

# IX Prêmio Serviço Florestal Brasileiro em Estudos de Economia e Mercado Florestal

3° Lugar

## *Estrutura e Funcionalidade de Sistemas Agroflorestais Comerciais na Amazônia Brasileira: Implicações para Políticas e Fomento*

Daniela Pauletto

**CNI**

**CNPq**

SERVIÇO FLORESTAL  
BRASILEIRO

MINISTÉRIO DO  
MEIO AMBIENTE E  
MUDANÇA DO CLIMA

GOVERNO DO  
**BRASIL**  
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

**IX PRÊMIO SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO EM ESTUDOS DE ECONOMIA E  
MERCADO FLORESTAL  
EDIÇÃO 2025**

**ESTRUTURA E FUNCIONALIDADE DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS COMERCIAIS  
NA AMAZÔNIA BRASILEIRA: IMPLICAÇÕES PARA POLÍTICAS E FOMENTO**

**Categoria: Silvicultura de espécies nativas com foco na recuperação florestal**

**Setembro de 2025**

## RESUMO

Os sistemas agroflorestais (SAFs) consistem na integração intencional de árvores, cultivos com ou sem animais numa mesma unidade produtiva, originados do conhecimento tradicional e adaptados em sistemas modernos. Esses arranjos promovem segurança alimentar, sustentabilidade agrícola, conservação da biodiversidade e regulação ambiental por meio do sequestro de carbono e da ciclagem de nutrientes e por isso visto como uma estratégia para a restauração ambiental e recuperação floresta. Esses sistemas são considerados promissores devido à diversificação da produção; no entanto, ainda existem lacunas significativas, como a compreensão dos fatores que influenciam sua adoção, a composição e dinâmica das espécies, além da percepção dos agricultores sobre esses sistemas. Tais lacunas limitam a expansão dessa modalidade de cultivo e dificultam a formulação de incentivos adequados. Diante desse contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar a composição de SAFs comerciais com diferentes idades em oito municípios da Amazônia Oriental. Os resultados sobre SAFs silviagrícolas, indicaram 72 espécies distribuídas em 36 famílias botânicas, com destaque para Fabaceae, Arecaceae e Meliaceae. Predominaram espécies alimentares (65,3%), seguidas das florestais (27,8%) e de serviço (6,9%), sendo o cumaru a espécie mais frequente. A maioria dos SAFs apresenta baixa riqueza (2 a 7 espécies) e implantação recente (até 2 anos). A integração de espécies florestais, associada à demanda de mercado, pode atuar como vetor de reflorestamento produtivo. A maior parte dos SAFs foi implantada sem fomento externo, evidenciando a autonomia dos agricultores. As perspectivas apresentadas apontam para a continuidade e o aprofundamento das pesquisas em sistemas agroflorestais (SAFs), considerando diferentes dimensões de análise. Destaca-se a necessidade de monitoramento térmico por meio da termografia, visando avaliar a regulação térmica e os serviços ambientais ao longo do tempo. Para garantir consistência e comparabilidade, torna-se essencial a criação de protocolos padronizados de coleta de dados. Outro ponto relevante é a análise financeira dos SAFs, muitas vezes negligenciada, mas fundamental para compreender a viabilidade econômica desses sistemas complexos. Além disso, é necessário identificar e mensurar os serviços ambientais nas categorias de provisão, regulação, suporte e cultura, integrando indicadores sociais, econômicos e ambientais que fortaleçam o papel dos SAFs em recuperação e restauração. Recomenda-se também maior flexibilidade no desenho de projetos, evitando rigidez ecológica que despreze a perspectiva dos agricultores. Estudos futuros devem explorar a dinâmica temporal dos SAFs em ambientes como quintais agroflorestais e apoiar os produtores com ferramentas que orientem decisões de implantação, considerando valor comercial, resiliência climática e conforto térmico. Por fim, propõe-se o desenvolvimento de um índice integrador, como o VIA - Valor da Iniciativa Agroflorestal ou o IPA – Índice de Performance Agroflorestal.

Palavras-chave: agrobiodiversidade; policultivo; portfólio agroflorestal; produção de alimentos.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localização das áreas de estudo com sistemas agroflorestais comerciais em municípios do Estado do Pará, Brasil. ....	9
Figura 2. Nuvem de palavras ilustrando a frequência de espécies vegetais que compõem os sistemas agroflorestais mapeados na Amazônia Oriental.....	15
Figura 3. Dendrograma da análise de <i>cluster</i> em função da similiaridade de Jaccard e baseado na variável frequência das espécies nos sistemas agroflorestais avaliados na Amazônia Oriental. ....	17
Figura 4. Dendrograma da análise multivariada de <i>cluster</i> em função similiaridade de Jaccard e baseada nas variáveis composição, localização e idade dos sistemas agroflorestais na Amazônia Oriental.....	24
Figura 5. Análise dos Componentes Principais (Biplot) da caracterização de sistemas agroflorestais na Amazônia Oriental. ....	27
Figura 6. Análise de correspondência entre idade de plantio (números em azul) e frequência de espécies (siglas em vermelho) em sistemas agroflorestais na Amazônia Oriental. ....	29

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1. Características gerais e frequência absoluta de espécies vegetais em sistemas agroflorestais mapeados em oito municípios da Amazônia Oriental.....	12
Tabela 2. Idade e ano de plantio, total de espécies, nome popular das espécies, fonte de fomento ou financiamento de sistemas agroflorestais em municípios no Pará, Amazônia Oriental. ....	18
Tabela 3. Média e desvio padrão da distribuição das espécies cultivadas em sistemas agroflorestais por categoria e por município. ....	25
Tabela 4. Distribuição de sistemas agroflorestais por idade de plantio e município na Amazônia Oriental.....	26
Tabela 5. Riqueza de espécies vegetais e famílias botânicas em diferentes SAFs comerciais distribuídos por país no Bioma Amazônico. ....	31

## SUMÁRIO

<b>Introdução.....</b>	<b>6</b>
<b>Material e métodos.....</b>	<b>8</b>
Descrição da área de estudo .....	8
Análises realizadas .....	10
<b>Resultados.....</b>	<b>11</b>
Frequências de espécies nos SAFs .....	15
Características gerais dos SAFs .....	18
Homogeneidade dos sistemas agroflorestais.....	22
Análise de correspondência.....	29
<b>Discussão.....</b>	<b>30</b>
Frequência e riqueza de espécies nos SAFs .....	31
Características gerais dos SAFs .....	34
Frequência por categoria de funcionalidade.....	38
<b>Limitações e abordagens futuras.....</b>	<b>42</b>
<b>Considerações finais e pesquisas futuras.....</b>	<b>42</b>
<b>Conclusões.....</b>	<b>45</b>
<b>Agradecimentos.....</b>	<b>46</b>
<b>Referências bibliográficas .....</b>	<b>46</b>

## Introdução

Os sistemas agroflorestais (SAFs) têm como conceito o cultivo proposital ou a retenção deliberada de árvores com culturas e/ou animais em combinações interativas para vários produtos ou benefícios da mesma unidade de manejo (Crespo Silva, 2013), com práticas que evoluíram do conhecimento indígena tradicional, resultando em sistemas modernos (Dagar; Tewari, 2017). Os SAFs são listados pela interface direta com objetivos do milênio para alcançar a segurança alimentar e promover a agricultura sustentável (ONU. Organização das Nações Unidas, 2015). Os SAFs alavancam a capacidade das árvores de armazenar carbono, extrair água e nutrientes do solo, abrigar a biodiversidade, construir matéria orgânica do solo e registrar a história climática (CIFOR-ICRAF, [S.d.]).

Os SAFs podem ter estruturas e composições complexas. Neste cenário destaca-se, como tendência, o cultivo de árvores na Amazônia brasileira impulsionada principalmente pelos pequenos agricultores como uma gama de culturas perenes (Smith *et al.*, 1996) que variam em diversidade estrutural, riqueza de espécies, heterogeneidade dos arranjos produtivos e portfólio agroflorestal (Bolfé; Batistella, 2011; Coomes; Burt, 1997), onde o manejo adotado influencia na riqueza de espécies e no estoque de carbono (Dos Santos; Kato; Tourinho, 2019).

Inúmeros fatores como atividades antrópicas e processos naturais como clima e ainda ações de fomento e incentivo podem influenciar na composição da vegetação ou do plantio. A adoção de SAF têm mostrado entraves estruturais, organizacionais e técnicos-produtivos (Abdul-Salam; Ovando; Roberts, 2022; Kouassi *et al.*, 2021; Sagastuy; Krause, 2019). A agrossilvicultura se mostra como uma alternativa para o uso da terra por aumentar a biodiversidade, sendo considerada como um refúgio para espécies nativas, minimizando a perda de espécies em florestas naturais (Demie *et al.*, 2024) e melhorando estratégias de uso da terra para contribuir com a segurança alimentar e, ao mesmo tempo, limitar a degradação ambiental (Wilson; Lovell, 2016). A adoção e implementação dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) têm o potencial de impulsionar uma abordagem mais integrada do uso da terra, especialmente na interface agricultura e silvicultura (Van Noordwijk *et al.*, 2018).

A gestão intencional de árvores de sombra associadas a culturas agrícolas pode desempenhar um papel importante na conservação da biodiversidade em paisagens dominadas pelo homem (Bhagwat *et al.*, 2008), pois a radiação infravermelha das folhas tem a capacidade de influenciar os microclimas agroflorestais (Junior *et al.*, 2020), onde a variabilidade térmica observada nesses sistemas é diretamente influenciada pelas características do dossel (Bergamaschi, 2007). Essa redução

de temperatura causada pelo sombreamento das copas pode abrir possibilidades para o cultivo consorciado com plantações perenes e melhorar as condições de trabalho, principalmente na Amazônia.

Os SAFs são considerados uma excelente estratégia para produção de bens e serviços (Dubois; Virgílio Maurício Viana; Anthony B. Anderson, 1996), além de promoverem serviços ecossistêmicos, conservação da biodiversidade (Biswas *et al.*, 2022; Palacios Bucheli; Bokelmann, 2017) e contribuem para a diversificação de renda familiar rural (Arco-Verde; Amaro, 2014; Bentes-Gama *et al.*, 2005; Cardozo *et al.*, 2015; Notaro; Gary; Deheuvels, 2020). Uma revisão indicou que, em comparação com monoculturas agrícola os SAFs reduzem erosão do solo, aumentam ainda o conteúdo de carbono orgânico, nitrogênio, e fósforo inorgânico, evidenciando o potencial da agrossilvicultura na prestação de serviços ecossistêmicos mediados pelo solo nos trópicos húmidos e sub-húmidos (Muchane *et al.*, 2020). Um estudo realizado na Amazônia Oriental também destacou que o incremento de carbono acima do solo foi maior em SAFs, devido à presença de árvores e arbustos, em comparação à sucessão natural (Celentano *et al.*, 2020).

A escolha das espécies está relacionada à finalidade do sistema e aos produtos gerados. É fundamental atentar-se à seleção das espécies, à biodiversidade local e à composição do solo, a fim de evitar qualquer forma de competição entre árvores e culturas por nutrientes, luz ou água (Taillandier; Cörvers; Stringer, 2023). A escolha de espécies de árvores de sombra é relevante para as funções do solo em sistemas com baixos níveis de insumos (Sauvadet *et al.*, 2019), especialmente considerando a crescente demanda por água, que aponta para a redução da qualidade e da disponibilidade dos recursos hídricos, bem como a importância desses aspectos na perspectiva local (Boretti; Rosa, 2019). Tais condições tendem a limitar a escolha dos cultivos, em função da disponibilidade de recursos hídricos e financeiros necessários à irrigação.

O fomento é um dos fatores que impactam a adoção de SAFs (Oliveira *et al.*, 2010), bem como a escolha de espécie e por sequência a sua composição (Silva, 2014), sendo que a multifuncionalidade dos SAFs resulta do desejo dos agricultores de projetar tais sistemas (Schaffer; Elbakidze; Björklund, 2024). Na Amazônia Oriental, especialmente em municípios do oeste paraense, há iniciativas de fomento a SAFs que promovem o cultivo consorciado, associado ao fornecimento de suporte técnico e à doação de insumos, o que pode orientar e estimular o cultivo de determinadas espécies.

Esses projetos têm sido apresentados como estratégias para a promoção de práticas sustentáveis e o enfrentamento ao desmatamento e ao monocultivo. Na busca por alternativas de



cultivo e uso da terra, os SAFs são apontados como um modelo sustentável, por apresentarem características semelhantes às formações vegetais naturais, representando uma abordagem moderna para aproveitar os benefícios produtivos da integração de árvores em sistemas agrícolas (González; Kröger, 2020; Miccolis *et al.*, 2016; Nair *et al.*, 2021).

Barreiras socioeconômicas, como os elevados custos de investimento inicial e a insegurança quanto à posse da terra, dificultam a adoção em larga escala. Ademais, a carência de conhecimento técnico e capacitação por parte dos agricultores, aliada ao apoio político e institucional limitado, restringe ainda mais a implementação da agrossilvicultura (Fahad *et al.*, 2022). A escassez de informações específicas sobre a composição e a idade dos SAFs comerciais na Amazônia compromete sua viabilidade e disseminação regional.

Nesse contexto, e considerando as múltiplas possibilidades de cultivos consorciados, torna-se essencial compreender os determinantes socioeconômicos relacionados à composição, aos arranjos, às espécies mais recorrentes, bem como às distintas fases evolutivas dos sistemas, a fim de subsidiar ações de fomento e de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER). Embora haja consenso quanto à importância dos SAFs, persistem lacunas de conhecimento relacionadas à composição e às espécies a serem utilizadas nesses sistemas. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a composição de SAFs comerciais com diferentes idades em oito municípios da Amazônia Oriental.

Para atingir tal objetivo, tem-se como questão norteadora a compreensão e análise das espécies mais frequentes, bem como das motivações, destinações e usos associados ao cultivo ou à manutenção nos SAF comerciais, considerando os processos dinâmicos de coexistência entre as espécies. A hipótese central é que os SAFs comerciais possuem função prioritária voltada à produção de frutos, com predominância de espécies arbóreas de valor comercial, indicando uma convergência funcional na região.

## **Material e métodos**

### *Descrição da área de estudo*

O mapeamento abrangeu oito municípios do estado do Pará, nos quais foram realizadas visitas e a caracterização de 75 SAFs, distribuídos em 60 propriedades rurais. Para isso, contou-se com o apoio de órgãos de fomento, secretarias de agricultura e meio ambiente, além de técnicos atuantes em assistência técnica, que indicaram locais para visita. Assim, totalizaram-se três sistemas no município de Alenquer, 32 em Belterra, um em Mojuí dos Campos, oito em Monte Alegre, dois em Placas, 20 em Novo Progresso, três em Rurópolis e seis em Santarém (Figura 1).

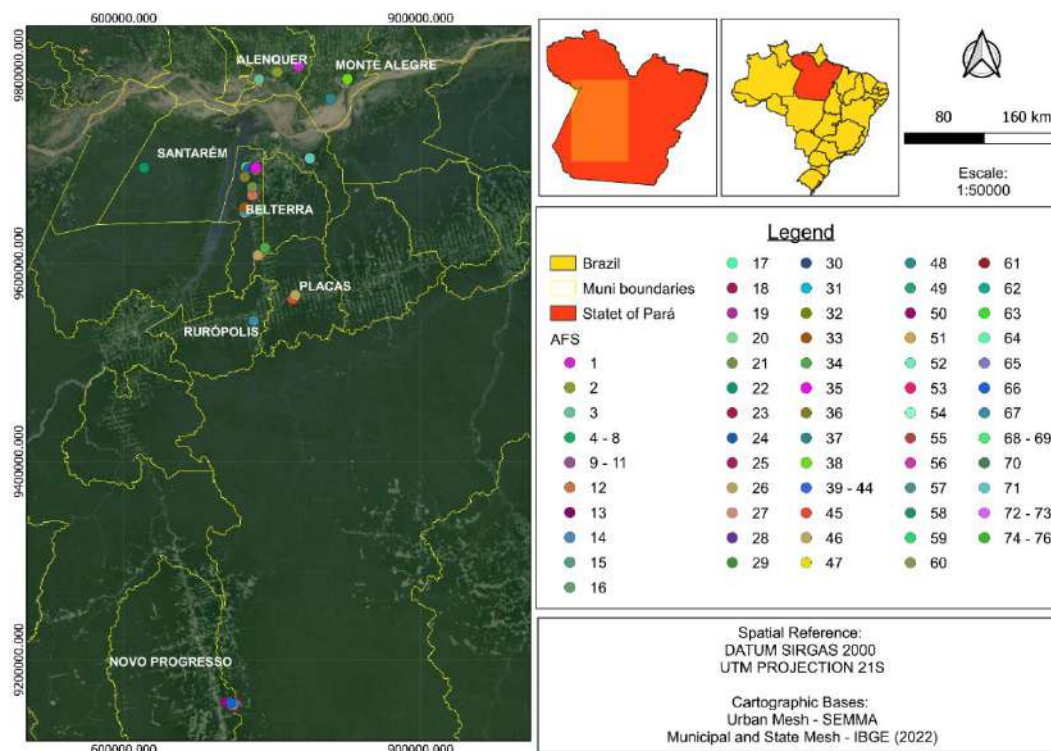


Figura 1. Mapa de localização das áreas de estudo com sistemas agroflorestais comerciais em municípios do Estado do Pará, Brasil.

Para os municípios de Belterra, Mojuí dos Campos e Santarém, a temperatura média anual varia entre 25°C e 27°C, com temperatura máxima média de 31°C. A umidade relativa do ar é, em média, 86%, e a precipitação pluvial média anual é de 1.920 mm, oscilando mensalmente entre 170 mm e 60 mm (Alvares *et al.*, 2013; INMET, 2024). Essas características se enquadram no padrão climático do subtipo Am3, segundo Köppen (Martorano *et al.*, 2021; Martorano; Nechet; Pereira, 1993). Nessa região, predomina a vegetação do tipo Floresta Ombrófila Densa. Os solos predominantes são classificados como Latossolo Amarelo (Rodrigues *et al.*, 2001). Na região de Alenquer, a precipitação anual varia de 1.900 a 2.200 mm, com clima também classificado como Am segundo Köppen, temperaturas médias anuais entre 25°C e 27°C e altitudes entre 81 e 316 metros (Alvares *et al.*, 2013).

