44**; Econômico **0,71** e Índice de Sustentabilidade Geral **0,64**.

A parcela SIMP_05 (Figura 30) apresentou altos valores nos indicadores social e econômico. Todavia, no indicador ambiental esta área teve valores baixos de “AGB”, “Árvores/ha” e “Riqueza de espécies”. Nota-se que todos esses indicadores estão relacionados ao componente “arbóreas”, e o fato desta área ser recém-implantada, a grande maioria das espécies arbóreas não apresentam DAP maior que 5 cm, não sendo quantificadas no protocolo estabelecido. As poucas árvores quantificadas não eram espécies nativas regionais, diminuindo, ainda, o indicador “Proporção de Espécies Nativas”.



Figura 30. Gráfico radar do SAF **SIMP_05** ilustrando os 18 indicadores de sustentabilidade normalizados (0 a 1). Esse sistema de produção apresentou os seguintes índices : Social **0,85**; Ambiental **0,34**; Econômico **0,58** e Índice de Sustentabilidade Geral **0,59**.

A parcela SIMP_06 (Figura 31) apresentou valores relativamente baixos nos indicadores sociais, valores médios para os indicadores ambientais, e valores altos para alguns dos indicadores econômicos. Para o indicador social, nota-se o baixo nível de escolaridade e a não contratação de mão de obra, visto que se utiliza apenas mão de obra familiar. Para o indicador ambiental, cabe ressaltar que esta propriedade havia sido abandonada pela família no passado, por não ser economicamente viável. Atualmente, a propriedade está sendo reformada com práticas agroecológicas. No indicador econômico, mesmo o produtor não possuindo um selo de produto orgânico, o mesmo faz o beneficiamento de toda sua produção e vende direto para o consumidor final, o que agrega muito valor ao produto.

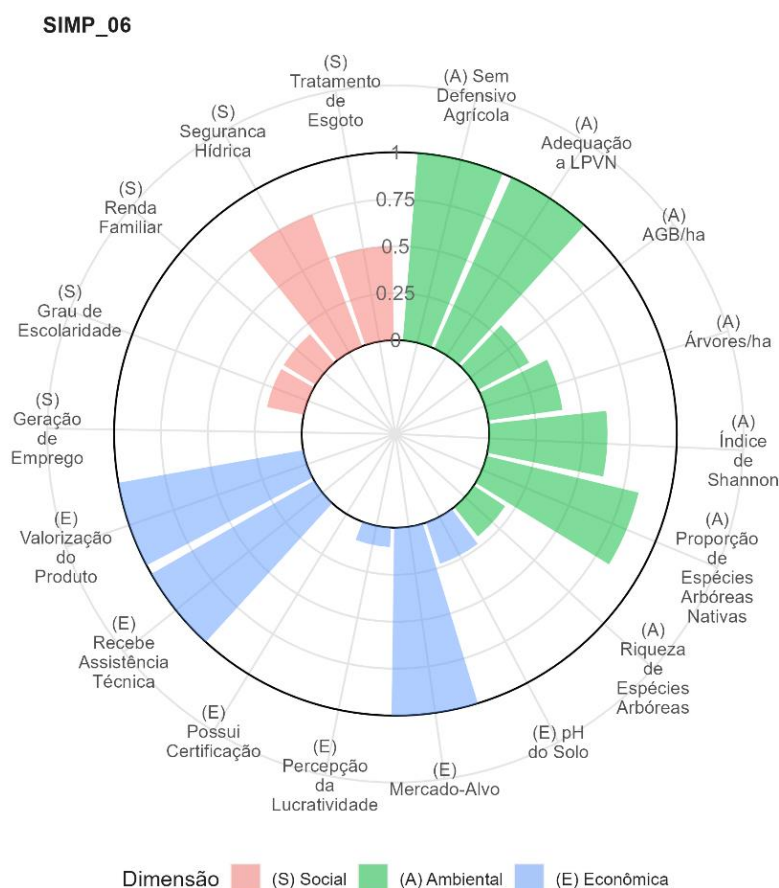


Figura 31. Gráfico radar do SAF **SIMP_06** ilustrando os 18 indicadores de sustentabilidade normalizados (0 a 1). Esse sistema de produção apresentou os seguintes índices : Social **0,33**; Ambiental **0,62**; Econômico **0,56** e Índice de Sustentabilidade Geral **0,50**.

A parcela SIMP_07 (Figura 32) apresentou altos valores nos indicadores social e econômico. Entretanto, no indicador ambiental esta área teve valores baixos nos indicadores relacionados ao componente “arbóreas”. Esta área apresentava um único indivíduo arbóreo (*Inga sp.*), em meio a um consórcio de banana e palmito pupunha. Vale ressaltar que esta árvore foi plantada pelo produtor justamente pelo solo ser de baixa qualidade neste ponto específico.



Figura 32. Gráfico radar do SAF **SIMP_07** ilustrando os 18 indicadores de sustentabilidade normalizados (0 a 1). Esse sistema de produção apresentou os seguintes índices: Social **0,68**; Ambiental **0,44**; Econômico **0,69** e Índice de Sustentabilidade Geral **0,60**.

Na tabela 12 estão dispostos os índices de sustentabilidade Social, Ambiental, Econômico e Índice de Sustentabilidade Geral. Estes resultados facilitam a comparação entre as propriedades e os modelos de SAF, permitindo conhecer os pontos fracos e fortes para cada sistema. Assim, é possível entender e agir de maneira a melhorar parâmetros específicos que poderão resultar em uma maior sustentabilidade do SAF. Os modelos de SAFs Biodiversos apresentam maior capacidade de conservação ambiental se comparados aos modelos Simplificados, e mesmo assim possuem características sociais e econômicas equivalentes. Isto indica que SAFs Biodiversos são de fato modelos agrícolas sustentáveis.

Tabela 12. Índices de sustentabilidade Social, Ambiental, Econômico e Geral para Sistemas Agroflorestais (SAFs) Biodiversos (BIOD) e Simplificados (SIMP).

SAF	Social	Ambiental	Econômico	Sustentabilidade Geral
BIOD_01	0,95	0,77	0,59	0,77
BIOD_02	0,29	0,72	0,41	0,47
BIOD_03	0,34	0,84	0,22	0,47
BIOD_04	0,68	0,71	0,59	0,66
SIMP_01	0,24	0,35	0,36	0,31
SIMP_02	0,78	0,29	0,64	0,57
SIMP_03	0,78	0,51	0,61	0,64
SIMP_04	0,78	0,44	0,71	0,64
SIMP_05	0,85	0,34	0,58	0,59
SIMP_06	0,33	0,62	0,56	0,50
SIMP_07	0,68	0,44	0,69	0,60

Ao se fazer o teste não-paramétrico de Wilcoxon (5% de significância), comparando os dois grupos amostrais (SAF Biodiverso e SAF Simplificado), pode-se observar diferença estatística no índice de Sustentabilidade Ambiental (Figura 33 - B). Para os índices social, econômico e índice de sustentabilidade geral não houve diferença estatística (Figura 33 – A, C e D, respectivamente).