O município de Monte Alegre apresenta clima tropical úmido ou equatorial, classificado, com base em dados de temperatura e precipitação, como Af e C2wa'a', com precipitação média anual de 1.703 mm e temperatura média anual de 26,8°C (De Jesus *et al.*, 2018). Em Novo Progresso, o clima é classificado como tropical, tipo "Am". As principais atividades econômicas do município incluem a pecuária, a agricultura, o extrativismo mineral e o extrativismo vegetal (Do Rosário *et al.*, 2021).

A pesquisa ocorreu em propriedades de agricultores familiares e assentados, com exceção de quatro amostras que foram realizadas em área de pesquisa na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), em Santarém, que, por sua vez, agrega experimentos silviculturais e agroflorestais (Pauletto *et al.*, 2022).

Para esta inferência, foram selecionados SAFs na modalidade silviagrícola na modalidade multiestratificado ou comerciais, pois, durante as atividades que resultaram no banco de dados deste estudo, identificaram-se amostras incipientes de outras modalidades de SAFs, como silvipastoril, agrossilvipastoril, *Alley cropping*, pousio melhorado e *Taungya*, o que justifica essa escolha. Optou-se por essa modalidade por ser o modelo que recebe maior ênfase na literatura científica publicada (Júnior *et al.*, 2009).

As visitas técnicas para a quali-quantificação foram realizadas no período de 2014 a 2022, e as informações coletadas referem-se à composição florística e o tempo de implantação do SAF. Para a identificação das espécies, contou-se com a participação do proprietário/a e a presença de um Parabolânico da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA). Não houve o acompanhamento da dinâmica de introdução ou exclusão de espécies nos plantios e, desta forma, os resultados apresentados referem-se às espécies identificadas no momento das visitas. Para alguns locais, houve detalhamento de variáveis de crescimento e/ou produção em função da disponibilidade logística para realização da coleta.

As escolhas amostrais consideraram as condições de acesso, a disponibilidade de recursos para incursões e as concordâncias dos produtores. A amostragem foi realizada com o consentimento dos proprietários/as, sendo as coletas de informações realizadas de forma colaborativa com os entrevistados, por meio de observação em turnê guiada (Bernard, 2017). A pesquisa foi registrada junto ao Conselho de Gestão do Patrimônio Genético e ao Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional, sob o cadastro de acesso N° AB5340B, que compôs projeto de pesquisa registrado na Universidade Federal do Oeste do Pará.

#### *Análises realizadas*

Para a análise dos dados, optou-se pela contagem simples das ocorrências de cada espécie em cada área, a fim de inferir sobre a frequência das espécies cultivadas, apresentada em porcentagem. Essa análise teve como objetivo estabelecer um ordenamento de importância na escolha dos cultivos inseridos nesses sistemas. Para criar uma representação visual da frequência, foi empregada a expressão gráfica "nuvem de palavras", utilizando-se o site <https://www.wordclouds.com/>. Esta

ferramenta tem sido utilizada na análise de dados (Vilela; Ribeiro; Batista, 2020), pois sua aplicação permite maximizar possibilidades pedagógicas (De Souza Prais; Da Rosa, 2017).

Foi realizada a Análise de Correspondência (AC) simples, estabelecendo a relação entre todas as idades do plantio (variável numérica) e todas as espécies cultivadas (variável categórica), baseada na construção de uma tabela de contingência de dupla entrada que contabiliza a frequência das espécies nas linhas. A AC é uma análise de ordenação que permite identificar padrões de associação entre categorias, baseada na hipótese de independência entre as variáveis, e representar esta relação em um gráfico. Ao aplicar a AC, os autovalores correspondentes a cada eixo são indicativos da correlação entre as pontuações de linha e coluna, bem como da variação explicada por cada eixo (Van Dam *et al.*, 2021).

Para a avaliação da independência entre variáveis categóricas e para testar diferenças em distribuições de frequências, foi utilizado o teste qui-quadrado, baseado em tabela de contingência, devido à presença de variáveis categóricas. Para a comparação de médias, foi utilizado o teste de Duncan ao nível de significância alfa de 0,05 de erro. Devido ao número diferente de observações nos municípios, a média das observações foi calculada utilizando a média harmônica. A análise de dados foi baseada na análise das amostras, pois não há variância (repetições) nos sistemas estudados.

Para a caracterização dos SAFs quanto às variáveis idade de plantio e categorias de espécies, ordenadas por categoria que mescla ciclo de vida e uso, foi realizada Análise de Componentes Principais (PCA), com a construção do gráfico Biplot. As análises foram baseadas na dissimilaridade de Bray-Curtis. Para a avaliação da riqueza de espécies nos sistemas analisados, foi construída uma matriz de similaridade de Jaccard. Todas as análises estatísticas apresentadas neste manuscrito foram realizadas com o auxílio do programa SAS (SAS Institute INC, 1995).

## **Resultados**

Os resultados indicaram ampla variação no número de espécies que compõem os SAFs. Entre os 75 sistemas identificados, foram registradas 72 espécies pertencentes a 36 famílias botânicas (Tabela 1). Dentre essas famílias, destacam-se Fabaceae, Arecaceae e Meliaceae, com 9, 7 e 5 espécies, respectivamente, representando 29% do total de espécies encontradas nos sistemas analisados. Da mesma forma, 21 famílias botânicas, que possuem apenas uma espécie registrada, também correspondem a 29% (21 espécies). As demais 12 famílias apresentam entre 2 e 4 espécies inseridas nos SAFs estudados.

Tabela 1. Características gerais e frequência absoluta de espécies vegetais em sistemas agroflorestais mapeados em oito municípios da Amazônia Oriental.

N	Sigla	Nome vernacular	Nome científico	Família	FA %	Hábito de crescimento	Origem	Finalidade principal
1	Cum	Cumarú	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Forsyth f.	Fabaceae	77,3	árvore	Nativa	florestal
2	Cau	Cacau	<i>Theobroma cacao</i> L.	Malvaceae	42,7	árvore	Nativa	alimentar
3	Cup	Cupuaçu	<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd. ex Spreng.) K.Schum.	Malvaceae	33,3	árvore	Nativa	alimentar
4	Mgaf	Mogno africano	<i>Khaya grandifoliola</i> C.DC.	Meliaceae	29,3	árvore	Cultivada	florestal
5	Ban	Banana	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Musaceae	28,0	erva	Cultivada	alimentar
6	Mac	Macaxeira	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Euphorbiaceae	28,0	arbusto	Nativa	alimentar
7	Acai	Açaí	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Arecaceae	21,3	palmeira	Nativa	alimentar
8	Mar	Maracujá	<i>Passiflora edulis</i> Sims.	Passifloraceae	16,0	liana volúvel trepadeira	Nativa	alimentar
9	Pim	Pimenta do reino	<i>Piper nigrum</i> L.	Piperaceae	13,3	arbusto liana volúvel trepadeira	Cultivada	alimentar
10	And	Andiroba	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Meliaceae	12,0	árvore	Nativa	florestal
11	Ced	Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae	12,0	árvore	Nativa	florestal
12	Ipam	Ipê amarelo	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	Bignoniaceae	12,0	árvore	Nativa	florestal
13	Mogb	Mogno brasileiro	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	Meliaceae	10,7	árvore	Nativa	florestal
14	Nim	Neem	<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	Meliaceae	10,7	árvore	Cultivada	serviço
15	Paub	Pau de balsa	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	Malvaceae	10,7	árvore	Nativa	florestal
16	Pup	Pupunha	<i>Bactris acanthocarpa</i> Mart.	Arecaceae	10,7	palmeira	Nativa	alimentar
17	Tape	Taperebá	<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae	10,7	árvore	Nativa	alimentar
18	Cast	Castanha da Amazônia	<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	Lecythidaceae	9,3	árvore	Nativa	alimentar
19	Ing	Ingá	<i>Inga</i> spp	Fabaceae	8,0	árvore	Nativa	alimentar
20	Tec	Teca	<i>Tectona grandis</i> L.f.	Lamiaceae	8,0	árvore	Cultivada	florestal
21	Cop	Copaiba	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Fabaceae	6,7	árvore	Nativa	florestal
22	Abac	Abacate	<i>Persea americana</i> Mill.	Lauraceae	5,3	árvore	Naturalizada	alimentar

N	Sigla	Nome vernacular	Nome científico	Família	FA %	Hábito de crescimento	Origem	Finalidade principal
23	Grav	Graviola	<i>Annona muricata</i> L.	Annonaceae	5,3	arbusto arvore	Nativa	alimentar
24	Jar	Jarana	<i>Lecythis lurida</i> (Miers) S.A.Mori	Lecythidaceae	5,3	árvore	Nativa	florestal
25	Lim	Limão	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	Rutaceae	5,3	arbusto/arvore	Cultivada	alimentar
26	Mil	Milho	<i>Zea mays</i> L.	Poaceae	5,3	erva	Cultivada	alimentar
27	Piqa	Piquiá	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	Caryocaraceae	5,3	arbusto arvore subarbusto	Nativa	alimentar
28	Abax	Abacaxi	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merrill.	Bromeliaceae	4,0	erva	Nativa	alimentar
29	Acer	Acerola	<i>Malpighia emarginata</i> DC.	Malpighiaceae	4,0	árvore	Cultivada	alimentar
30	Coc	Cocô	<i>Cocos nucifera</i> L.	Arecaceae	4,0	palmeira	Naturalizada	alimentar
31	Gli	Gliricidia	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	Fabaceae	4,0	árvore	Naturalizada	serviço
32	Goi	Goiaba	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	4,0	árvore	Naturalizada	alimentar
33	Lar	Laranja	<i>Citrus aurantium</i> L.	Rutaceae	4,0	árvore	Cultivada	alimentar
34	Mam	Mamão	<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae	4,0	arbusto árvore	Naturalizada	alimentar
35	Mur	Muruci	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth.	Malpighiaceae	4,0	árvore	Nativa	alimentar
36	Sum	Sumaúma	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Malvaceae	4,0	árvore	Nativa	florestal
37	Bab	Babaçu	<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.	Arecaceae	2,7	palmeira	Nativa	alimentar
38	Bir	Biribá	<i>Annona mucosa</i> Jacq.	Annonaceae	2,7	árvore	Nativa	alimentar
39	Caf	Café	<i>Coffea arabica</i> L.	Rubiaceae	2,7	arbusto	Naturalizada	alimentar
40	Caj	Caju	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae	2,7	árvore	Nativa	alimentar
41	bem	Embaúba	<i>Cecropia ficifolia</i> Warb. ex Sneathl.	Urticaceae	2,7	árvore	Nativa	serviço
42	Feg	Feijão Guandu	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Huth	Fabaceae	2,7	arbusto	Naturalizada	serviço
43	Jat	Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Fabaceae	2,7	árvore	Nativa	florestal
44	Mang	Manga	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	2,7	árvore	Cultivada	alimentar
45	Max	Maxixe	<i>Cucumis anguria</i> L.	Cucurbitaceae	2,7	liana volúvel trepadeira	Nativa	alimentar
46	Mor	Moringa	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Moringaceae	2,7	arbusto arvore	Cultivada	serviço
47	Paj	Pajurá	<i>Couepia bracteosa</i> Benth.	Chrysobalanaceae	2,7	árvore	Nativa	alimentar
48	Papa	Pará-Pará	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don	Bignoniaceae	2,7	árvore	Nativa	florestal

N	Sigla	Nome vernacular	Nome científico	Família	FA %	Hábito de crescimento	Origem	Finalidade principal
49	Pari	Paricá	<i>Schizolobium amazonicum</i> Huber ex Ducke	Fabaceae	2,7	árvore	Nativa	florestal
50	Pat	Patauá	<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	Arecaceae	2,7	palmeira	Nativa	alimentar
51	Tan	Tangerina	<i>Citrus reticulata</i> Blanco.	Rutaceae	2,7	árvore	Cultivada	alimentar
52	Uru	Urucum	<i>Bixa orellana</i> L.	Bixaceae	2,7	arbusto árvore	Nativa	alimentar
53	Abo	Abóbora	<i>Cucurbita</i> sp	Cucurbitaceae	1,3	erva liana volúvel trepadeira	Cultivada	alimentar
54	Amar	Amarelão	<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook.f.	Opiliaceae	1,3	árvore	Nativa	florestal
55	Am	Amora	<i>Morus alba</i> L.	Moraceae	1,3	arbusto	Cultivada	alimentar
56	Bac	Bacaba	<i>Oenocarpus bacaba</i> Mart.	Arecaceae	1,3	palmeira	Nativa	alimentar
57	Bad	Batata doce	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	Convolvulaceae	1,3	erva liana volúvel trepadeira	Naturalizada	alimentar
58	Caja	Cajarana	<i>Spondias dulcis</i> Parkinson.	Anacardiaceae	1,3	árvore	Cultivada	alimentar
59	Crx	Cará roxo	<i>Dioscorea trifida</i> L.f.	Dioscoreaceae	1,3	liana volúvel trepadeira	Nativa	alimentar
60	Fecp	Feijão Cauipi	<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	Fabaceae	1,3	liana volúvel trepadeira	Cultivada	alimentar
61	Gen	Gengibre	<i>Zingiber officinale</i> Roscoe.	Zingiberaceae	1,3	erva	Cultivada	alimentar
62	Gom	Gombeira	<i>Swartzia laurifolia</i> Benth.	Fabaceae	1,3	árvore	Nativa	florestal
63	Gua	Guaraná	<i>Paullinia clavigera</i> Schltdl.	Sapindaceae	1,3	liana volúvel trepadeira	Nativa	alimentar
64	Inh	Inhame	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	Araceae	1,3	erva	Cultivada	alimentar
65	Jab	Jabuticaba	<i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel	Myrtaceae	1,3	arvore/arbusto	Nativa	alimentar
66	Jeq	Jequitibá Rosa	<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	Lecythidaceae	1,3	árvore	Nativa	florestal
67	Ram	Rambutã	<i>Nephelium lappaceum</i> L.	Sapindaceae	1,3	árvore	Naturalizada	alimentar
68	Rom	Romã	<i>Punica granatum</i> L.	Lythraceae	1,3	árvore	Cultivada	alimentar
69	Ser	Seringueira	<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg.	Euphorbiaceae	1,3	árvore	Nativa	florestal





O cumaru se destacou como a espécie mais cultivada, com 58 ocorrências, correspondendo a 77,3% dos SAFs avaliados (Tabela 1). Na sequência, apresentando as demais espécies com maior ocorrência nos SAFs e a porcentagem correspondente, tem-se o cacau (32 espécies - 42,7%), cupuaçu (25 – 33,3%), mogno africano (22 – 29,3%), mandioca e banana (21 – 28,0% cada), açaí (16 – 21,3%), maracujá (12 – 16,0%) e pimenta-do-reino (10 – 13,3%).

O agrupamento por *cluster* permitiu visualizar a formação de grupos e identificar relações de similaridade entre as diferentes espécies (Figura 3), por meio de análise de agrupamento hierárquico, onde as espécies estão representadas por siglas no eixo vertical e as esferas indicam os pontos de análise para agrupamento. O eixo horizontal mostra a distância média entre os *clusters*, indicando quão semelhantes ou diferentes são as espécies baseadas na variável frequência das espécies. Com base no corte horizontal aos 25%, foram formados três grupos de espécies (*clusters*), que são distintos entre si.

O primeiro grupo, formado somente pelo cumaru, em função de sua elevada ocorrência, confirma seu destaque e dissimilaridade das demais por ser a espécie com maior frequência nos sistemas. No segundo grupo, e, portanto, com alta similaridade entre si, estão representadas as espécies mogno africano, macaxeira, banana, cupuaçu, maracujá e cacau, com frequência na faixa de 16 a 42% (Tabela 1) dos SAFs. Todas as demais espécies com frequência inferior a esta porcentagem foram dispostas no terceiro grupo, de acordo com o nível de análise adotado.

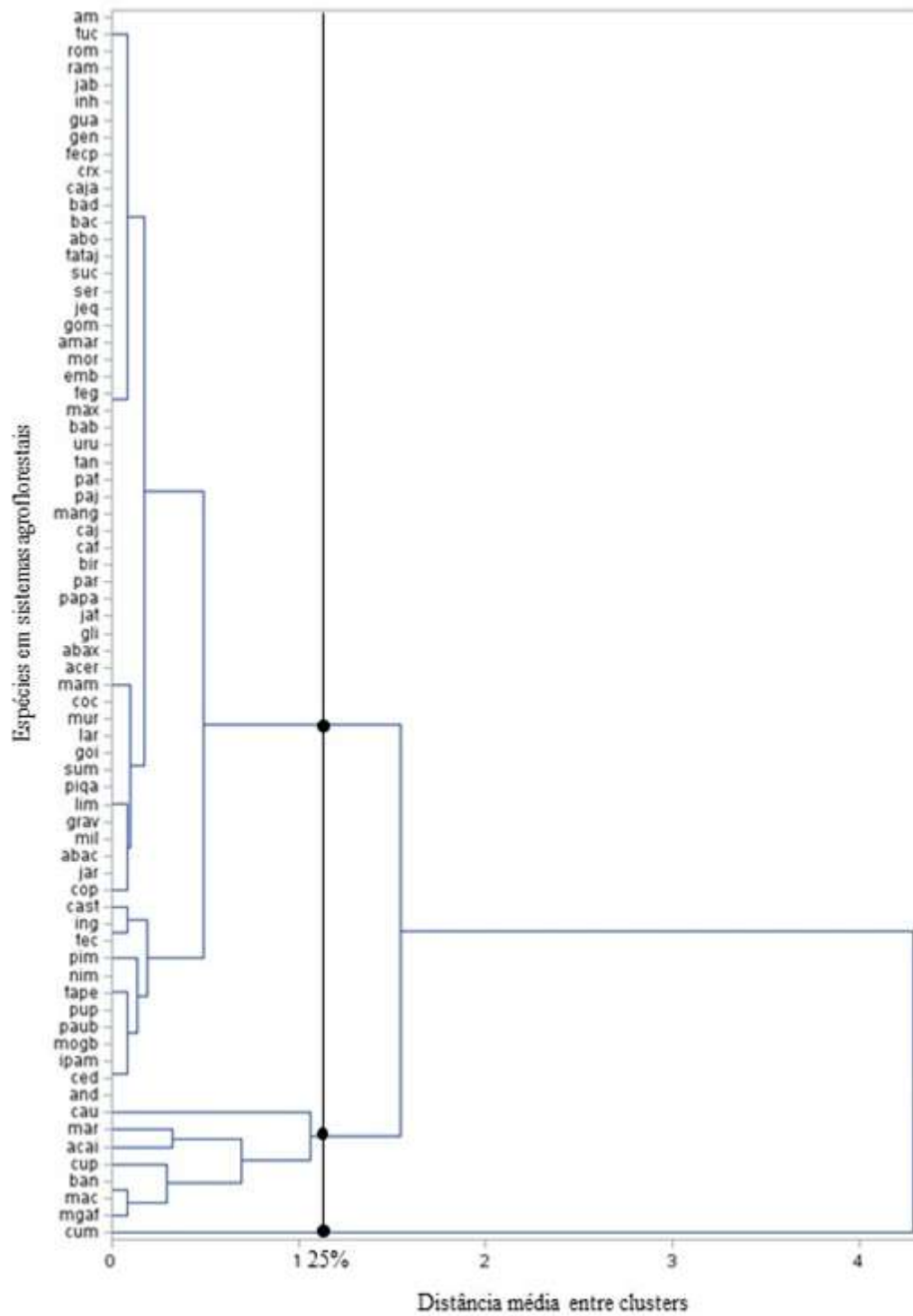


Figura 3. Dendrograma da análise de *cluster* em função da similaridade de Jaccard e baseado na variável frequência das espécies nos sistemas agroflorestais avaliados na Amazônia Oriental.