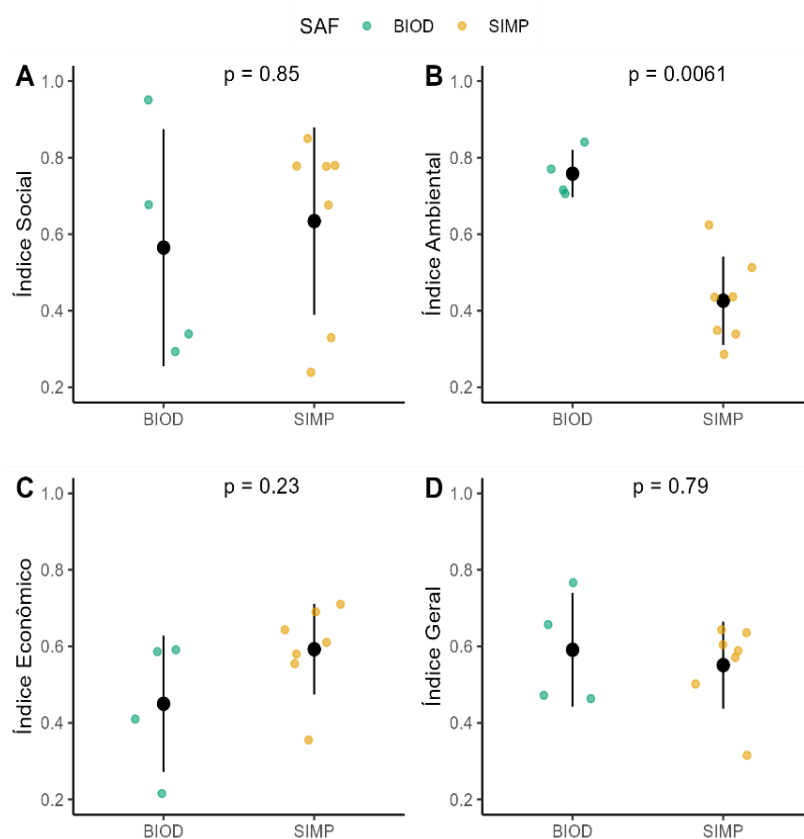


Figura 33. Índices Social, Ambiental, Econômico e Geral dos SAFs Biodiversos (BIOD) e Simplificados (SIMP).

Pode-se observar diferença estatística no Índice Ambiental, ao se comparar Sistemas Agroflorestais (SAFs) Biodiversos (BIOD) e Simplificados (SIMP), indicando superioridade dos BIOD em relação aos SIMP na sustentabilidade ambiental.

Nota-se nesse estudo que todos os três pilares da sustentabilidade são (ou deveriam ser) de igual importância, pois cada um dos fatores pode influenciar positiva ou negativamente os demais. De acordo com Caporal (2011), a agroecologia engloba âmbitos sociais, econômicos e ambientais. No parâmetro social, o indicador “Escolaridade” apresentou grande influência no indicador “Percepção da Lucratividade”, visto que produtores com escolaridade alta demonstraram maiores rendimentos econômicos se comparados aos de escolaridade mais baixa. Segundo Arco-Verde (2008), a capacitação dos produtores é de suma importância para o sucesso da atividade agrícola. Conhecimentos técnico, econômico, de mercado e de aspectos legais garantem maior segurança e competência aos produtores.

Dos indicadores econômicos, o que apresentou grande importância foi o “pH do solo”, que, como citado anteriormente, quanto mais próximo de 7 maior a lucratividade dos produtores. Este indicador está também muito ligado a um caráter social, pois tem afinidade com o acesso à assistência técnica e capacitação. Para Martins (2005), a maioria das culturas agrícolas apresentam maior produtividade em faixas de pH variando entre 6,00 e 7,00, incluindo banana e palmito pupunha, que são as atividades agrícolas predominantes na região do Vale do Ribeira.

Em relação aos indicadores e índices ambientais, foi observada grande diferença nos padrões ambientais entre os SAFs Biodiversos e Simplificados, e, para Nair (1993), todos os sistemas agroflorestais devem possuir produtividade e sustentabilidade. Mesmo não apresentando o poder de conservação das florestas conservadas, os SAFs Biodiversos apresentam grande capacidade de conservação ambiental, principalmente se comparados a modelos de produção agrícola mais simplificados (Schroth; Fonseca et al., 2004).

5 CONCLUSÕES

Os SAFs Biodiversos apresentam maior Sustentabilidade Ambiental se comparado aos sistemas Simplificados e, ambientalmente, aproximam-se de áreas de Regeneração da Vegetação Natural. Não houve diferença estatística entre os indicadores e índices social, econômico e índice geral. Estes resultados reforçam o uso de SAF como ferramenta para mitigação das mudanças climáticas, pois promovem ganhos ambientais e são equivalentes a modelos produtivos mais simplificados nas questões social e econômica.