### *Características gerais dos SAFs*

A tabela 2 apresenta um resumo dos SAFs estudados, incluindo o município, idade do plantio, ano de implantação, total de espécies, nomes populares das espécies e a fonte de fomento ou financiamento. A distribuição das espécies florestais nos arranjos avaliados revelou que 60% (45 SAFs) compreendem entre 1 e 3 espécies em sua composição, enquanto 8% consistem em apenas uma espécie florestal (8 SAFs), e os restantes 32% englobam mais de 3 espécies.

Tabela 2. Idade e ano de plantio, total de espécies, nome popular das espécies, fonte de fomento ou financiamento de sistemas agroflorestais em municípios no Pará, Amazônia Oriental.

SAF	Município	Idade Plantio	Ano plantio	Total espécies	Nome popular das espécies	Fomento ou Financiamento
1	Alenquer	6	2013	2	cumaru, abacaxi	Recursos próprios
2	Alenquer	8	2011	2	cumaru, limão	Recursos próprios
3	Alenquer	50	1969	4	castanha da Amazônia, cacau, café, pupunha	Recursos próprios
4	Belterra	6	2013	8	cumaru, gliricídia, banana, cupuaçu, graviola, açaí, pimenta-do-reino, castanha da Amazônia	BASA
5	Belterra	11	2008	9	Pará-Pará, andiroba, moringa, gliricídia, amora, cajarana, pimenta-do-reino, taperebá, cupuaçu	Prosaf
6	Belterra	5	2014	3	cumaru, pimenta-do-reino, açaí	Prosaf
7	Belterra	2	2020	2	cumaru, cacau	Prosaf
8	Belterra	2	2020	4	cumaru, mandioca, maracujá, cacau	Prosaf
9	Belterra	3	2018	21	cumaru, gomebeira, sumaúma, taperebá, pequiá, caju, goiaba, romã, patauí, laranja, pupunha, rambutã, abacate, cupuaçu, banana, jabuticaba, mamão, maxixe, açaí, coco, abacaxi	Prosaf
10	Belterra	10	2011	19	andiroba, jarana sucúba, amarelão, cumaru, ipê amarelo, bem, açaí, cupuaçu, banana, tangerina, coco, muruci, abacate, bacaba, taperebá, piquiá, biribá, castanha da Amazônia	Prosaf
11	Belterra	2	2019	14	cumaru, biribá, patauí, cacau, banana, abóbora, abacate, maxixe, coco, açaí, babaçu, pimenta-do-reino, mandioca, castanha da Amazônia	Prosaf
12	Belterra	2	2020	4	cumaru, maracujá, cupuaçu, mandioca	Prosaf
13	Belterra	2	2020	4	cumaru, maracujá, cupuaçu, mandioca	Prosaf
14	Belterra	2	2020	3	cumaru, cacau, mandioca	Prosaf
15	Belterra	2	2020	4	mandioca, cupuaçu, cacau, abacaxi,	Prosaf
16	Belterra	2	2020	4	cumaru, mogno africano, mandioca, cacau	Prosaf
17	Belterra	3	2019	3	cumaru, açaí, cacau	Prosaf
18	Belterra	3	2019	3	cumaru, banana, cacau	Prosaf

SAF	Município	Idade Plantio	Ano plantio	Total espécies	Nome popular das espécies	Fomento ou Financiamento
19	Belterra	3	2019	3	cumaru, pimenta-do-reino, cacau	Prosaf
20	Belterra	2	2020	3	cumaru, maracujá, cacau	Prosaf
21	Belterra	1	2020	12	cumaru, andiroba, ipê amarelo, cedro, sumaúma, jarana, nim, pimenta-do-reino, maracujá, piquiá, taperebá, pajurá	Prosaf
22	Belterra	2	2020	4	cumaru, mogno africano, mandioca, cacau	Prosaf
23	Belterra	2	2020	4	cumaru, mandioca, maracujá cacau	Prosaf
24	Belterra	2	2020	5	cacau, açaí, murici, acerola, banana	Prosaf
25	Belterra	2	2020	4	cumaru, mandioca, maracujá cacau	Prosaf
26	Belterra	13	2003	3	feijão guandu, taperebá, pimenta-do-reino	Prosaf
27	Belterra	2	2020	3	cumaru, mandioca, cacau	Prosaf
28	Belterra	2	2020	6	cumaru, cupuaçu, caju, mandioca, pupunha, limão	Prosaf
29	Belterra	2	2020	4	cumaru, maracujá, cupuaçu, mandioca	Prosaf
30	Belterra	2	2020	4	cumaru, maracujá, cupuaçu, mandioca	Prosaf
31	Belterra	4	2018	5	cumaru, banana, mandioca, piquiá, cacau	Prosaf
32	Belterra	2	2020	4	cumaru, maracujá, cupuaçu, mandioca	Prosaf
33	Belterra	2	2020	3	cumaru, maracujá, cacau	Prosaf
34	Belterra	11	2005	8	cumaru, andiroba, moringa, açaí, pimenta-do-reino, abacate, mandioca, urucum	Recursos próprios
35	Belterra	2	2020	4	cumaru, mandioca, maracujá cacau	
36	Mojuí Campos	9	2010	2	cumaru, laranja	Recursos próprios
37	Monte Alegre	1	2018	4	cumaru, graviola, mandioca, pupunha	Recursos próprios
38	Monte Alegre	10	2007	11	cumaru, teca, nim, banana, limão, mamão, cupuaçu, acerola, graviola, pupunha, cacau	Recursos próprios
39	Monte Alegre	16	2001	4	mogno africano, mogno brasileiro, teca, café	Recursos próprios
40	Monte Alegre	9	2008	4	Seringueira, teca, mogno brasileiro, cupuaçu	Recursos próprios
41	Monte Alegre	12	2005	5	teca, mogno africano, laranja, pupunha, uru	Recursos próprios
42	Monte Alegre	13	2004	6	mogno africano, mogno brasileiro, teca, cumaru, mangueira, pupunha	Recursos próprios
43	Monte Alegre	10	2007	4	mogno africano, cumaru, bacaba, pupunha	Recursos próprios
44	Monte Alegre	13	2004	4	teca, graviola, limão, tangerina	Recursos próprios
45	Placas	5	2012	4	cumaru, mogno brasileiro, ipê amarelo, guaraná	Recursos próprios
46	Placas	45	1974	4	tatajuba, cacau, banana, taperebá	Recursos próprios
47	N. Progresso	1	2017	3	cumaru, banana, cupuaçu	Horizonte verde
48	N. Progresso	1	2017	2	cumaru, banana	Horizonte verde
49	N. Progresso	1	2014	8	pau-de-balsa, cumaru, mogno africano, nim, milho, banana, açaí, cacau	Horizonte verde

SAF	Município	Idade Plantio	Ano plantio	Total espécies	Nome popular das espécies	Fomento ou Financiamento
50	N. Progresso	1	2014	6	mogno africano, cumaru, banana, açaí, cacau, cupuaçu	Horizonte verde
51	N. Progresso	1	2014	4	cumaru, pau-de-balsa, mogno africano, ingá	Horizonte verde
52	N. Progresso	1	2014	4	andiroba, mogno africano, banana, cupuaçu	Horizonte verde
53	N. Progresso	1	2014	7	cumaru, cedro, ipê amarelo, jat, mogno africano, cacau, cupuaçu	Horizonte verde
54	N. Progresso	1	2014	8	cumaru, pau-de-balsa, cedro, mogno africano, ipê amarelo, banana, açaí, ingá	Horizonte verde
55	N. Progresso	1	2014	8	cumaru, pau-de-balsa, cedro, copaíba, mogno africano, nim, cupuaçu, castanha da Amazônia	Horizonte verde
56	N. Progresso	1	2014	4	cumaru, mogno africano, pau-de-balsa, ingá	Horizonte verde
57	N. Progresso	1	2014	6	cumaru, cedro, mogno africano, banana, cupuaçu, castanha da Amazônia	Horizonte verde
58	N. Progresso	1	2014	8	cumaru, pau-de-balsa, cedro, mogno africano, ipê amarelo, jatobá, nim, milho	Horizonte verde
59	N. Progresso	1	2014	6	cumaru, cedro, mogno africano, nim, açaí, castanha da Amazônia	Horizonte verde
60	N. Progresso	1	2014	6	cumaru, cedro, copaíba, mogno africano, cupuaçu, cacau	Horizonte verde
61	N. Progresso	1	2014	4	andiroba, cumaru, mogno africano, milho	Horizonte verde
62	N. Progresso	1	2014	3	cumaru, açaí, cupuaçu	Horizonte verde
63	N. Progresso	1	2014	3	cumaru, banana, cacau	Horizonte verde
64	N. Progresso	1	2014	6	cumaru, pau-de-balsa, mogno africano, copaíba, nim, mil	Horizonte verde
65	N. Progresso	1	2014	4	cumaru, banana, açaí, cupuaçu	Horizonte verde
66	N. Progresso	1	2014	10	cumaru, pau-de-balsa, cedro, copaíba, mogno africano, ipê amarelo, nim, açaí, cacau, cupuaçu	Horizonte verde
67	Rurópolis	15	2004	3	mogno brasileiro, cacau, taperebá	Recursos próprios
68	Rurópolis	3	2016	7	andiroba, copaíba, mogno brasileiro, jequitibá rosa, banana, cacau, açaí	Recursos próprios e IPAM
69	Rurópolis	13	2006	3	cacau, banana, feijão caupi	Recursos próprios
70	Santarém	5	2016	11	cumaru, sumaúma, jarana, andiroba, bem, pimenta-do-reino, mandioca, manga, mamão, cupuaçu, goiaba	Recursos próprios
71	Santarém	3	2018	6	cumaru, jarana, pimenta-do-reino, mandioca, tucumã, cacau	Recursos próprios
72	Santarém	2	2021	8	cumaru, feijão guandu, inhame, batata doce, cará-roxo, gengibre, acerola, banana	Pesquisa e ensino
73	Santarém	6	2017	3	gliricídia, ingá, cupuaçu	Pesquisa e ensino
74	Santarém	6	2016	8	ipê amarelo, mogno brasileiro, paricá, taperebá, ingá, muruci, goiaba, pajurá	Pesquisa e ensino
75	Santarém	7	2016	8	ipê amarelo, mogno brasileiro, paricá, andiroba, pará-pará, mogno africano, cacau, ingá	Pesquisa e ensino

Para alguns SAFs, há maior detalhamento em função de monitoramentos anteriores realizados com finalidade de pesquisa acadêmica, que são descritos a seguir. O SAF n. 26 foi criado aproveitando-se de uma área de regeneração natural de taperebá, que serve como tutor vivo para a fixação da pimenta-do-reino, implantada no ano de 2007. Neste SAF, não é praticado o manejo silvicultural pelo produtor.

No SAF 34, a adubação é realizada por meio de compostagem inserida nas covas previamente ao plantio das espécies. Durante o estabelecimento do sistema, são executados o manejo e os tratamentos silviculturais, incluindo a poda da moringa, cuja biomassa é utilizada como cobertura e fonte de nutrientes para o solo. Ademais, aplica-se compostagem orgânica nos cultivos, o que caracteriza o sistema como de base orgânica, uma vez que não há utilização de insumos sintéticos. No SAF 4, foram conduzidas pesquisas direcionadas à análise financeira, ciclagem e dinâmica sazonal de nutrientes, bem como à avaliação de atributos físicos, nutricionais e de textura do solo, conforme descrito em outras publicações (Costa; Pauletto, 2021; Pimentel *et al.*, 2021b).

Para os SAFs 1, 2, 4 e 36, com ênfase no cultivo de cumaru, houve monitoramento do crescimento, fenologia e produção de frutos, além da estimativa de sequestro e acumulação de carbono (Capucho *et al.*, 2021; Da Silva *et al.*, 2018a, 2020; De Matos Rebêlo *et al.*, 2022; De Sousa Lopes *et al.*, 2023). Na fazenda experimental da UFOPA, onde foram implantados os SAFs 72 a 75, houve monitoramento de variáveis de crescimento das espécies perenes, assim como de custos de implantação, biomassa, decomposição de serapilheira e, o rendimento de cultivos agrícolas em consórcio (Carvalho *et al.*, 2021; De Almeida Pereira *et al.*, 2021; De Freitas; Pauletto; De Sousa, 2020; De Sousa *et al.*, 2020; Pauletto *et al.*, 2022, 2018).

Nos sistemas do PDS Terra Nossa pesquisas envolveram análise de viabilidade financeira dos SAFs implantados, além de modo de produção e perfil socioeconômico dos agricultores envolvidos na implantação dos sistemas (Da Silva *et al.*, 2018b; Do Nascimento *et al.*, 2019). Para os SAFs localizados em Monte Alegre (SAFs 38 a 44), houve coleta de dados sobre composição florística e variáveis dendrométricas para avaliação da diversidade e estrutura horizontal, além de atributos do solo como umidade e densidade (Carmona *et al.*, 2018; Da Fonseca *et al.*, 2018; De Oliveira Figueira *et al.*, 2017).

Em função dos dados coletados nos 75 SAFs, identificou-se que, para a andiroba, cultivada com fins de produção de frutos para extração de óleo, o espaçamento entre plantas varia de 7 a 9 metros. Para as espécies castanha-da-Amazônia, cedro, copaíba, paricá, mogno-africano, pau-de-

balsa, jatobá e ipê-amarelo, observou-se a adoção predominante de espaçamentos entre 9 e 10 metros nos sistemas avaliados e para teca, as plantas foram espaçadas 7 metros de distância entre si.

Nota-se que o fomento à implantação de SAFs se mostrou uma importante estratégia para o cultivo. Neste mapeamento, destacaram-se o Programa Prosaf, atuante no município de Belterra, e o Projeto Horizonte Verde em Novo Progresso (Tabela 2), como principais impulsionadores.

O Projeto Prosaf possui ampla atuação no estado, com ações de fomento coordenadas pelo Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará (Ideflor-Bio), voltadas à promoção de SAFs como estratégia de recuperação ambiental. O programa disponibiliza insumos agrícolas, mudas, assistência técnica e capacitações, incentivando a implantação de SAF em pequenas propriedades rurais por meio da doação de insumos e parcerias locais para produção de mudas, mecanização e suporte técnico. Essa iniciativa tem como objetivo a recomposição florestal produtiva de áreas alteradas, por meio do plantio de SAFs. Já o Projeto Horizonte Verde foi executado pelo Instituto Flora Nativa, com financiamento da Petrobras Ambiental, atuando junto a agricultores familiares no assentamento Terra Nossa, no período de 2014 a 2019.

Algumas peculiaridades foram identificadas nos arranjos produtivos, como no caso do SAF 68, localizado no município de Rurópolis, onde foi implantado um sistema adaptado da modalidade silvi-bananeiro. Para tal, realizou-se a derruba seletiva do sub-bosque, seguida da decomposição dos resíduos vegetais, procedimento efetuado seis meses antes do plantio das culturas frutíferas (banana, cacau e açaí). Esse sistema foi concebido sob influência do Projeto Roça sem Fogo, desenvolvido pelo Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM).

O SAF 4, composto por oito espécies e conduzido por um agricultor familiar, destaca-se por ter sido implantado com financiamento de 1 hectare de cultivo pelo Banco da Amazônia, contando com apoio técnico da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Pará (Emater-Pará). Nessa área, realizou-se o preparo do solo com aplicação de fertilizante mineral e correção da acidez, sendo posteriormente instalado um sistema de irrigação e efetuadas aplicações regulares de insumos orgânicos (esterco) provenientes da própria propriedade.

#### *Homogeneidade dos sistemas agroflorestais*

A análise multivariada de *cluster* (Figura 4), utilizando princípios de similaridade de Jaccard e baseada nas variáveis de composição e idade dos SAFs, mostrou que, a um corte de 99% da distância máxima entre *clusters*, formam-se somente dois agrupamentos: o primeiro com os SAFs 61, 64 e 58, com cultivo anual de milho inserido no SAF; o um segundo grupo com todos os demais SAFs. Conforme a seleção proporcional de distância foi sendo realizada, outros grupos se destacaram. Ao

nível de 92%, por exemplo, destacam-se, entre os três grupos formados, um grupo formado por dois SAFs com presença de espécies leguminosas de serviço - adubadeiras (SAFs 73 e 26) e, um terceiro SAF com a maior idade de plantio (SAF 3).

Para uma discussão mais aprofundada neste trabalho, optou-se por analisar ao nível de 55% de distância, onde os sistemas foram condensados em 14 grupos (Figura 4). Nesta análise, destacam-se os dois grupos, na base da figura, que apresentam baixa diversidade de espécies (2 a 7 espécies – 16 SAFs). Posteriormente, forma-se um grupo diverso (18 SAFs), onde predominam SAFs com mais de 10 anos e com espécies florestais como teca, mogno brasileiro e mogno africano, onde inclusive foram alocados os plantios de Monte Alegre. Também formou-se um grupo com 6 SAFs apresentando idade de 2 anos e um grupo mais rico, com elevado número de espécies (8 a 19). Outro grupo destaca-se pela pouca idade do SAF (1 ano) e por ter de 6 a 9 espécies.



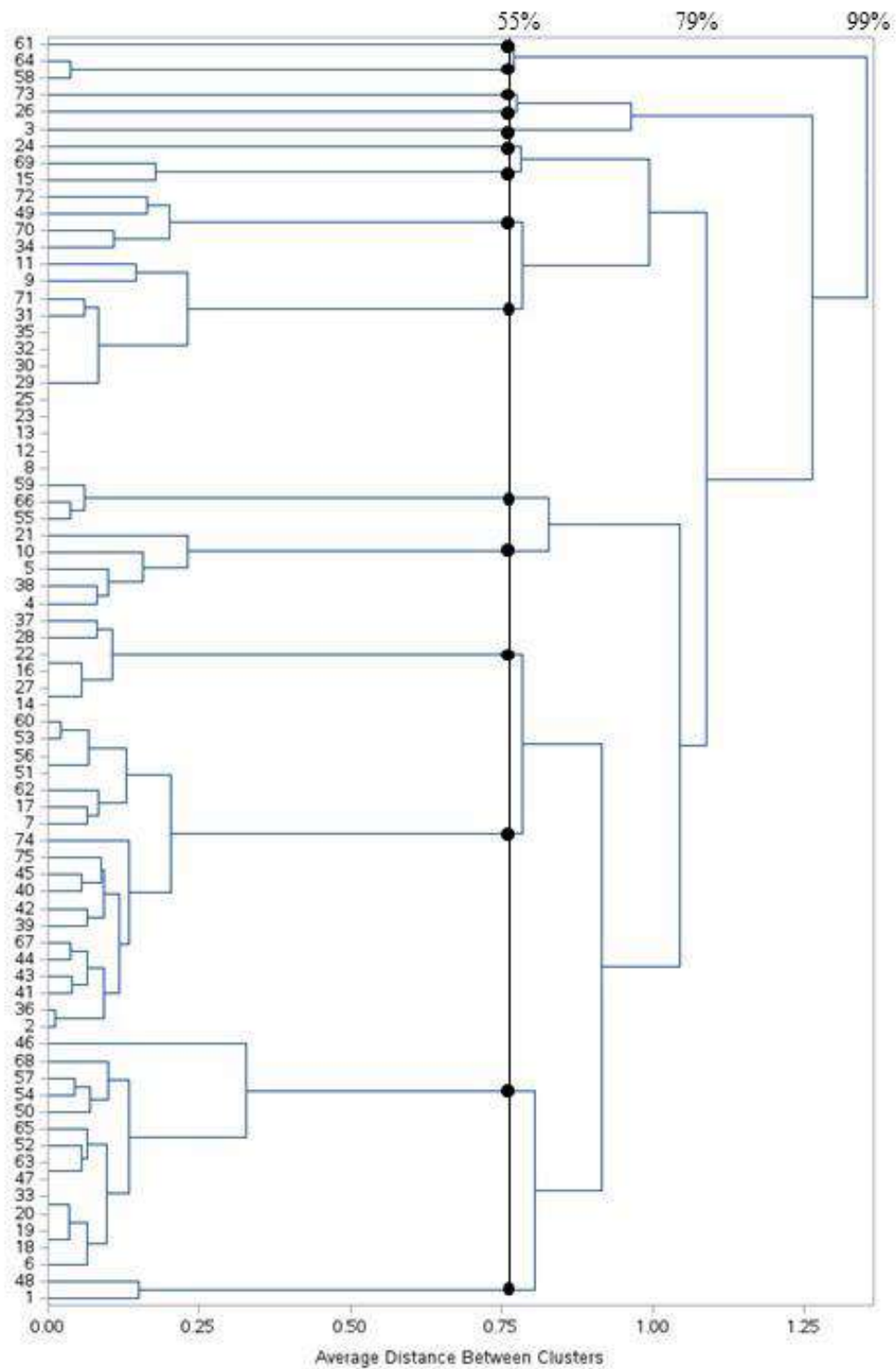


Figura 4. Dendrograma da análise multivariada de *cluster* em função similiaridade de Jaccard e baseada nas variáveis composição, localização e idade dos sistemas agroflorestais na Amazônia Oriental.

Quanto à idade de plantio nos oito municípios, a amplitude foi de 1 a 50 anos de implantação do sistema, correspondendo a implantações desde o ano de 1969 até 2021. A maior concentração do mapeamento mostrou 43 SAFs (57,3%) com idade de até 2 anos de cultivo. Destacam-se também 6 sistemas (8,0%) com três anos de idade e ainda 8 sistemas com 6 e 13 anos de idade.

Quanto aos municípios, destaca-se que houve diferenças significativas ( $p < 0,001$ ) quanto à idade de plantios, mostrando associação entre as variáveis e apresentando coeficiente de variação (CV) de 116,3%. Para esta variável, os municípios de Placas e Alenquer se diferenciaram dos demais municípios. Também houve diferença significativa para espécies florestais e municípios ( $p = 0,0115$ ), enquanto espécies de serviço ( $p = 0,6293$ ), espécies alimentares perenes ( $p = 0,7958$ ), semiperenes ( $p = 0,0810$ ) e de ciclo curto ( $p = 0,0574$ ) não mostraram diferença significativa entre os municípios. As médias e os desvios padrão das variáveis previamente descritas estão apresentados na Tabela 3, estratificados por município.

Tabela 3. Média e desvio padrão da distribuição das espécies cultivadas em sistemas agroflorestais por categoria e por município.

Município	Espécies cultivadas em sistemas agroflorestais								
	Florestal	Serviço		Alimentar perene		Alimentar semiperene		Alimentar ciclo curto	
	Média e desvio padrão	média	desvio padrão	média	desvio padrão	média	desvio padrão	média	desvio padrão
Alenquer	0,7 ± 0,6	0,0	0,0	1,7	2,1	0,3	0,6	0,0	0,0
Belterra	1,4 ± 1,3	0,2	0,5	2,5	3,1	0,9	0,7	0,7	0,7
Mojú dos Campos	1,0	0,0		1,0		0,0		0,0	
Monte Alegre	2,3 ± 1,0	0,1	0,4	2,5	1,6	0,3	0,7	0,1	0,4
Placas	2,0 ± 1,4	0,0	0,0	1,5	0,7	0,5	0,7	0,0	0,0
Novo Progresso	3,1 ± 1,7	0,3	0,5	1,5	0,9	0,5	0,5	0,2	0,4
Rurópolis	1,7 ± 2,1	0,0	0,0	1,7	0,6	0,7	0,6	0,3	0,6
Santarém	2,7 ± 2,2	0,5	0,5	2,5	1,4	0,7	0,8	1,0	1,5

Os municípios de Belterra (32 SAFs; 42,7%) e Novo Progresso (20 SAFs; 26,7%) apresentaram o maior número de sistemas agroflorestais estabelecidos (Tabela 4). Observou-se também que 65,3% dos SAFs amostrados (49 unidades) possuíam entre 1 e 3 anos de implantação, enquanto sistemas com mais de 12 anos de idade foram menos frequentes, totalizando apenas 9 arranjos.

Tabela 4. Distribuição de sistemas agroflorestais por idade de plantio e município na Amazônia Oriental.

Município	Idade de plantio																	Total	%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16	45	50		
Número de sistemas agroflorestais																			
Alenquer						1		1									1	3	4,0
Belterra	1	2	4	1	1	1				1	2		1					32	42,7
Mojú dos Campos									1									1	1,3
Monte Alegre	1								1	2		1	2		1			8	10,7
Placas					1											1		2	2,7
Novo Progresso	2																	2	26,7
Rurópolis			1										1	1				3	4,0
Santarém		1	1		1	2	1											6	8,0
Total	22	21	6	1	3	4	1	1	2	3	2	1	4	1	1	1	1	75	100,0
%	29,3	28,0	8,0	1,3	4,0	5,3	1,3	1,3	2,7	4,0	2,7	1,3	5,3	1,3	1,3	1,3	1,3	100,0	

#### *Frequência por categoria de funcionalidade*

Do total de 72 espécies mapeadas, predominam espécies com destinação alimentar (47 espécies – 65,3%), distribuídas em perenes (33 - 45,8%), semiperenes ou persistentes (5 - 6,9%) e de ciclo curto (9 - 12,5%). Além disso, 20 espécies (27,8%) têm destinação florestal, seja para produção de madeira ou de produtos florestais não madeireiros, como sementes e óleos. Também foram identificadas cinco espécies (6,9%) destinadas a serviços ou adubação verde. No que diz respeito à distribuição das espécies para destinação de produtos alimentares, observou-se que predominam SAFs com até 4 espécies (74,7%). Ademais, foram identificados, em menor frequência, arranjos com 4 a 8 espécies (20%) e aqueles com mais de 8 espécies, totalizando 5,3% da amostragem.

Quanto à distribuição das espécies por ciclo de vida e municípios, não houve diferença significativa para espécies florestais ( $p = 0,2240$ ), para espécies de serviços ( $p = 0,8424$ ), espécies alimentares perenes ( $p = 0,4311$ ), espécies alimentares semiperenes ( $p = 0,4746$ ) e espécies alimentares de ciclo curto ( $p = 0,1603$ ).

A maior parte das espécies florestais, alimentares perenes, semiperenes e de ciclo curto esteve concentrada nos SAFs com 1 a 3 anos, o que resultou na ausência estatística de associação significativa entre idade e grupo de espécies (valores de  $p = 0,0623$ ,  $0,0641$ ,  $0,7515$  e  $0,9547$ , respectivamente), de acordo com o teste qui-quadrado. Por outro lado, as espécies de serviços

mostraram diferenças significativas em relação aos anos de plantio ( $p = 0,0074$ ), estando dispersas em plantios com idades entre 5 e 50 anos.

A Figura 5 apresenta um gráfico de componentes principais que caracteriza os SAFs (75 observações) em relação à categoria mista de ciclo de vida das espécies e tipo de uso, considerando a idade de plantio (total de 6 variáveis). A proporção da variância total explicada pelas duas primeiras dimensões (componentes) corresponde a 46,2%. Isso reflete a heterogeneidade da amostragem, por não ser um experimento controlado, mas sim retratar a amplitude de escolhas por diferentes atores agroflorestais.

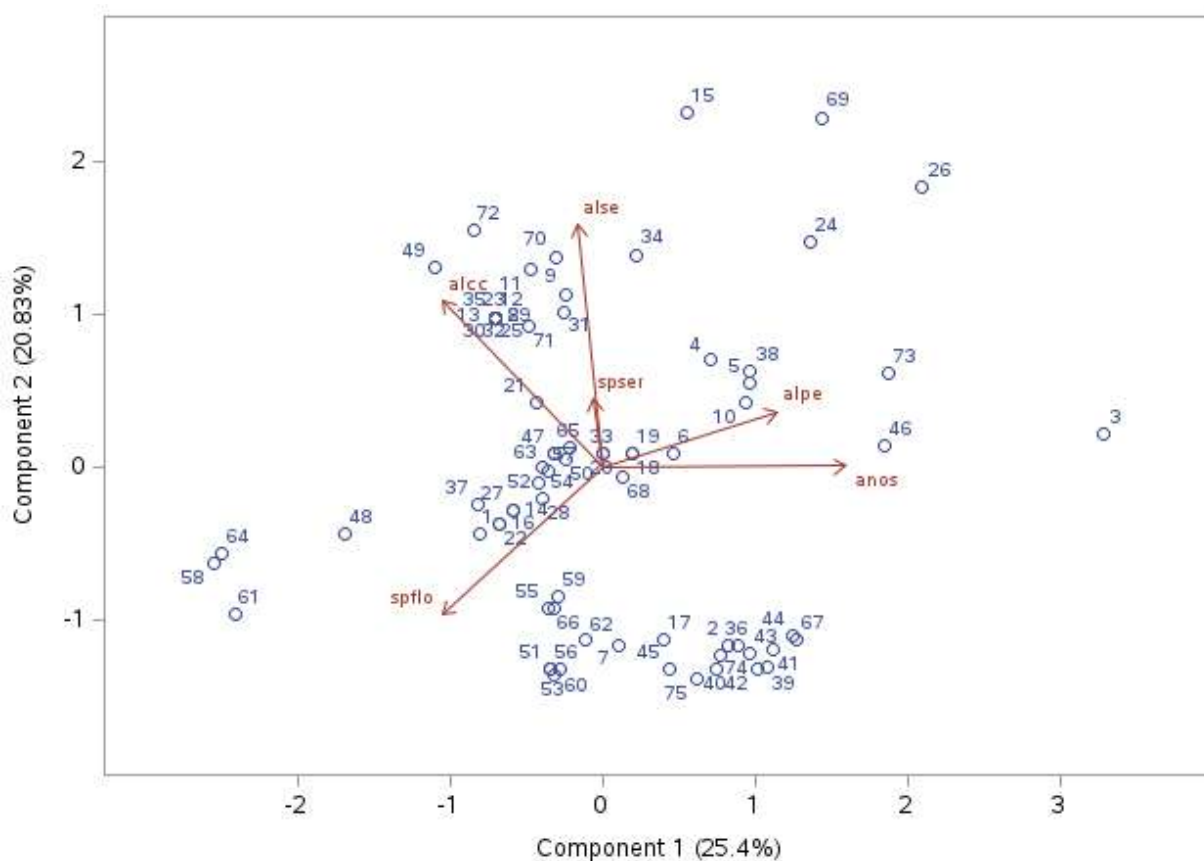


Figura 5. Análise dos Componentes Principais (Biplot) da caracterização de sistemas agroflorestais na Amazônia Oriental.

Legenda: Os vetores indicam as variáveis significativas de categorização das espécies por uso e ciclo de vida (spflo – espécies lenhosas florestais; spser – espécies de serviço/adubadeiras; alpe – espécies com destinação alimentar perene; alse - espécies com destinação alimentar semi-perene; alcc - espécies com destinação alimentar de ciclo curto) e a idade de plantios (anos- tempo de estabelecimento do SAF).

No primeiro quadrante (Figura 5), na parte superior à direita, estão os SAFs que têm altos valores (acima da média) de espécies alimentares perenes, indicados pela seta “alpe”, enquanto esses sistemas têm baixos valores de espécies florestais, pois o eixo “spflo” se encontra no quadrante diametralmente oposto. O mesmo raciocínio é aplicado para SAFs com alto número de espécies florestais, que por sua vez têm baixos valores de espécies alimentares perenes. Esta relação é confirmada pelo teste qui-quadrado, que evidenciou associação significativa ( $p = 0,0207$ ) entre estas variáveis. Evidentemente, este cenário é volátil, pois o cumaru, espécie mais frequente, ainda aparece apenas nos plantios com menos de 15 anos, o que poderá configurar novos resultados em futuras análises e talvez mostrar maior associação entre frutíferas e espécies florestais.

O componente 1 (25,4% de variação), que representa a dimensão principal, identifica espécies florestais (spflo) e alimentares perenes (alpe), assim como plantios com maior idade de implantação (Figura 5). Neste eixo estão dispostos os números dos SAFs que têm similaridade com as variáveis citadas, como, por exemplo, SAF 46 (45 anos de implantação) e SAF 3 (50 anos). Também se forma uma nuvem com diversos SAFs agrupados mais próximos a espécies florestais (spflo) em função da presença de espécies destinadas à produção madeireira em sua composição, como mogno brasileiro, teca e mogno africano.

O segundo componente (20,83% de variação) está relacionado a espécies alimentares de ciclo curto (alcc) e semiperenes (alse), que mostraram associação significativa entre si ( $p = 0,0243$ ), indicando (Figura 5), em linhas paralelas, que há uma correlação positiva entre elas. Isso sugere que esses grupos de espécies geralmente são cultivados ao mesmo tempo no sistema agroflorestal. Também estão dispostas neste eixo as espécies de serviço (spser), que mostraram relação significativa com espécies florestais ( $p = 0,0165$ ), espécies alimentares semiperenes ( $p = 0,0371$ ) e espécies alimentares perenes ( $p = 0,0121$ ), provavelmente devido à distribuição mais harmônica das espécies de serviço nas diferentes idades de plantio, ao contrário da concentração nos primeiros anos observada para as demais categorias.

Os SAFs que estão dispostos no quadrante inferior à direita (Figura 5) são caracterizados por apresentarem altos valores para tempo de cultivo, enquanto mostram baixos valores para espécies alimentares semiperenes e de ciclo curto. Estas constatações ressaltam a dinâmica agroflorestal e o uso do solo conforme aumentam os níveis de sombra com o avançar do tempo no plantio, o que passa a limitar o cultivo de espécies com maior demanda por luminosidade, como cultivos de ciclo curto, por exemplo. Os sistemas que têm maior idade apresentam menor média de espécies alimentares

semiperenes e de ciclo curto, indicando que, com o estabelecimento dos plantios ao longo do tempo, a tendência é a exclusão de plantios que demandam maior luminosidade.