Os 18 indicadores utilizados, conjuntamente, neste estudo, foram capazes de mensurar satisfatoriamente a sustentabilidade dos SAFs.

Com base no resultado dos indicadores foi possível calcular índices sociais, ambientais e econômicos e um índice de sustentabilidade geral para os SAFs. Conclui-se que os modelos de produção agroflorestal Biodiversos apresentam Sustentabilidade Ambiental superior aos modelos Simplificados.

Tendo em vista a grande heterogeneidade dos sistemas agroflorestais, um número amostral mais robusto poderia trazer maior confiabilidade aos resultados observados nesse estudo.

Uma definição mais detalhada dos critérios para classificar Sistemas Agroflorestais, estabelecendo, por exemplo, distribuição espacial das espécies arbóreas na área seria importante.

É importante destacar que a sustentabilidade é um processo contínuo, e é preciso avaliá-la regularmente para garantir sua continuidade.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de. **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.
- ARCO-VERDE, M. F. **Sustentabilidade biofísica e socioeconômica de sistemas agroflorestais na Amazônia brasileira**. 188 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- BARBIERI, J. C. **Gestão Ambiental Empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. São Paulo: Saraiva, 2012.
- BATALHA, M. O. (Coord.). **Gestão agroindustrial: GEPAl: Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008. v. 1 770 p. Biblioteca(s): Embrapa Gado de Leite; Embrapa Solos.
- BERNARDES, J. A. **Expansão Do Agronegócio Na Amazônia: Dinâmicas e contradições**. Revista Tamoios. 2022.
- CAPORAL, F. R., AZEVEDO, E. O. **Princípios e Perspectivas da Agroecologia**. Instituto Federal De Educação, Ciência E Tecnologia Do Paraná. 2011.
- DELLALASTRA, C. M.; FREIRE, E. J. **“A relação da escolaridade sobre a utilização da contabilidade para tomada de decisão de produtores rurais”**, ReAC – Revista de Administração e Contabilidade. Faculdade Anísio Teixeira (FAT), Feira de Santana-Ba, v. 11, n. 3, p. 37-48, setembro/ dezembro 2019.
- DEPARTAMENTO DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DO MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA), **Seminário Aprendizagens e**

Perspectivas para Políticas Públicas de Biodiversidade e Clima para a Mata Atlântica, Brasília 25 de novembro de 2013.

- DIAS, R. **Gestão Ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. São Paulo: Atlas, 2007.

- DOLLINGER, J., Jose, S. **Agroforestry for soil health**. *Agroforest Syst* 92, 213–219 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0223-9>

- DUBOIS, J. C. L. **Informações gerais sobre Sistemas Agroflorestais e suas práticas**. In: MAY, Peter Herman; TROVATTO, Cássio Murilo Moreira (Coord.). *Manual Agroflorestal para a Mata Atlântica*. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, Secretaria de Agricultura Familiar, 2008.

- EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Calagem e adubação para a bananeira - Comunicado técnico, nº 137*. Capítulo em livro técnico (CNPMPF) Lançado em Brasília no ano de 2010.

- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **“Sistemas agroflorestais: a pecuária sustentável”**. Lançado em Brasília no ano de 2015.

- FAO, Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. **“Estado da Segurança Alimentar e Nutrição no Mundo (SOFI)**. Relatório publicado em julho de 2023.

- FERREIRA, Maria da Consolação. LOPES, Joselaine Ferreira. **O Crescimento Populacional e os Impactos Ambientais**. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*. Ano 05, Ed. 06, Vol. 02, pp. 188-195. Junho de 2020. ISSN: 2448-0959, Link:

<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/meio-ambiente/crescimento-populacional> . Acesso em 20 de janeiro de 2024.

- FROUFE, L. C. M.; RACHWAL, M. F. G.; SEOANE, C. E. S. **Potencial de sistemas agroflorestais multiestrata para sequestro de carbono em áreas de ocorrência de Floresta Atlântica**. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, v. 31, n. 66, p. 143-154, 2011. DOI: 10.4336/2011.pfb.31.66.143.