### *Análise de correspondência*

Para a análise de correspondência (Figura 6), os dois eixos (Dimensão 1 e Dimensão 2) explicam juntos 24,1% da variação, onde a proximidade de pontos no gráfico indica associação entre as categorias (idade de plantio e espécies). Assim, pode-se afirmar que não há um padrão claro, visto que a maioria das espécies se concentrou na parte central do gráfico, evidenciando a natureza desta pesquisa, onde a maioria dos SAFs pesquisados tem menos de 3 anos (22% com 1 ano, 28% com 2 anos e 8% com 3 anos de implantação), o que acaba por concentrar as espécies em um bloco de idade mais jovem. Dado que a análise de correspondência constitui uma ferramenta exploratória, os dados analisados podem indicar a necessidade de ampliar a pesquisa para incluir SAFs com maior tempo de implantação, com o objetivo de estabelecer padrões mais nítidos em relação às espécies.

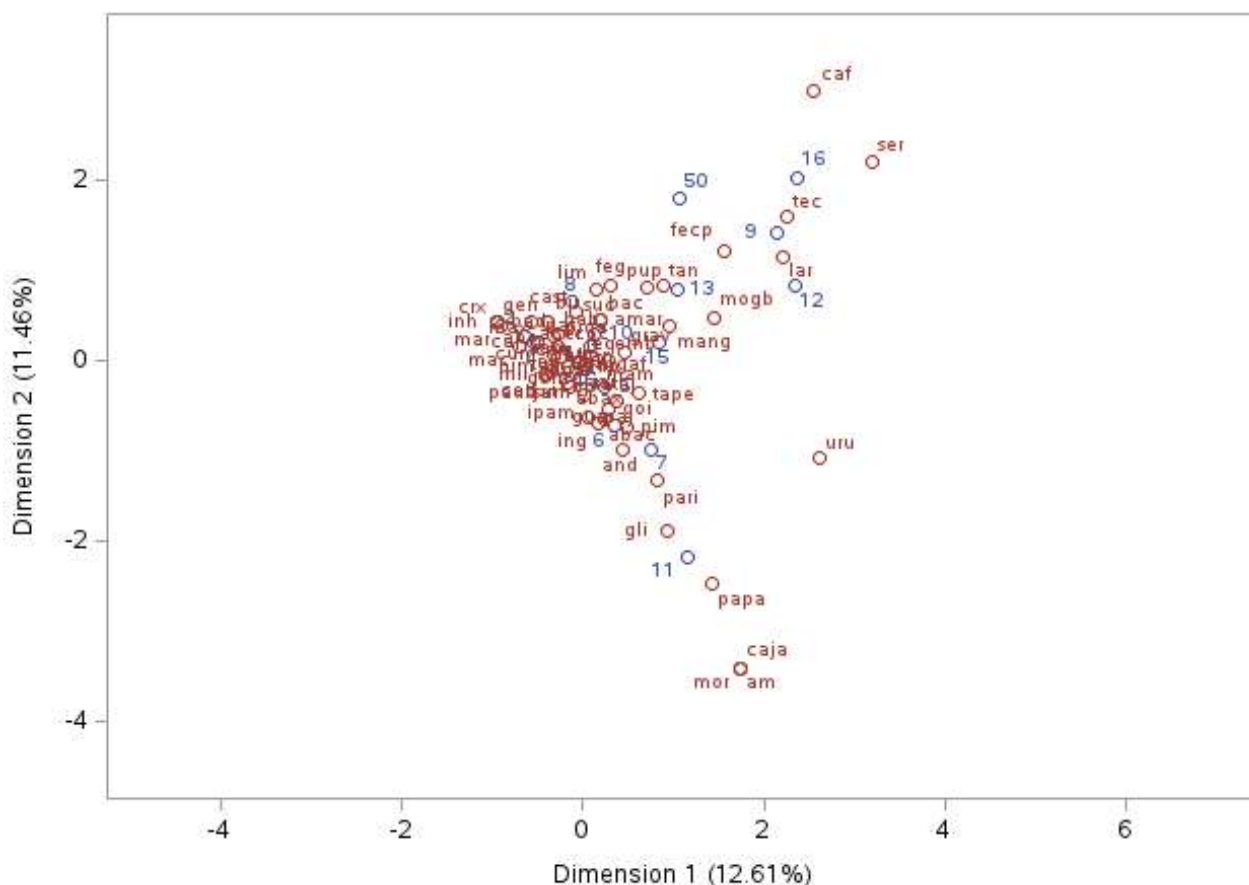


Figura 6. Análise de correspondência entre idade de plantio (números em azul) e frequência de espécies (siglas em vermelho) em sistemas agroflorestais na Amazônia Oriental.

Ainda avaliando a Figura 6, nota-se, ao centro, uma “nuvem de siglas” que concentra grande parte das espécies mapeadas, que estão sobrepostas visualmente às idades de 1, 2, 3 e 4 anos, principalmente, e que correspondem a espécies como maracujá, macaxeira e milho, sugerindo uma associação entre estas categorias. Já próximo a esta concentração, é percebida, de forma mais dispersa, a presença de espécies como andiroba (and), nim, ingá (ing), castanha da Amazônia (cast) e limão (lim), que estão relacionadas às idades de 6, 7, 8, 15 e 10 anos (números em azul). Distantes deste grupo central, encontram-se espécies como seringueira (ser), café (caf), urucum (uru), cajarana (caja), moringa (mor) e amora (am), indicando que estas espécies têm padrões distintos das demais, o que, neste caso, deve-se à baixa ocorrência nos SAFs (1,3 a 2,7%). Para algumas espécies, no entanto, é possível notar uma associação mais clara, como para teca (tec) com 9 anos, laranja (lar) com 12 anos, gliricídia (glir) e pará-pará (papa) com 11 anos.

## **Discussão**

Assim como nos resultados obtidos neste estudo, as famílias Fabaceae, Arecaceae e Meliaceae apresentam a maior riqueza de espécies em SAFs cacauzeiros analisados no sul do Pará (Braga; Domene; Gandara, 2019). Ainda com base nesse estudo, observa-se outra similaridade: 26 famílias são representadas por apenas uma ou duas espécies, evidenciando um padrão no qual poucas famílias concentram muitas espécies, enquanto muitas famílias possuem baixa representatividade. Em SAFs cafeeiros no Peru, as famílias com maior diversidade de espécies foram Fabaceae e Meliaceae, com seis e três espécies, respectivamente (Solis *et al.*, 2020). Considerando-se a abundância de espécies arbóreas em SAFs cacauzeiros no Peru, as famílias Fabaceae, Arecaceae e Rubiaceae foram as mais representativas (Vebrova *et al.*, 2014).

A família Fabaceae também se destaca em estudos sobre SAFs cacauzeiros pela finalidade madeireira, pela promoção de sombra e pela melhoria dos nutrientes do solo por meio da fixação de nitrogênio (Boadi *et al.*, 2024; Djuideu *et al.*, 2020; Jacobi *et al.*, 2014). Assim como neste trabalho outros estudos mostraram poucas famílias sendo citadas como as mais dominantes em termos de riqueza de espécies em SAFs. Neste sentido para SAFs com cacau no Equador, destacaram-se Bombacaceae, Boraginaceae, Fabaceae, Meliaceae e Moraceae (Vera-Vélez; Grijalva; Cota-Sánchez, 2019). Representando 54% das espécies em estudo no Pará, evidenciaram-se Fabaceae, Meliaceae, Bignoniaceae, Annonaceae, Anacardiaceae e Rubiaceae (Bolfe; Batistella, 2011). Ainda considerando a riqueza de espécies, as famílias Anacardiaceae, Fabaceae e Rutaceae se destacam em

SAFs cacauzeiros no Peru; no entanto, quando a mensuração contabilizou a abundância de plantas, as famílias com destaque foram Musaceae e Boraginaceae (Goñas *et al.*, 2022).

#### *Frequência e riqueza de espécies nos SAFs*

A Tabela 5 apresenta a lista dos estudos que mencionaram o número de espécies e famílias botânicas em diversas modalidades de SAFs comerciais (cacauzeiro, cafeeiro, silviagrícola, agrofloresta de cacau, silvipastoril e *chagra*) implantados em países da América do Sul. A diversidade de espécies variou de 16 a 127 (média de  $53,7 \pm 31,9$ ), com coeficiente de variação de 59,1%. O número de famílias botânicas oscilou entre 12 e 40. Pode-se notar ainda pela coluna “Abrangência de coleta” que, para a maioria das áreas avaliadas, todas as espécies foram contabilizadas. No entanto, alguns estudos consideraram apenas espécies plantadas em função de projeto, espécies arbóreas e frutíferas, ou ainda apenas alguns grupos de vegetais, como: palmeiras, árvores e bananeiras (Browder; Wynne; Pedlowski, 2005; Suárez Salazar *et al.*, 2018; Vargas-Tierras *et al.*, 2018; Vebrova *et al.*, 2014).

Tabela 5. Riqueza de espécies vegetais e famílias botânicas em diferentes SAFs comerciais distribuídos por país no Bioma Amazônico.

Local	Modalidade de SAF	Espécies vegetais	Famílias botânicas	Abrangência da coleta	Autor
Bolívia	Cacauzeiro	105	38	Todas as espécies	(Jacobi <i>et al.</i> , 2014)
	Cacauzeiro e cafeeiro	78	29	Todas as espécies	(Cardozo <i>et al.</i> , 2018)
Brasil	Silviagrícola	72	36	Todas as espécies	Este estudo
Brasil (RO)	Silviagrícola	16	-	Espécies plantadas em função do projeto de fomento	(Browder; Wynne; Pedlowski, 2005)
Brasil (PA)	<b>Silviagrícola</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>Todas as espécies</b>	<b>Este estudo</b>
	Cacauzeiro	71	26	Todas as espécies	(Braga; Domene; Gandara, 2019)
	Silviagrícola	31	-	Todas as espécies	(Andreatta; Da Mota, 2022)
	Silviagrícola	54	27	Todas as espécies	(Bolfe; Batistella, 2011)
Brasil	Silviagrícola	72	-	Todas as espécies	(Smith <i>et al.</i> , 1996)
Colômbia	Cacauzeiro	127	40	Árvores, palmeiras e bananeiras	(Suárez Salazar <i>et al.</i> , 2018)



Local	Modalidade de SAF	Espécies vegetais	Famílias botânicas	Abrangência da coleta	Autor
	<i>Chagra</i>	38	28	Todas as espécies	(Garavito <i>et al.</i> , 2021)
Equador	<i>Chagra com cacau</i>	62	33	Todas as espécies	(Vera-Vélez; Grijalva; Cota-Sánchez, 2019)
	<i>Chagra com mandioca</i>	20	18	Todas as espécies	(Vera-Vélez; Grijalva; Cota-Sánchez, 2019)
	<i>Chagra com milho</i>	32	21	Todas as espécies	(Vera-Vélez; Grijalva; Cota-Sánchez, 2019)
	Cacaueiro	54	31	Todas as espécies	(Vera-Vélez; Grijalva; Cota-Sánchez, 2019)
	Cacaueiro, cafeeiro e silvipastoril	41	21	Árvore frutífera	(Vargas-Tierras <i>et al.</i> , 2018)
Peru	Agrofloresta de cacau	33	-	Espécies arbóreas	(Vebrova <i>et al.</i> , 2014)
	Cacaueiro	17	14	Todas as espécies	(Goñas <i>et al.</i> , 2022)
	Cafeeiro	24	12	Todas as espécies	(Solis <i>et al.</i> , 2020)
	<i>Chagra</i>	92	-	Todas as espécies	(De Jong, 1996)

Observa-se que os SAFs mapeados neste estudo apresentaram riqueza de espécies (72) semelhante à verificada na maioria dos trabalhos realizados na Amazônia. A diversidade de espécies encontra-se amplamente distribuída, com 38,9% dos artigos relatando sistemas com 16 a 38 espécies, 44,4% com 39 a 82 espécies e 16,7% com mais de 83 espécies (Tabela 5). A maior riqueza foi registrada em SAFs cacaueiros na Colômbia e na Bolívia (Jacobi *et al.*, 2014; Suárez Salazar *et al.*, 2018), com 127 e 105 espécies inventariadas, respectivamente (Tabela 5). Estudos sobre o cultivo de cacau indicam que a composição desses sistemas é influenciada por períodos de pousio, como no Equador (Vera-Vélez; Cota-Sánchez; Grijalva-Olmedo, 2021), bem como pela diversidade de árvores de sombra e pelas estratégias de manejo adotadas, como no Brasil (Braga; Domene; Gandara, 2019).

Esse aspecto é relevante, pois, para a estruturação de redes de comercialização, de fomento ou mesmo para o delineamento de políticas públicas, é essencial compreender, entre outros fatores, o portfólio de espécies inseridas ou mantidas a partir da regeneração natural pelos agricultores que optam pelo cultivo agroflorestal. Tal conhecimento também pode contribuir para o fortalecimento de iniciativas de recompensa ou incentivo à conservação de espécies.

Essa constatação também se relaciona com a necessidade de intensificar pesquisas e ampliar os incentivos voltados aos SAFs, considerando a condução da regeneração natural como componente

florestal e valorizando espécies subutilizadas com relevância cultural ou social. Nesse contexto, conhecer a “diversidade oculta” deve ser um instrumento que permita o delineamento dos SAFs com menor grau de imposição ou normatização quanto à obrigatoriedade de inclusão de determinadas espécies florestais, priorizando-se, ao contrário, a valorização das espécies já presentes na propriedade. Essa prática de manejo da regeneração, embora pouco documentada, já é adotada na formação de SAFs. No Peru, por exemplo, um estudo demonstrou que a maioria dos agricultores realiza o manejo de espécies madeireiras em áreas de pousio, sobretudo promovendo a regeneração natural (Robiglio; Reyes, 2016). Cardozo *et al.* (Cardozo *et al.*, 2015) também destacaram que muitas espécies são mantidas nos SAFs em razão do comércio de produtos, do autoconsumo e dos serviços ecossistêmicos que proporcionam. No que se refere às espécies madeireiras, destaca-se o paricá, que apresentou significativa contribuição para o estoque de carbono acima do solo em sistemas de policultivo cafeeiro sombreado no Peru (Solis *et al.*, 2020). Da mesma forma, espécies utilizadas como árvores de sombra e de alto valor, como o paricá e o mogno-brasileiro, foram mencionadas pelo destaque no acúmulo de biomassa (Jacobi *et al.*, 2014).

Considerando-se o cumaru como a principal espécie florestal presente nos SAFs, pesquisas realizadas na região oeste do Pará indicam que essa espécie tem sido cultivada de forma consorciada, sobretudo com frutíferas (Da Silva *et al.*, 2020; De Sousa Lopes *et al.*, 2023), e que a estimativa de produção pode chegar a 90 kg/ha de sementes seca (Da Silva *et al.*, 2018a). O cumaru tem se destacado pelo seu potencial em diversos segmentos industriais, especialmente para a extração de cumarina, além de apresentar aptidão para aplicações na indústria alimentícia (Da Silva Neto; Silva; De Medeiros Gomes, 2023). Essa espécie apresentou incremento médio anual de 1,94 m em altura e 1,64 cm em diâmetro, em SAF localizado no município de Belterra (Capucho *et al.*, 2021). O cumaru, assim como a castanheira e a seringueira, por serem espécies com uso comercial, podem ser recomendados para inserção em sistemas produtivos (Sccoti *et al.*, 2019).

Outra espécie de uso florestal que se destacou pela frequência neste estudo foi o mogno-africano (29,3%). Um estudo realizado na região da Transamazônica, no Pará, sobre espécies florestais implantadas em SAFs, identificou o mogno-africano e o cumaru como as principais escolhas, em razão de seu elevado valor econômico. A ampla presença do mogno é atribuída à divulgação de informações sobre a qualidade e o preço de sua madeira (Do Nascimento; Alves; Souza, 2019). Contudo, é importante destacar a dificuldade associada à derrubada de árvores para fins madeireiros em sistemas consorciados, em virtude do risco de danos a outras culturas (Hoch;

Pokorny; De Jong, 2009), o que pode limitar a adoção de espécies com esse propósito ou mesmo inviabilizar a exploração do recurso madeireiro.

O mogno brasileiro, que se mostrou menos frequente neste estudo (10,7%), é citado na literatura sobre SAFs. Estudos mostraram que esta espécie, juntamente com o cedro, é uma das mais comuns, destacando-se como produtora de madeira e árvore de sombra para outros cultivos (Isaac *et al.*, 2024; Smith *et al.*, 1996), ainda que, por vezes, seja inserida nos SAFs por exigências impostas aos pequenos agricultores em esquemas conduzidos por doadores (Hoch; Pokorny; De Jong, 2009). Mogno brasileiro e cedro são mantidos em SAFs no Peru e considerados vulneráveis segundo os critérios de conservação (Vera-Vélez; Grijalva; Cota-Sánchez, 2019).

Um estudo na Bolívia identificou que, em relação ao mogno brasileiro, os agricultores declararam que estavam plantando como árvore madeireira para o futuro (Jacobi *et al.*, 2014). A espécie também se destaca como uma das mais frequentes em SAFs cacauzeiros na Colômbia, independentemente do tipo de sistema agroflorestal (Suárez Salazar *et al.*, 2018) e é apontada como uma alternativa em consórcio com o cupuaçu, aos sistemas de produção convencionais na Amazônia, além de contribuir para a restauração de áreas antropizadas com espécies nativas (Alves; Chaves; Negrão, 2022). O cedro, por sua vez, se destaca como uma das espécies de árvores que são poupadas ou plantadas nos *Chacras*, para crescer nos pousios no Peru (Iverson; Iverson, 2021).

A espécie mogno brasileiro é emblemática, pois encontra-se na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN (List, 2004) e na Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas de Fauna e Flora Selvagens – CITES (CITES, [S.d.]). Além disso, estudo sobre modelagem de áreas climaticamente adequadas para esta espécie indicou que, em função das previsões de mudanças climáticas, os cenários indicam reduções drásticas nas populações naturais, principalmente na América do Sul (Herrera-Feijoo *et al.*, 2023). No âmbito regulatório, também vigora regras restritivas para a exploração da espécie, inclusive em florestas regeneradas (Brasil, 2003).

#### *Características gerais dos SAFs*

O levantamento de literatura de Levis *et al.* (Levis *et al.*, 2018) mostrou que, na dinâmica de domesticação de florestas para plantas úteis na Amazônia, uma das práticas de manejo utilizadas é a proteção de plantas de interesse por meio de suas mudas, indivíduos juvenis, adultos e seus frutos. Um padrão equivalente foi observado neste estudo, pois em SAFs implantados de forma ordenada, eventualmente, indivíduos de interesse são mantidos entre a composição comercial planejada. Destacam-se, como exemplo, as espécies gomeira, ingá, ipê-amarelo, jarana, piquiá, sumaúma,

sucuúba, tatajuba e taperebá, que ocorrem com indivíduos esparsos entre os cultivos plantados em linhas, sendo responsáveis por 1,3% a 12% da frequência de espécies nos SAFs.

Espécies com baixa frequência neste estudo, como ipê-amarelo, taperebá e ingá, são, no entanto, indicadas como espécies nativas que poderiam ser utilizadas para compor SAFs (Braga; Domene; Gandara, 2019), o que evidencia que, com a provável expansão do cultivo de cacau na região analisada, as possibilidades de combinações para sombreamento poderão favorecer a introdução ou o estímulo ao desenvolvimento de espécies arbóreas, elevando a frequência dessas espécies. No caso do taperebá, destaca-se que sua inserção na alimentação institucional coletiva poderia promover a inclusão de alimentos oriundos da biodiversidade nos cardápios, sendo o envolvimento dos agricultores familiares fator crucial para a valorização do uso tradicional dos frutos (De Monteiro Oliveira; De Sousa; Rolim, 2024).

Os objetivos do cultivo das duas espécies frutíferas de maior frequência neste estudo — cacau e cupuaçu — são distintos. O cacau tem a maior parte de sua produção destinada à comercialização de amêndoas secas para a fabricação de chocolate, sendo o estado do Pará o principal produtor nesse segmento (Brainer, 2021; Vegro; Assumpção; Silva, 2014). Por sua vez, o cupuaçu é cultivado predominantemente para a produção de polpa utilizada na elaboração de sucos e doces (Da Silva; Pierre, 2021). Estima-se que o processo de domesticação do cupuaçu tenha ocorrido há aproximadamente entre 5.000 a 8.000 anos, o que insere essa espécie, amplamente distribuída na Amazônia, entre as plantas domesticadas por povos indígenas (Colli-Silva *et al.*, 2023). No município de Tomé-Açu, Pará, cacau, cupuaçu e açaí se destacam entre as espécies com maior frequência, abundância e densidade relativa (Bolfé; Batistella, 2011).

Um estudo precursor realizado no Brasil em 1996 (Smith *et al.*, 1996) já indicava que o cupuaçu iniciava sua ascensão e inserção no mercado internacional como fruto da Amazônia, sendo, à época, ainda considerado uma fruta de quintal, em processo de transição para o cultivo em maior escala, impulsionado pelo aumento da demanda de mercado. Em pesquisa conduzida em SAFs de quatro países amazônicos, o cupuaçu foi identificado entre as espécies frutíferas mais comuns (Hoch; Pokorny; De Jong, 2009). Além disso, destaca-se entre os principais produtos oriundos de plantações agroflorestais comerciais no Pará e Maranhão, ao lado do coco, açaí, cacau e pimenta-do-reino (Cardozo *et al.*, 2015). Em avaliação em Rondônia, foi constatado que as culturas mais amplamente plantadas foram cupuaçu e pupunha, com a produção sendo mantida na maioria dos SAFs após 10 anos do início do projeto (Browder; Wynne; Pedlowski, 2005). Também em Tomé-Açu, é listado que

os SAFs geralmente envolvem culturas comerciais valiosas, como açaí, cacau, cupuaçu e pimentado-reino, além de diferentes espécies de árvores (Futemma; De Castro; Brondizio, 2020).

Por outro lado, o cupuaçu, identificado como a segunda espécie frutífera mais frequente neste levantamento, foi listado entre as dez frutíferas nativas negligenciadas com maior potencial comercial na Amazônia peruana (Lagneaux *et al.*, 2021), o que evidencia as variações intrínsecas no cultivo dessa espécie na região amazônica. Nesse contexto, Van Loon *et al.* (2021), ao tratarem de espécies frutíferas negligenciadas e subutilizadas (Neglected and Underutilized Species – NUS), destacam que a diversidade de árvores frutíferas da América Latina pode desempenhar um papel relevante no aumento da resiliência das paisagens produtivas.

Os resultados convergem para um protagonismo das frutíferas nos SAFs da região estudada. Isto endossa constatações de outros estudos, como em SAFs *Chagras* no Peru, onde as sete espécies mais frequentes são frutíferas, entre elas banana e pupunha (De Jong, 1996); SAFs tradicionais e diversificados no Equador, que mostraram que abacate, frutas cítricas, coco, ingá, mamão, pupunha e abacaxi são as predominantes, em associação com o cultivo de cacau e café (Vargas-Tierras *et al.*, 2018). Esta priorização pela manutenção de frutíferas também ficou evidente em SAFs implantados em florestas secundárias no nordeste paraense, onde as quatro principais espécies escolhidas para diversificar a renda são frutíferas (Andreatta; Da Mota, 2022). Avaliação de SAFs na Bolívia mostrou que as espécies mais abundantes foram o cacau, seguido pela banana (Cardozo *et al.*, 2018).

Frutíferas como taperebá, ingá cipó (*Inga minutula*) e goiaba também se destacaram, pelo alto índice de valor de importância, em SAFs cacauzeiros na Colômbia (Suárez Salazar *et al.*, 2018). O abacate, pupunha e taperebá também são mantidas para crescerem em pousios nos SAFs *Chagras* no Peru (Iverson; Iverson, 2021). Da mesma forma, isso também é evidenciado em outros continentes (Barbault *et al.*, 2024; Lauri *et al.*, 2019), onde os SAFs baseados em frutíferas são atrativos para os agricultores por seu rápido rendimento, enquanto os sistemas baseados em árvores madeireiras não proporcionam rendimento a curto ou médio prazo. Oliveira Neto, Alves e Schwartz (Oliveira Neto; Navegantes Alves; Schwartz, 2022) avaliando 12 SAFs no Município de Tomé-Açu encontraram que a maioria dos sistemas (67%) é composta por poucas espécies, geralmente dominadas por duas ou três frutíferas comerciais. De acordo com esses autores, os sistemas com mais de 3 espécies florestais são resultantes da integração da regeneração natural nos sistemas.

O fato de diversos trabalhos identificarem a presença de frutíferas consorciadas com cultivos voltados à comercialização, como cacau e café, indica que possivelmente há um favorecimento de espécies com essa finalidade nos SAFs. Isso sugere um componente cultural intrínseco relacionado à

provisão alimentar, o qual dificulta a eliminação de mudas ou plântulas de espécies que fornecem alimentos. Da mesma forma, estudos com SAFs no Pará, mostraram que a maioria das espécies cultivadas nos sistemas fazem parte da dieta alimentar dos agricultores locais, indicando a preferência por espécies frutíferas que contribuem na geração de renda, segurança alimentar e nutricional das famílias (Raiol; Rosa, 2013; Vasconcelos *et al.*, 2022).

Essa constatação reforça a ideia de SAFs alimentares ou SAFs de provisão na região de estudo, conectando-se ao termo empregado por Blinn *et al.* (Blinn *et al.*, 2013), que se referiram a esses sistemas como “sistemas agroflorestais não madeireiros”. Nesse contexto, destaca-se que a história da agrossilvicultura e suas relações complexas indicam que essa prática se encontra mais próxima da agricultura do que da silvicultura (Torquebiau, 2000).

Avaliações de desempenho econômico realizadas com dados do Projeto Horizonte Verde, no município de Novo Progresso, mostraram que os SAFs mais rentáveis apresentaram em sua composição açaí, cumaru e banana, o que reforça a relevância da inclusão de espécies com elevada produtividade anual e ampla aceitação comercial (Da Mota *et al.*, 2022; Da Silva *et al.*, 2018b). O apoio por meio de projetos de fomento ou instrumentos de organização revela-se essencial para a implementação. Estudo conduzido na Bolívia evidenciou que o suporte de cooperativas foi fundamental, resultando na implementação bem-sucedida de SAFs (Jacobi *et al.*, 2014).

Tem sido crescente as iniciativas de fomento a SAFs no estado do Pará, como os projetos de aceleradores de agroflorestas, promovidos pela The Nature Conservancy (TNC); a atuação da Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu na produção agroflorestal no município; o Projeto Saúde e Alegria (PSA) na condução do Projeto Floresta Ativa, que, além de outras atuações, estimula e implanta SAFs na Resex Tapajós Arapiuns. No município de Juruti, o Instituto de Sustentabilidade (IJUS) realiza o Projeto Ingá para fortalecimento e melhoria de SAFs implantados. Já em Oriximiná, a instituição Preta Terra possui um projeto de incentivo aos SAFs. Instituições com sólida atuação no estado, como o Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), também executaram projetos de fomento a estes sistemas na Amazônia Oriental. No campo empresarial, destaca-se a empresa Belterra, que realiza fomento e contratos de compra por meio de arrendamento junto a produtores de municípios paraenses.

Abordando um dos SAFs amostrados com condução diferenciada e que foi constituído com apoio do IPAM tem-se o SAF 68, classificado como um sistema silvibananeiro. Esse tipo de arranjo, também conhecido como bananeiras sombreadas, é definido como o consórcio de espécies madeireiras com bananeiras, em uma combinação temporária ou permanente, determinada pelo nível de

luminosidade e pelo espaçamento adotado (DUBOIS, 2013; Dubois; Virgilio Maurício Viana; Anthony B. Anderson, 1996). No exemplo apresentado neste estudo, as árvores nativas (andiroba, copaíba, mogno-brasileiro) não foram cultivadas, mas sim selecionadas para permanecer no sistema após o raleamento da vegetação original. A banana, principal cultivo frutífero inserido nesse SAF, é frequentemente denominada espécie "âncora", "diamante" ou "espécie capitalizadora" do sistema. Espécies de destaque também são referidas como "plataformas de lançamento" de SAFs; entre elas, listadas para a Amazônia, encontram-se a pimenta-do-reino, cacau, café e mandioca (Smith *et al.*, 1996).

Em relação ao SAF 4, que contou com financiamento bancário em sua implantação, a pesquisa revelou que o sistema apresentou renda bruta média mensal de R\$ 1.686,66 e R\$ 1.683,66 nos anos de 2016 e 2017, sendo a pimenta-do-reino o cultivo que mais contribuiu para o desempenho econômico do sistema (Costa; Pauletto, 2021). Destaca-se, ainda, que o tempo estimado necessário para a decomposição de 50% a 95% da serapilheira varia de 0,41 a 1,76 anos (De Matos Rebêlo *et al.*, 2022; Pimentel *et al.*, 2018, 2021a). Instalado em solo argiloso (De Sousa *et al.*, 2022), o sistema resultou em um gradiente de nutrientes no solo na seguinte ordem:  $N > Ca > Mg > K > P$  (Da SILVA; Pauletto; Silva, 2020), o que pode ser atribuído à interação entre as espécies presentes. Árvores plantadas em SAFs podem enriquecer a fertilidade do solo (Levis *et al.*, 2018) sendo a serapilheira um fator relevante não apenas para a microbiota edáfica, mas também para a qualidade dos frutos produzidos (Martin-Guay *et al.*, 2022), além de constituir uma camada mais eficaz no controle da erosão do que a própria cobertura do dossel (Blanco-Sepúlveda; Lima; Aguilar-Carrillo, 2024).

#### *Frequência por categoria de funcionalidade*

Os dados demonstram que as espécies de uso alimentar dominam a composição dos SAFs na área de pesquisa. Essa predominância sugere a importância fundamental desses sistemas para a segurança e soberania alimentar, bem como para a subsistência das comunidades locais. Em SAFs, predominam espécies arbóreas utilizadas para alimentação (Zequeira-Larios *et al.*, 2021) e, mesmo que frutíferas gerem rendas monetárias modestas, destacam-se pelo elevado valor para o consumo doméstico, contribuindo, assim, para a poupança familiar e para a segurança alimentar (Cerdeira *et al.*, 2014). Como exemplo, avaliação de SAFs com cacau em países da América Central demonstrou que espécies não lenhosas, como bananeira e mamoeiro, exercem a importante função de proporcionar sombra aos cacauzeiros nos primeiros anos, ao mesmo tempo que geram renda aos agricultores (Braga; Domene; Gandara, 2019). Da mesma forma, em SAFs localizados em Aveiro, no estado do Pará,

verificou-se que a produção de frutas (acerola, açaí e laranja) foi indicada como a principal fonte de receita, em razão da elevada produtividade e valor de mercado (Tremblay *et al.*, 2015).

Neste estudo, observou-se a predominância de espécies florestais para a produção de amêndoas (cumaru), sementes para extração de óleo (andiroba) e sementes para comercialização (mogno africano). A introdução de espécies florestais está ligada principalmente à demanda de mercado (Melotto *et al.*, 2019), onde se dá preferência a espécies perenes produtoras de frutos ou outros produtos não madeireiros (Dubois; Virgilio Maurício Viana; Anthony B. Anderson, 1996), além de considerar que a integração de árvores aos sistemas agrícolas é uma estratégia de resiliência às mudanças climáticas (Carolina; Alejandra; Nadine, 2024).

A complexidade e a dificuldade associadas à colheita madeireira em sistemas consorciados, nos quais o corte pode danificar outras plantas, podem ser fatores que impulsionam a escolha por espécies produtoras de frutos comerciáveis. Além disso, pesquisa conduzida em diversos países amazônicos revelou que as plantações de madeira estão entre as menos bem-sucedidas em SAFs, ao passo que a comercialização de produtos não madeireiros enfrenta menos barreiras (Braga; Domene; Gandara, 2019). Um estudo em diversos países amazônicos mostrou que as plantações de madeira são as menos bem-sucedidas em SAFs pelos pequenos agricultores e que a comercialização de produtos não madeireiros encontra menos barreiras (Hoch; Pokorny; De Jong, 2009). Por outro lado, estudo que avaliou agroflorestas cacaeiras indica que os agricultores não eliminam árvores raras ou as mantêm com base em seus usos potenciais (Boadi *et al.*, 2024). De forma semelhante, produtores no México, também inseridos em SAFs com cacau, demonstraram interesse em conservar espécies madeireiras e frutíferas com relevância comercial (Zequeira-Larios *et al.*, 2021).

Entre as espécies de serviço ou adubadeiras, destaca-se a gliricídia, espécie exótica utilizada para adubação verde e alimentação animal (Andrade *et al.*, 2015), que apresenta acelerada taxa de decomposição (De Sousa *et al.*, 2018, 2020). A gliricídia exibe parâmetros de crescimento satisfatórios para a produção de biomassa (De Freitas; Pauletto; De Sousa, 2020), oferece suporte a outros cultivos (Pauletto *et al.*, 2023) e se destaca entre espécies de sombra como uma das leguminosas mais comuns (Isaac *et al.*, 2024), sendo seu cultivo consorciado associado à melhoria da qualidade nutricional das culturas (Alamu *et al.*, 2023).

Outras espécies identificadas neste levantamento como adubadeiras foram o feijão-guandu e o ingá, as quais são classificadas como espécies perenes e semiperenes, utilizadas para o sombreamento de cacau e mogno em SAFs na Bolívia (Jacobi *et al.*, 2014). O *I. edulis* é citado em SAFs por proporcionar benefícios ecológicos, como sombreamento a outros cultivos, além da fixação



de nitrogênio (Lagneaux *et al.*, 2021). O gênero *Inga* figura entre os mais representativos em SAFs de manejo indígena chagra, associados ao cacau e milho (Vera-Vélez; Grijalva; Cota-Sánchez, 2019), sendo listado em estudos precursores como uma das frutíferas mais frequentes (De Jong, 1996). Essa espécie também foi identificada como a árvore mais comum, com maior frequência, abundância e valor de importância em agroflorestas de cacau no Peru (Vebrova *et al.*, 2014). O *I. edulis* é referenciado como uma das principais espécies semeadas em pousios melhorados nesse país (Marquardt; Milestad; Salomonsson, 2013), pois, segundo os agricultores, oferece múltiplos benefícios, como rápido crescimento, melhoria da qualidade do solo, fixação de nitrogênio, sombreamento, além de fornecer frutos e lenha.

As árvores de sombra desempenham papel relevante pelas possibilidades de ofertar características benéficas aos sistemas (Isaac *et al.*, 2024). Recomenda-se sua manutenção por meio de podas, as quais permitem o manejo do nível de sombreamento desejado (Tschardt *et al.*, 2011), buscando-se, assim, estratégias para o reconhecimento financeiro dos serviços ecossistêmicos prestados por essas árvores (Braga; Domene; Gandara, 2019).

Neste sentido, a introdução de uma maior diversidade no sistema de cultivo alimentar e a utilização de espécies negligenciadas e subutilizadas é apontada como uma estratégia para a sustentabilidade global na produção de alimentos (Bhagwat, 2022). Muitos cultivos identificados neste estudo, principalmente de ciclo curto alimentares como batatas e frutas de consumo local, não têm cultivo em escala comercial e, portanto, se mostram como importantes espécies para garantir diversidade e variabilidade. Ademais, a utilização de culturas agrícolas juntamente com plantios de espécies nativas oferece um rendimento extra aos agricultores, amortizando os custos de implantação de reflorestamentos, oferecendo uma renda com os produtos obtidos ao longo dos anos (Abdo; Valeri; Martins, 2008).

A variedade de combinações e espécies identificadas neste estudo sugere a necessidade de abordagens personalizadas, que considerem mais do que apenas cultivos com maior frequência, abundância ou visibilidade comercial. Ignorar ou negligenciar espécies deliberadamente mantidas nos plantios pode, além de desconsiderar aspectos culturais e os anseios dos produtores, levar à subestimação da diversidade presente nos sistemas manejados por esse público-alvo e à ocultação de aspectos valiosos relacionados à conservação, interação com a fauna, criação de corredores ecológicos, entre outros benefícios ambientais proporcionados pelas espécies perenes inseridas ou preservadas nos SAFs em Belterra. O trabalho de Smith *et al.* (1996), realizado na Amazônia

brasileira, já reportava que pequenos agricultores experimentavam uma grande variedade de culturas perenes, identificando 108 configurações agroflorestais.