- REFLORA. **Flora e Funga do Brasil**. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/PrincipalUC/PrincipalUC.do;jsessionid=35E03B9F413036A9F651F2662BBCCDDC#CondicaoTaxonCP>.

Acesso em 2 de janeiro 2024.

- GLIESSMAN, S. R.. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

- GONÇALVES, J. S. e SOUZA, S. A. M.. **Agronegócio No Vale Do Ribeira: caracterização da realidade e proposta de intervenção numa região carente**. 2001

- GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, Secretaria de Desenvolvimento Regional. **População - Aspectos populacionais do Vale do Ribeira**. Disponível em: https://www.valedofuturo.sp.gov.br/observatorio-de-indicadores/indicadores_populacao.php . Acesso em 2 de abril 2024.

- GRANDE RESERVA MATA ATLÂNTICA. SETOR VALE DO RIBEIRA, O Setor Vale do Ribeira é o mais extenso da Grande Reserva Mata Atlântica, passando por 29 municípios, além da cidade de Registro, e também é o mais próximo de São Paulo, a maior cidade brasileira e uma das maiores da América Latina. 2022. Disponível em: <https://grandereservamataatlantica.com.br/setor/setor-vale-do-ribeira/> . Acesso em 26 de junho de 2024.

- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística : **Cidades e Estados do Brasil, População no último censo [2022]**. In: IBGE. [S. l.], 8 abr. 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 8 nov. 2023.

- ICRAF. Annual Report. International Centre for Research in Agroforestry. Nairobi, Kenya. 1977, p.133-137.

- KAMIYAMA, A. **Agricultura sustentável**. Secretaria do Meio Ambiente, Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais. São Paulo: SMA, 2011. 75p., Cadernos de Educação Ambiental, 13, 2011.

- MACHADO R. B; Cunha M.C.; Aguiar L. M. S.; Bustamante M. - **As várias faces das ameaças às áreas de conservação no Brasil**. 2020

- MARTINS, C. E. “**Práticas agrícolas relacionadas à calagem do solo**”. Comunicado Técnico 47. ISSN 1678-3123 Juiz de Fora, MG Dezembro 2005.

- MARTINS, T. P.; RANIERI, V. E. L. Sistemas agroflorestais como alternativa para as reservas legais. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 3, p. 79–96, set. 2014.

- MARZALL, K.; ALMEIDA. J. **Indicadores De Sustentabilidade Para Agroecossistemas** Estado da arte, limites e potencialidades de uma nova ferramenta para avaliar o desenvolvimento sustentável. 2000.

- MAY, P. H.; TROVATTO, C. M. M. **Manual agroflorestal para a Mata Atlântica**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, Secretaria de Agricultura Familiar, 2008.

- MAZZOLENI, E. M.; NOGUEIRA, J. M. **Agricultura orgânica: características básicas do seu produtor**. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 44, n. 2, p. 263–293, jun. 2006.

- MILLER, R. P. **Construindo a complexidade: o encontro de paradigmas agroflorestais**. In: PORRO, R. (Ed.) Alternativa agroflorestal na Amazônia em transformação. Brasília-DF: Embrapa Informação e Tecnologia, 2009. p. 537 – 557.

- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Mata Atlântica**. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/biomas/mata-atl%C3%A2ntica_emdesenvolvimento.html . Acesso em dezembro de 20223.

- MOLLA, A; KEWESSA, G. **Woody Species Diversity in Traditional Agroforestry Practices of Dellomenna District, Southeastern Ethiopia: Implication for Maintaining Native Woody Species**. International Journal of Biodiversity. 2015.

- NAIR, P. K. R. **An Introduction to Agroforestry**, 1st edn. Kluwer Academic Publishers, Netherland, 1993. 499p.

- ONU, Organização das Nações Unidas. **A ONU e o meio ambiente**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente>. Publicado em 16 setembro 2020. Acesso em outubro de 2023.

- PAGANO, S.N.; DURIGAN, G. Aspectos da ciclagem de nutrientes em matas ciliares do Oeste do Estado de São Paulo, Brasil. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação** São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2000. p.109-123.

- PENEIREIRO, F.M. **Sistemas Agroflorestais dirigidos pela sucessão natural: um estudo de caso**. Tese de Mestrado. ESALQ/USP, Piracicaba. 1999. 138p.

- PENEIREIRO, M.; RODRIGUES, Q. F.; BRILHANTE, M. O.; LUDEWIGS, T. **Apostila do educador agroflorestal - Introdução aos sistemas agroflorestais: um guia técnico**. Rio Branco: Editora da Universidade / UFAC, 2002.

- BRASIL. República Federativa do Brasil. **Lei N° 12.651: Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências**. Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. De 25 de Maio de 2012.

- REZENDE, C. L. et al. From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 16, n. 4, p. 208–214, out. 2018.

- SAUER, S.; FRANÇA, F. C. de . **Código Florestal, função socioambiental da terra e soberania alimentar**. Caderno CRH, v. 25, n. 65, p. 285–307, maio 2012.

- SCHROTH, G.; FONSECA, G. A. B.; HARVEY, C. A. *et al.* Introduction: The Role of Agroforestry in Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes. In: SCHROTH, G.; FONSECA, G. DA; HARVEY, C. *et al.* (Eds.). **Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes**. Washington: Island Press, 2004. p. 1-12.

- SEMIL, Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística do estado de São Paulo. **Sistemas Agroflorestais**. Subsecretaria de Meio Ambiente, 2024. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/sma/sistemas-agroflorestais/#1701095017036-89933635-6362>. Acesso em fevereiro de 2024.

- SENAR, Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Sistemas Agroflorestais (SAFs): conceitos e práticas para implantação no bioma amazônico.** Coleção SENAR 199, Publicado em Brasília no ano de 2017.

- SMA, Secretaria do Meio Ambiente Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais. **Estabelece critérios e procedimentos para exploração sustentável de espécies nativas do Brasil no Estado de São Paulo.** Publicada no Diário Oficial, Poder Executivo – Seção I – Página 58/61 São Paulo em 21 de dezembro de 2018.

- SILVA, D. D. E. da. **Avaliação da degradação ambiental a partir da prática da cultura do feijão no município de Tavares** – PB. 70f. Monografia (Tecnologia em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Tecnologia e Ciência da Paraíba – PB, 2012.

- SILVA, H. L.; COUTINHO, D. J. G. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise do método IDEA.** Contribuciones A Las Ciencias Sociales, v. 16, n. 12, p. 30726–30748, 11 dez. 2023.

- SOS MATA ATLÂNTICA. **Desmatamento na Mata Atlântica cresce 66% em um ano.** Publicado em 24 de maio de 2022. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/noticias/desmatamento-na-mata-atlantica-cresce-66-em-um-ano/> . Acesso em novembro de 2023.

- SOS MATA ATLÂNTICA. **Desmatamento na Mata Atlântica cai 59% entre janeiro e agosto de 2023.** Publicado em 29 de November de 2023. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/noticias/desmatamento-na-mata-atlantica-cai-59-entre-janeiro-e-agosto-de-2023>. Acesso em janeiro de 2024.

- UMRANI, R.; JAIN, C. K. **Agroforestry Systems and Practices.** Jaipur: Oxford Book Company, 2010.

- VALE do Futuro: **Programa de desenvolvimento Vale do Ribeira**. [S. l.], 31 out. 2019. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/valedofuturo/>. Acesso em 8 de abril 2024.

- VAN PASSEL, S., MEUL, M.. **Multilevel and multi-user sustainability assessment of farming systems**. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 32, p. 170-180, Issue 1, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2011.08.005>.

- VEIGA, J. E. da. (2010). **Indicadores de sustentabilidade** . *Estudos Avançados*, 24(68), 39-52. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10465>

Anexo I

Perguntas do questionário aplicado junto aos produtores.