Importante ressaltar que, da riqueza de espécies mapeadas, apenas quatro são oriundas da doação de mudas do Projeto Prosaf: cacau, cumaru, cupuaçu e mogno-africano. Com exceção de seis produtores envolvidos nessa ação estadual, a maioria (11) já cultivava SAFs antes do Projeto Prosaf ou ampliou seus consórcios após essa iniciativa. De todo modo, esses dados revelam que tais agricultores atuam como pioneiros em suas escolhas, promovendo novas combinações e introduzindo seus conhecimentos de forma dinâmica. A inclusão de madeiras de lei parece incentivar os agricultores a permitir o reflorestamento e pode ser um catalisador relevante para a restauração florestal (Browder; Wynne; Pedlowski, 2005) visto que a maioria dos pequenos proprietários integra árvores à sua produção agrícola sem a necessidade de substituir outros usos da terra (Hoch; Pokorny; De Jong, 2009).

Assim como observado por Smith *et al.* (1996) em pesquisa realizada há cerca de 30 anos na Amazônia brasileira, a maioria dos arranjos agroflorestais plantados era baseada na iniciativa dos próprios agricultores, e não em ações de agentes externos. No levantamento realizado em Belterra, essa mesma situação foi confirmada, indicando que, apesar da existência de políticas de incentivo e linhas de financiamento específicas, esse público ainda se apoia em esforços próprios, tanto financeiros quanto de conhecimento para iniciar, ampliar ou combinar cultivos perenes.

Valendo-se de um termo empregado por Smith *et al.* (1996), que se referiu às principais espécies para a agrossilvicultura comercial na Amazônia como "plataformas de lançamento", estende-se essa aplicação terminológica ao município de Belterra. Nesta região, o cumaru é considerado a principal "plataforma de lançamento" dos SAFs, atuando como trampolim para diversificar e otimizar o uso da área, visto que foi a espécie de maior ocorrência no mapeamento. Essa expansão do cultivo de cumaru é impulsionada, sobretudo, pelo mercado de perfumaria, com a matéria-prima sendo absorvida por indústrias da França e Marrocos, tal demanda levou exportadoras a suprirem o mercado brasileiro com sementes para extração de cumarina, em decorrência da instabilidade política e econômica da Venezuela, o qual era o principal fornecedor (Tabanez, André., 2024).

A ascensão do cultivo de cumaru, presente na maioria dos SAFs mapeados, parece romper um paradigma quanto à forma como o agricultor familiar avalia essa espécie. Historicamente, o cumaru era destinado ao uso medicinal e ao processamento da madeira, com base na extração proveniente de florestas primárias. Com a crescente demanda por sementes, essa espécie deixa de ser considerada um “cultivo de luxo” — termo utilizado por Smith *et al.* (Smith *et al.*, 1996) ao se

referirem ao cultivo de plantas perenes — para se tornar uma espécie “diamante” ou “âncora”, conforme atribuído por Dubois *et al.* (1996), ao passar a figurar entre as principais fontes de renda dos SAFs.

### **Limitações e abordagens futuras**

As limitações deste trabalho concentram-se, principalmente, na ausência de inventário das áreas estudadas, o que impediu a obtenção de indicadores de diversidade baseados em dados de abundância. Tal limitação poderá ser superada em futuras avaliações, por meio do estabelecimento de parcelas nessas áreas, visando analisar, além dos aspectos já mencionados, a dinâmica das espécies ao longo do tempo.

Para avançar na avaliação do desempenho dos SAFs, é necessário um aprofundamento que permita a extração de informações capazes de servir como indicadores nas dimensões biológica, ecológica e econômica. O levantamento e a validação de coeficientes técnicos também são imprescindíveis para a realização de novas análises, sobretudo de natureza econômica. A flutuação das árvores e a composição das espécies correlacionam-se com alterações nos atributos do solo (Vera-Vélez; Cota-Sánchez; Grijalva-Olmedo, 2021), o que reforça a necessidade de avaliações edáficas, entre outras abordagens.

Com base nos resultados desta pesquisa, sugere-se a realização de entrevistas e inventários nos SAFs, com o objetivo de levantar informações sobre a população arbórea, incluindo número de indivíduos, estratos ocupados, variáveis dendrométricas, bem como dados de custos e rendas, os quais permitirão o cálculo de índices ecológicos e econômicos dos sistemas.

### **Considerações finais e pesquisas futuras**

A adoção de sistemas agroflorestais, por se tratar de uma prática mais complexa em comparação aos modelos convencionais de cultivo homogêneo, representa um desafio significativo para muitos agricultores, o que se reflete em uma baixa taxa de adoção. A baixa demanda espontânea para implementação de SAFs evidencia a necessidade de fomentar políticas públicas e instrumentos de incentivo, que tornem a adoção desses sistemas mais viável e atrativa. Além disso, o cultivo de espécies perenes, seja com finalidade madeireira, florestal ou frutífera, implica a ocupação prolongada do espaço produtivo, o que pode ser percebido como uma limitação, especialmente em contextos em que a disponibilidade de terra é restrita ou a liquidez econômica imediata é priorizada.

Para a ampliação dos SAFs, é necessário promover a implementação em maior escala, assegurar a qualidade do material propagado e produzido, bem como integrá-los a cadeias de

comercialização estruturadas. Nesse contexto, a incorporação de avaliações de viabilidade financeira e econômica, além da inclusão de aspectos socioeconômicos nos projetos de fomento, configura-se como uma lacuna relevante a ser considerada em futuras iniciativas e análises de pesquisa.

Considerando que Belterra se consolidou como um “caso de sucesso” no âmbito do Projeto Estadual Prosaf, torna-se estratégico concentrar esforços no fortalecimento e na expansão dessas iniciativas, mediante o incremento de recursos destinados aos agricultores locais, desde que alinhados às suas demandas mais concretas. Para além da necessidade de assistência técnica, é essencial avançar na valorização dos serviços ambientais prestados, de modo a reconhecer os agricultores que adotam SAFs como protagonistas, posicionando Belterra como epicentro para o desenvolvimento e a disseminação dessa prática.

Atrelado à adesão ao Projeto Prosaf, observada em Belterra, destaca-se a relevância da região Oeste do Pará, que se configura como centro de endemismo de espécies de cumaru (*Dipteryx* spp.), principal espécie lenhosa presente nos cultivos agroflorestais mapeados e indicada como prioritária para a expansão do plantio. Soma-se a isso a crescente demanda de mercado por sementes de cumaru, especialmente pela indústria de perfumaria, que tem nos municípios do Oeste paraense sua principal fonte de abastecimento

Os desafios relacionados à adoção desses sistemas, como a escolha de espécies, o manejo adequado e as barreiras estruturais, reforçam a necessidade de investimentos em pesquisa, assistência técnica e políticas públicas voltadas ao fomento da agrossilvicultura na região.

Considera-se fundamental a adoção de arranjos produtivos diversificados e otimizados, que proporcionem maior viabilidade econômica ao longo do tempo, possibilitando ganhos mais consistentes em diferentes fases do sistema. É igualmente relevante a expansão do conjunto de espécies utilizadas nos SAFs, incorporando aquelas ainda não contempladas nos arranjos atualmente disponíveis, com ênfase especial nas espécies frutíferas, que apresentam elevado potencial de retorno econômico e socioambiental. A ampliação estratégica da combinação de arranjos deve priorizar a resiliência à escassez hídrica, promovendo alternativas capazes de suprir demandas produtivas mesmo em contextos adversos, assegurando a sustentabilidade e a continuidade desses sistemas ao longo do tempo.

Diante das constatações apresentadas neste estudo, destacam-se as algumas perspectivas para continuidade da pesquisa com base nas áreas já levantadas ou na ampliação de locais de estudo:

1. Monitoramento térmico e serviços ambientais: utilização da termografia para monitoramento a longo prazo, captando variação entre espécies e entre arranjos

agroflorestais, em diferentes períodos do ano, visando identificar e quantificar os serviços ambientais relacionados à regulação térmica no SAFs.

2. O estabelecimento de um protocolo de coleta de dados é fundamental para garantir a padronização e a replicabilidade da metodologia, possibilitando a realização de estudos de longo prazo com métricas consistentes. Um protocolo bem definido permitirá minimizar variações nos procedimentos, assegurando a comparabilidade dos dados ao longo do tempo e entre diferentes locais. Isso é essencial para a análise de tendências e para a geração de informações robustas, confiáveis e cientificamente válidas para avançar e minimizar a carência de pesquisas de longo prazo sobre diferentes sistemas perenes.
3. Análise financeira dos sistemas a agroflorestais: a literatura sobre SAFs frequentemente negligência as avaliações financeiras devido à complexidade da coleta de dados e à interpretação dos indicadores econômicos. No entanto, muitos sistemas são abandonados devido à baixa rentabilidade ou à escassez de mão de obra para manutenção. Dessa forma, a realização de análises financeiras detalhadas torna-se essencial para evitar impactos adversos e viabilizar o replanejamento ou ajustes nos arranjos agroflorestais.
4. Para compreender a complexidade dos sistemas agroflorestais e fortalecer seu papel diante das demandas de recuperação e restauração, é essencial identificar serviços ambientais (em provisão, regulação, suporte e cultural) que possam ser mensurados ou reconhecidos por meio de ferramentas acessíveis a órgãos de controle, assistência técnica e passíveis de certificação. Essa abordagem permite a definição de indicadores sociais, ambientais e econômicos. Para tanto, a pesquisa deve avançar na identificação dos serviços ambientais mais representativos dentro das diferentes categorias, destacando aqueles que podem se configurar como variáveis de resposta ao funcionamento dos SAFs.
5. A crescente demanda pela priorização da restauração de ambientes tem apontado os SAFs como uma das estratégias para o alcance dessas metas. No entanto, à luz do mapeamento apresentado nesta pesquisa, evidencia-se que os promissores benefícios socioecológicos dos SAFs e QAFs ainda estão distantes do devido reconhecimento dos esforços empreendidos por aqueles que os implementam. Para que esses sistemas contribuam efetivamente para a conservação da biodiversidade, agrobiodiversidade ou

sociobiodiversidade, é fundamental que novos projetos não os tratem de forma rígida, pautados exclusivamente por premissas ecológicas e restrições excessivas, desconsiderando que a percepção do produtor difere das métricas adotadas pelas políticas públicas ou pelo financiador para o atingimento de metas.

6. Devido à complexidade dos SAFs e à abrangência da pesquisa, estudos adicionais poderiam enfatizar a dinâmica ao longo do tempo nos mesmos ambientes e a relação de composição com ambientes menos voláteis, como quintais agroflorestais, por exemplo. Da mesma forma, seria importante levantar informações mais detalhadas sobre manejo e práticas nas propriedades que possam alterar a composição dos SAFs.
7. Avançar nas investigações científicas com o objetivo de desenvolver uma ferramenta que subsidie os agricultores na tomada de decisão quanto à implantação de um SAF, considerando um cenário ótimo que integre: a seleção de espécies com elevado valor comercial; a dinâmica temporal dos componentes; combinações otimizadas das espécies mais promissoras; arranjos com maior resiliência às variações climáticas; e capacidade de atenuação térmica, visando, entre os benefícios ambientais, a promoção de maior conforto térmico durante as atividades de manejo.
8. Almeja-se, futuramente, discutir e desenvolver um índice ou indicador numérico capaz de refletir de forma integrada as iniciativas agroflorestais, permitindo a tradução de diversos atributos em um único valor ou escala representativa. Esse indicador poderia incorporar e expressar, de modo sintético, aspectos como o esforço empregado na combinação de cultivos, a riqueza de espécies, a conservação de plantas remanescentes ou favorecimento da regeneração, a geração de renda, o tamanho de área cultivada, o número de produtos gerados, a provisão de alimentos e demais recursos para a família, a proteção do solo, o estoque de carbono, a produção de sombra, entre outros serviços ecossistêmicos associados aos SAFs. Espera-se avançar para formatar futuramente o VIA – Valor da Iniciativa Agroflorestal ou IPA – Índice de Performance Agroflorestal.

## **Conclusões**

A pesquisa destacou a diversidade e complexidade dos SAFs na Amazônia Oriental, expressas em 75 sistemas, 72 espécies e 36 famílias botânicas. Ressaltou-se a importância das espécies alimentares e frutíferas nos cultivos consorciados, a centralidade do cumaru como espécie estratégica e a capacidade dos agricultores de construir sistemas produtivos resilientes a partir de escolhas

próprias. Além disso, a predominância de espécies alimentares nos arranjos observados sugere que esses sistemas desempenham papel fundamental na subsistência das comunidades locais, provendo alimentos e insumos essenciais para os agricultores familiares, indicando, assim, uma convergência funcional.

Os resultados reforçam que a função primordial do cultivo consorciado em SAFs, na região deste estudo, é a produção de alimentos, especialmente frutas, mantidas em sistemas com predominância de espécies perenes e com baixa riqueza (2 a 7 espécies). O trabalho evidenciou que a maioria dos SAFs possui menos de 2 anos de implantação, enquanto arranjos com mais de 10 anos são escassos, e que, nos municípios onde houve projetos de fomento, a concentração de SAFs foi maior.

A ampla riqueza de espécies evidencia o potencial desses sistemas na manutenção da biodiversidade e na oferta de produtos florestais e agrícolas. A distribuição das espécies por categorias de ciclo de vida e uso mostrou que há associação negativa entre espécies florestais e alimentares perenes, e correlação positiva entre cultivos de ciclo curto e semiperenes, evidenciando que há uma tomada de decisão em relação a quais grupos priorizar e manter nos consórcios.

A integração de espécies florestais, geradoras principalmente de produtos não madeireiros, pode funcionar como vetor/catalisador de reflorestamento produtivo, o que, de todo modo, não altera o fato de que os SAFs na região de estudo estão majoritariamente ligados a espécies consideradas agrícolas e frutíferas.

O fortalecimento de iniciativas de fomento e o desenvolvimento de políticas integradas que valorizem a multifuncionalidade dos SAFs são essenciais para ampliar seus benefícios, consolidando-os como uma abordagem eficiente para o uso da terra na Amazônia.

### **Agradecimentos**

As técnicas/os da Ceplac, Emater, Embrapa, Secretarias de Prefeituras dos municípios visitados que auxiliaram a organização e logística das visitas de campo. As produtoras/es que gentilmente compartilharam seu conhecimento sobre os SAFs e permitiram conhecer suas propriedades contribuindo para a formação de novos profissionais das ciências agrárias. A todos os Discentes de graduação envolvidos em atividades de coleta e visita aos produtores.

### **Referências bibliográficas**

ABDO, MTVN; VALERI, Sérgio Valiengo; MARTINS, Antônio Lúcio Mello. Sistemas agroflorestais e agricultura familiar: uma parceria interessante. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, v. 1, n. 2, p. 50–59, 2008.

- ABDUL-SALAM, Yakubu; OVANDO, Paola; ROBERTS, Deborah. Understanding the economic barriers to the adoption of agroforestry: A Real Options analysis. **Journal of Environmental Management**, v. 302, p. 113955, 2022.
- ALAMU, Emmanuel Oladeji *et al.* Assessing the impact of Gliricidia agroforestry-based interventions on crop nutritional, antinutritional, functional, and mineral compositions in eastern Province, Zambia. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 47, n. 10, p. 1440–1460, 2023.
- ALVARES, Clayton Alcarde *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- ALVES, Rafael Moysés; CHAVES, Saulo Fabrício da Silva; NEGRÃO, Leticia Maria Viana. Viabilidade técnica do uso de Swietenia macrophylla e Theobroma grandiflorum em sistema agroflorestal. **Ciência Florestal**, v. 32, n. 2, p. 617–636, 2022.
- ANDRADE, Brisa Marina Silva *et al.* Uso da gliricídia (*Gliricidia sepium*) para alimentação animal em Sistemas Agropecuários Sustentáveis. **Scientia plena**, v. 11, n. 4, 2015.
- ANDREATA, Helton Kania; DA MOTA, Dalva Maria. Sistemas agroflorestais como estratégia de ação coletiva em uma comunidade quilombola da Amazônia oriental paraense. 2022.
- ARCO-VERDE, Marcelo Francia; AMARO, George Correa. Análise financeira de sistemas produtivos integrados. **Análise**, p. 274, 2014.
- BARBAULT, N. *et al.* Insights into fruit tree models relevant to simulate fruit tree-based agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, v. 98, n. 4, p. 817–835, 2024.
- BENTES-GAMA, Michelliny de Matos *et al.* Análise econômica de sistemas agroflorestais na Amazônia ocidental, Machadinho d'Oeste-RO. **Revista Árvore**, v. 29, p. 401–411, 2005.
- BERGAMASCHI, Homero. O clima como fator determinante da fenologia das plantas. **Fenologia: ferramenta para conservação, melhoramento e manejo de recursos vegetais arbóreos. Colombo: Embrapa Florestas**, v. 1, p. 291–310, 2007.
- BERNARD, H. Russell. **Research methods in anthropology: Qualitative and quantitative approaches**. [S.l.]: Rowman & Littlefield, 2017.
- BHAGWAT, Shonil A. *et al.* Agroforestry: a refuge for tropical biodiversity? **Trends in ecology & evolution**, v. 23, n. 5, p. 261–267, 2008.
- BHAGWAT, Shonil A. Catalyzing transformative futures in food and farming for global sustainability. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 6, p. 1009020, 2022.
- BISWAS, Benukar *et al.* Agroforestry offers multiple ecosystem services in degraded lateritic soils. **Journal of Cleaner Production**, v. 365, p. 132768, 2022.
- BLANCO-SEPÚLVEDA, Rafael; LIMA, Francisco; AGUILAR-CARRILLO, Amilcar. An assessment of the shade and ground cover influence on the mitigation of water-driven soil erosion in a coffee agroforestry system. **Agroforestry systems**, v. 98, n. 6, p. 1771–1782, 2024.
- BLINN, Christine E. *et al.* Rebuilding the Brazilian rainforest: Agroforestry strategies for secondary forest succession. **Applied geography**, v. 43, p. 171–181, 2013.
- BOADI, Samuel *et al.* Variability in forest tree species composition and diversity in different aged cocoa agroforests of Ghana. **Agroforestry Systems**, v. 98, n. 1, p. 255–268, 2024.
- BOLFE, Édson Luis; BATISTELLA, Mateus. Análise florística e estrutural de sistemas silviagrícolas em Tomé-Açu, Pará. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1139–1147, out. 2011.