ID da Parcela	Tipo de Plantio
Cidade	Área total da Propriedade (ha)
Idade do (a) agricultor (a)	Qual a área produtiva (ha)
Gênero	Quando iniciou na atividade (ano)
Naturalidade	Possui fonte de água na propriedade
Escolaridade	Porque iniciou nesse modelo de agricultura
Mora no Sítio	Tem algum carro chefe?
Fonte de água utilizada do sítio (uso doméstico)	Qual a renda dessa cultura (% da renda do sítio)
Destino do esgoto doméstico	Principais Produtos Comercializados
Distância do centro urbano mais próximo (Km)	Área de Reserva Legal (ha)
Há transporte público no bairro?	Recebeu orientação sobre a legislação ambiental vigente
Possui meio de transporte particular	Histórico da área
Acesso a Saúde	Fez algum manejo para implantar a cultura agrícola
Principal Fonte de Renda	Fez análise de solo
Outra fonte de renda	Fez correção do solo/ adubação
Faixa de renda familiar (salários mínimos)	Foi feito algum projeto de implantação da área?
Faixa de renda obtida no sítio (salários mínimos)	Qual o arranjo espacial do plantio
Recebe Assistência Técnica Rural	Faz algum manejo
Contrata mão de Obra Local	Qual a frequência de manejo?
Participa de cooperativa	Qual a frequência de adubação?
Como vende os produtos	Principais vantagens da atividade
Faz beneficiamento dos produtos?	Principais desvantagens da atividade
Tem alguma Certificação?	O que poderia contribuir com a sua situação econômica?
Teve acesso a crédito rural?	O que poderia contribuir com a situação ambiental no sítio?
Percepção de Lucratividade do Sítio	O que poderia contribuir com a qualidade de vida?

Anexo II

Árvores com DAP superior a 5cm, identificadas na parcela de 900m².

Parcela	Espécies	Número de indivíduos	Classificação
BIOD_01	<i>Alchornea glandulosa</i>	3	Nativa Regional
	<i>Annona mucosa</i>	2	Nativa Regional
	<i>Annona muricata</i>	2	Nativa Regional
	<i>Bactris gasipaes</i>	6	Nativa do Brasil
	<i>Boehmeria caudata</i>	1	Nativa Regional
	<i>Cecropia pachystachya</i>	1	Nativa Regional
	<i>Citharexylum myrianthum</i>	2	Nativa Regional
	Citrus sp.	3	Naturalizada
	<i>Clitoria fairchildiana</i>	1	Nativa do Brasil
	<i>Cupania oblongifolia</i>	1	Nativa Regional
	<i>Euterpe edulis</i>	18	Nativa Regional
	<i>Guarea macrophylla</i>	1	Nativa Regional
	<i>Inga edulis</i>	1	Nativa Regional
	<i>Inga sessilis</i>	5	Nativa Regional
	Magnolia sp.	1	Nativa Regional
	Não identificada (sem folha)	1	Nativa Regional
	<i>Nectandra membranacea</i>	2	Nativa Regional
	<i>Piptadenia paniculata</i>	1	Nativa Regional
	<i>Psidium guajava</i>	1	Naturalizada
	Psychotria sp	1	Nativa Regional
<i>Senna multijuga</i>	4	Nativa Regional	
<i>Trema micrantha</i>	4	Nativa Regional	
BIOD_02	<i>Aegiphila integrifolia</i>	2	Nativa do Brasil
	<i>Alseis floribunda</i>	1	Nativa Regional
	<i>Andira fraxinifolia</i>	1	Nativa Regional
	<i>Annona cacans</i>	1	Nativa Regional

	<i>Archontophoenix cunninghamiana</i>	2	Nativa Regional
	<i>Bathysa australis</i>	1	Nativa Regional
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	1	Nativa Regional
	<i>Casearia sylvestris</i>	1	Nativa Regional
	<i>Cecropia pachystachya</i>	2	Nativa Regional
	<i>Citharexylum myrianthum</i>	7	Nativa Regional
	<i>Cupania oblongifolia</i>	5	Nativa Regional
	<i>Cyathea delgadii</i>	1	Nativa Regional
	<i>Euterpe edulis</i>	2	Nativa Regional
	<i>Guarea macrophylla</i>	1	Nativa Regional
	<i>Inga sessilis</i>	1	Nativa Regional
	<i>Jacaranda macrantha</i>	3	Nativa Regional
	<i>Nectandra oppositifolia</i>	2	Nativa Regional
	<i>Pera glabrata</i>	1	Nativa Regional
	<i>Psidium guajava</i>	1	Naturalizada
	<i>Senna multijuga</i>	1	Nativa Regional
	<i>Bactris gasipaes</i>	1	Nativa Regional
BIOD_03	<i>Alchornea glandulosa</i>	4	Nativa Regional
	<i>Casearia obliqua</i>	1	Nativa Regional
	<i>Cecropia pachystachya</i>	4	Nativa Regional
	<i>Citharexylum myrianthum</i>	9	Nativa Regional
	<i>Euterpe edulis</i>	36	Nativa Regional
	<i>Hieronyma alchorneoides</i>	3	Nativa Regional
	<i>Jacaranda macrantha</i>	1	Nativa Regional
	<i>Myrcia sp.</i>	3	Nativa Regional
	<i>Myrsine coriacea</i>	2	Nativa Regional
	<i>Nectandra oppositifolia</i>	3	Nativa Regional
	<i>Piptocarpha macropoda</i>	1	Nativa Regional
	<i>Pleroma sp</i>	8	Nativa Regional
	<i>Psidium guajava</i>	3	Naturalizada
	<i>Senna multijuga</i>	1	Nativa Regional
	<i>Spathodea campanulata</i>	1	Exótica
	<i>Tetrorchidium rubrivenium</i>	3	Nativa Regional

	<i>Toxicodendron succedaneum</i>	8	Exótica
BIOD_04	<i>Alchornea glandulosa</i>	2	Nativa Regional
	<i>Andira sp</i>	1	Nativa Regional
	<i>Cecropia pachystachya</i>	3	Nativa Regional
	<i>Eugenia florida</i>	1	Nativa Regional
	<i>Myrsine coriacea</i>	12	Nativa Regional
	<i>Nectandra megapotamica</i>	1	Nativa Regional
	<i>Nectandra oppositifolia</i>	5	Nativa Regional
	<i>Ocotea puberula</i>	2	Nativa Regional
	<i>Psidium cattleianum</i>	1	Nativa Regional
	<i>Psidium guajava</i>	3	Naturalizada
	<i>Psychotria sp</i>	1	Nativa Regional
	<i>Senna multijuga</i>	1	Nativa Regional
	<i>Trema micrantha</i>	3	Nativa Regional
SIMP_01	<i>Cecropia pachystachya</i>	14	Nativa Regional
	<i>Inga sessilis</i>	5	Nativa Regional
	<i>Bactris gasipaes</i>	3	Nativa do Brasil
SIMP_02	-	0	-
SIMP_03	<i>Trema micrantha</i>	2	Nativa Regional
	<i>Alchornea glandulosa</i>	1	Nativa Regional
	<i>Cecropia pachystachya</i>	1	Nativa Regional
SIMP_04	<i>Senna multijuga</i>	1	Nativa Regional
SIMP_05	<i>Khaya grandifoliola</i>	2	Exótica
	<i>Trichanthera gigantea</i>	1	Nativa do Brasil
SIMP_06	<i>Cecropia pachystachya</i>	5	Nativa Regional
	<i>Citharexylum myrianthum</i>	4	Nativa Regional
	<i>Mikania sp.</i>	1	Nativa Regional
	<i>Myrsine coriacea</i>	18	Nativa Regional
	<i>Pleroma sp</i>	7	Nativa Regional
	<i>Psidium guajava</i>	2	Naturalizada
SIMP_07	<i>Ingá sp.</i>	1	Nativa Regional