- BORETTI, Alberto; ROSA, Lorenzo. Reassessing the projections of the world water development report. **NPJ Clean Water**, v. 2, n. 1, p. 15, 2019.
- BRAGA, Daniel PP; DOMENE, Frederico; GANDARA, Flávio B. Shade trees composition and diversity in cacao agroforestry systems of southern Pará, Brazilian Amazon. **Agroforestry Systems**, v. 93, n. 4, p. 1409–1421, 2019.
- BRAINER, Maria Simone De Castro Pereira. Produção de cacau. 2021.
- BRASIL. DECRETO Nº 4.722. Estabelece critérios para exploração da espécie *Swietenia macrophylla* King (mogno), e dá outras providências. . 5 jun. 2003.
- BROWDER, John O.; WYNNE, Randolph H.; PEDLOWSKI, Marcos A. Agroforestry diffusion and secondary forest regeneration in the Brazilian Amazon: further findings from the Rondônia Agroforestry Pilot Project (1992–2002). **Agroforestry Systems**, v. 65, p. 99–111, 2005.
- CAPUCHO, H. L. V. *et al.* Phenology of *Dipteryx odorata* and *Dipteryx punctata* in agroforestry systems in the eastern Amazon. **Amaz. J. Agric. Environ. Sci**, v. 64, p. 1–16, 2021.
- CARDOZO, Ernesto Gomez *et al.* Species richness increases income in agroforestry systems of eastern Amazonia. **Agroforestry systems**, v. 89, p. 901–916, 2015.
- CARDOZO, Ernesto Gomez *et al.* Effect of species richness and vegetation structure on carbon storage in agroforestry systems in the Southern Amazon of Bolivia. **Revista de Biología Tropical**, v. 66, n. 4, p. 1481–1495, 2018.
- CARMONA, Iara Nobre *et al.* Variáveis morfológicas de três espécies florestais em sistema agroflorestal. **Revista Agroecossistemas**, v. 10, n. 1, p. 131–144, 2018.
- CAROLINA, Quintero; ALEJANDRA, Arce; NADINE, Andrieu. Evidence of agroecology’s contribution to mitigation, adaptation, and resilience under climate variability and change in Latin America. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 48, n. 2, p. 228–252, 2024.
- CARVALHO, Cezarina Do Socorro de Souza *et al.* Influência do manejo no desenvolvimento de espécies arbóreas em um sistema agroflorestal. *In*: Editora Científica Digital, 2021.
- CELENTANO, Danielle *et al.* Carbon sequestration and nutrient cycling in agroforestry systems on degraded soils of Eastern Amazon, Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 94, p. 1781–1792, 2020.
- CERDA, Rolando *et al.* Contribution of cocoa agroforestry systems to family income and domestic consumption: looking toward intensification. **Agroforestry systems**, v. 88, p. 957–981, 2014.
- CIFOR-ICRAF. **Agroforestry**. CENTER FOR INTERNATIONAL FORESTRY RESEARCH AND WORLD AGROFORESTRY, , [S.d.]. Disponível em: <<https://www.cifor-icraf.org/research/topic/agroforestry/>>. Acesso em: 6 jul. 2024
- CITES. **Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora**. , [S.d.]. Disponível em: <<https://cites.org/eng>>
- COLLI-SILVA, Matheus *et al.* Domestication of the Amazonian fruit tree cupuaçu may have stretched over the past 8000 years. **Communications Earth & Environment**, v. 4, n. 1, p. 401, 2023.
- COOMES, Oliver T.; BURT, Graeme J. Indigenous market-oriented agroforestry: dissecting local diversity in western Amazonia. **Agroforestry systems**, v. 37, p. 27–44, 1997.
- COSTA, Darielly Melize Carneiro; PAULETTO, Daniela. Importância dos sistemas agroflorestais na composição de renda de agricultores familiares: estudo de caso no município de Belterra, Pará. **Nativa**, v. 9, n. 1, p. 92–99, 2021.

- CRESPO SILVA, Ivan. **Sistemas Agroflorestais: Conceitos e métodos**. 1. ed. Itabuna: SBSAF, 2013.
- DA FONSECA, Raylana Rodrigues *et al.* Densidade e umidade do solo em sistemas agroflorestais. **Revista Agroecossistemas**, v. 10, n. 2, p. 367–374, 2018.
- DA MOTA, Cléo Gomes *et al.* O cultivo do cumaru como alternativa econômica para agricultores familiares: estudo de caso na região oeste do Pará. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e46511326732–e46511326732, 2022.
- DA SILVA, Ádria Fernandes *et al.* Produção e Renda do Componente Arbóreo Cumaru (*Dipteryx* spp.) em Sistemas Agroflorestais na Região Oeste do Pará. **Caderno de Pesquisa Ciência e Inovação; Francisco, PRM, Sá, TFF, Braga Júnior, JM, Eds**, p. 99–109, 2018a.
- DA SILVA, Geny Rocha; PAULETTO, Daniela; SILVA, Arystides Resende. Dinâmica sazonal de nutrientes e atributos físicos do solo em sistemas agroflorestais. 2020.
- DA SILVA, Jéssica Aline Godinho *et al.* Morfometria de plantios de *Dipteryx odorata* Aubl Willd (Cumaru) no Oeste do Pará. **Advances in Forestry Science**, v. 7, n. 3, p. 1171–1180, 2020.
- DA SILVA, Lenice Soares; PIERRE, Fernanda Cristina. Aplicabilidade do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum.) Em produtos e subprodutos processados. **Tekhne e Logos**, v. 12, n. 1, p. 19–33, 2021.
- DA SILVA NETO, Pedro Abreu; SILVA, Joselito Brillhante; DE MEDEIROS GOMES, Luís Felipe. Cumaru (*Dipteryx odorata*): prospecção científica e tecnológica. **Cadernos de Prospecção**, v. 16, n. 1, p. 295–311, 2023.
- DA SILVA, Saulo Ubiratan Pinheiro *et al.* Viabilidade econômica de sistemas agroflorestais em Novo Progresso (PA). **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 6, p. 28–36, 2018b.
- DAGAR, Jagdish C.; TEWARI, Vindhya P. Evolution of agroforestry as a modern science. **Agroforestry: Anecdotal to modern science**, p. 13–90, 2017.
- DE ALMEIDA PEREIRA, Beatriz *et al.* Influence of agroforestry system modalities on maize (*Zea mays*) yield in an Amazon ecosystem. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 15, 2021.
- DE FREITAS, Bruna Bandeira; PAULETTO, Daniela; DE SOUSA, Iara Rayana Leal. Crescimento inicial e biomassa de espécies utilizadas como adubação verde em sistema de aleias. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 15, n. 1, p. 20–27, 2020.
- DE JESUS, Leila da Graça *et al.* Estudo do balanço hídrico e classificação climática para o município de Monte Alegre-PA (Water balance and climatic classification of Monte Alegre, Pará, Brazil). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 2, p. 643–651, 2018.
- DE JONG, W. Swidden-fallow agroforestry in Amazonia: diversity at close distance. **Agroforestry systems**, v. 34, p. 277–290, 1996.
- DE MATOS REBÊLO, Ananda Gabrielle *et al.* Estoque de nutrientes e decomposição da serapilheira em sistemas agroflorestais no município de Belterra-Pará. **Ciência Florestal**, v. 32, n. 4, p. 1876–1893, 2022.
- DE MONTEIRO OLIVEIRA, Andrelyne Vitória; DE SOUSA, Alexandre Magno; ROLIM, Priscilla Moura. Potencialidades do umbu (*Spondias tuberosa* Arr.) e cajá (*Spondias mombin* L.): evidências para promoção da biodiversidade alimentar. **Nutrição Brasil**, v. 23, n. 2, p. 888–911, 2024.

- DE OLIVEIRA FIGUEIRA, Elizandra Patrícia *et al.* Diversidade e estrutura horizontal de sistemas agroflorestais em Monte Alegre, Pará. **Revista Agroecossistemas**, v. 9, n. 2, p. 350–359, 2017.
- DE SOUSA, Iara Rayana Leal *et al.* Decomposição de espécies utilizadas como adubação verde em sistema agroflorestal experimental, Santarém, Pará. **Revista Agroecossistemas**, v. 10, n. 2, p. 50–63, 2018.
- DE SOUSA, Iara Rayana Leal *et al.* Taxa de decomposição foliar de espécies utilizadas em sistemas agroflorestais. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 15, n. 2, p. 118–126, 2020.
- DE SOUSA LOPES, Lucas Sérgio *et al.* Dendrometric Relationships and Biomass in Commercial Plantations of *Dipteryx* spp. in the Eastern Amazon. **Forests**, v. 14, n. 11, p. 2167, 2023.
- DE SOUSA, Verena Santos *et al.* Dinâmica da cobertura de dossel, temperatura e umidade do solo em sistemas agroflorestais no Oeste do Pará. **Revista Agroecossistemas**, v. 14, n. 1, p. 21–40, 2022.
- DE SOUZA PRAIS, Jacqueline Lidiane; DA ROSA, Vanderley Flor. Nuvem de palavras e mapa conceitual: estratégias e recursos tecnológicos na prática pedagógica. **Nuances: estudos sobre Educação**, v. 28, n. 1, p. 201–219, 2017.
- DEMIE, Gadisa *et al.* Perennial plant species composition and diversity in relation to socioecological variables and agroforestry practices in central Ethiopia. **Agroforestry Systems**, v. 98, n. 2, p. 461–476, 2024.
- DJUIDEU, T. C. L. *et al.* Plant community composition and functional characteristics define invasion and infestation of termites in cocoa agroforestry systems. **Agroforestry systems**, v. 94, n. 1, p. 185–201, 2020.
- DO NASCIMENTO, Denise Reis; ALVES, Lívia Navegantes; SOUZA, Maria Lucimar. Implantação de sistemas agroflorestais para a recuperação de áreas de preservação permanente em propriedades familiares rurais da região da Transamazônica, Pará. **Agricultura Familiar: pesquisa, formação e desenvolvimento**, v. 13, n. 2, p. 103–120, 2019.
- DO NASCIMENTO, Gabriela de Cássia Santos *et al.* Produção agroalimentar: cenário socioeconômico e infraestrutura no PDS Terra Nossa, Novo Progresso, PA. **Terceira Margem Amazônia**, v. 4, n. 12, 2019.
- DO ROSÁRIO, Raimara Reis *et al.* Uso e ocupação do solo do município de novo progresso no Estado do Pará-Brasil. **Research, society and development**, v. 10, n. 1, p. e51210112060–e51210112060, 2021.
- DOS SANTOS, Silvio Roberto Miranda; KATO, Osvaldo Ryohei; TOURINHO, Manoel Malheiros. Diversidade florística e estoque de carbono de sistemas agroflorestais em dois municípios do nordeste paraense, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi-Ciências Naturais**, v. 14, n. 1, p. 31–42, 2019.
- DUBOIS, JCL. A importância de espécies perenes de maior valor econômico em sistemas agroflorestais. **Silva, IC Sistema agroflorestal: Conceitos e métodos**. Itabuna, BA, SBSAF, p. 143–182, 2013.
- DUBOIS, Jean Clement Laurent; VIRGILIO MAURÍCIO VIANA; ANTHONY B. ANDERSON. **Manual agroflorestal para a Amazônia**. 1. ed. [S.l.]: Instituto Rede Brasileira Agroflorestal - Rebraf, 1996. v. 1

- FAHAD, Shah *et al.* Agroforestry systems for soil health improvement and maintenance. **Sustainability**, v. 14, n. 22, p. 14877, 2022.
- FUTEMMA, Célia; DE CASTRO, Fábio; BRONDIZIO, Eduardo S. Farmers and social innovations in rural development: collaborative arrangements in eastern Brazilian Amazon. **Land Use Policy**, v. 99, p. 104999, 2020.
- GARAVITO, Giovanni *et al.* Assessment of biodiversity goods for the sustainable development of the chagra in an indigenous community of the Colombian Amazon: local values of crops. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 17, p. 1–13, 2021.
- GOÑAS, Malluri *et al.* Tree diversity in agroforestry systems of native fine-aroma cacao, Amazonas, Peru. **Plos one**, v. 17, n. 10, p. e0275994, 2022.
- GONZÁLEZ, Nidia Catherine; KRÖGER, Markus. The potential of Amazon indigenous agroforestry practices and ontologies for rethinking global forest governance. **Forest policy and economics**, v. 118, p. 102257, 2020.
- HERRERA-FEIJOO, Robinson J. *et al.* Modelling climatically suitable areas for Mahogany (*Swietenia macrophylla* King) and their shifts across Neotropics: The role of Protected Areas. **Forests**, v. 14, n. 2, p. 385, 2023.
- HOCH, L.; POKORNY, B.; DE JONG, W. How successful is tree growing for smallholders in the Amazon? **International Forestry Review**, v. 11, n. 3, p. 299–310, 2009.
- INMET. **Banco de Dados Meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia. Estação de Belterra.**, 2024. Disponível em: <<https://bdmep.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 26 mar. 2024
- ISAAC, Marney E. *et al.* Shade tree trait diversity and functions in agroforestry systems: A review of which traits matter. **Journal of Applied Ecology**, 2024.
- IVERSON, Aaron L.; IVERSON, Louis R. Contrasting Indigenous Urarina and Mestizo Farms in the Peruvian Amazon: Plant Diversity and Farming Practices. **Journal of Ethnobiology**, v. 41, n. 4, p. 517–534, 2021.
- JACOBI, Johanna *et al.* Carbon stocks, tree diversity, and the role of organic certification in different cocoa production systems in Alto Beni, Bolivia. **Agroforestry systems**, v. 88, p. 1117–1132, 2014.
- JUNIOR, Nivaldo Karvatte *et al.* Infrared thermography for microclimate assessment in agroforestry systems. **Science of The Total Environment**, v. 731, p. 139252, 2020.
- JÚNIOR, Silvio Brienza *et al.* Sistemas agrofloretais na Amazônia brasileira: análise de 25 anos de pesquisas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 60, p. 67–67, 2009.
- KOUASSI, Jean-Luc *et al.* Exploring barriers to agroforestry adoption by cocoa farmers in South-Western Côte d’Ivoire. **Sustainability**, v. 13, n. 23, p. 13075, 2021.
- LAGNEAUX, Elisabeth *et al.* Diversity bears fruit: Evaluating the economic potential of undervalued fruits for an agroecological restoration approach in the Peruvian Amazon. **Sustainability**, v. 13, n. 8, p. 4582, 2021.
- LAURI, Pierre-Éric *et al.* Agroforestry for fruit trees in Europe and Mediterranean North Africa. *In: Agroforestry for sustainable agriculture. [S.l.]*: Burleigh Dodds Science Publishing, 2019. p. 385–418.
- LEVIS, Carolina *et al.* How people domesticated Amazonian forests. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 5, p. 171, 2018.

- LIST, IUCN Red. The IUCN red list of threatened species. v. 12, n. version 3.1, 2004.
- MARQUARDT, Kristina; MILESTAD, Rebecka; SALOMONSSON, Lennart. Improved fallows: a case study of an adaptive response in Amazonian swidden farming systems. **Agriculture and Human Values**, v. 30, p. 417–428, 2013.
- MARTIN-GUAY, Marc-Olivier *et al.* Tree identity and diversity directly affect soil moisture and temperature but not soil carbon ten years after planting. **Ecology and Evolution**, v. 12, n. 1, p. e8509, 2022.
- MARTORANO, Lucieta Guerreiro *et al.* Climatology of air temperature in Belterra: Thermal regulation ecosystem services provided by the Tapajós National Forest in the amazon. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 36, n. 2, p. 327–337, 2021.
- MARTORANO, Lucieta Guerreiro; NECHET, Dimitri; PEREIRA, Lauro Charlet. Tipologia climática do Estado do Pará: adaptação do método de Köppen. **Boletim de Geografia Teórica**, v. 23, n. 45–46, p. 307–312, 1993.
- MELOTTO, Alex Marcel *et al.* Espécies florestais em sistemas de produção em integração. 2019.
- MICCOLIS, Andrew *et al.* Restauração ecológica com sistemas agroflorestais: como conciliar conservação com produção: opções para Cerrado e Caatinga. 2016.
- MUCHANE, Mary N. *et al.* Agroforestry boosts soil health in the humid and sub-humid tropics: A meta-analysis. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 295, p. 106899, 2020.
- NAIR, PK Ramachandran *et al.* Definition and concepts of agroforestry. **An introduction to agroforestry: Four decades of scientific developments**, p. 21–28, 2021.
- NOTARO, Martin; GARY, Christian; DEHEUVELS, Olivier. Plant diversity and density in cocoa-based agroforestry systems: how farmers' income is affected in the Dominican Republic. **Agroforestry Systems**, v. 94, p. 1071–1084, 2020.
- OLIVEIRA, Nara Lina *et al.* Desenvolvimento Sustentável e Sistemas Agroflorestais na Amazônia matogrossense. **Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia**, n. 10, 2010.
- OLIVEIRA NETO, Mário M.; NAVEGANTES ALVES, Livia de F.; SCHWARTZ, Gustavo. Agroforestry systems associated with natural regeneration: alternatives practiced by family-farmers of Tomé-Açu, Pará. **Sustainability in Debate/Sustentabilidade em Debate**, v. 13, n. 1, 2022.
- ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. , 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/conheca-os-novos-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-da-onu/amp/>>
- PALACIOS BUCHELI, Vandreé Julián; BOKELMANN, Wolfgang. Agroforestry systems for biodiversity and ecosystem services: the case of the Sibundoy Valley in the Colombian province of Putumayo. **International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management**, v. 13, n. 1, p. 380–397, 2017.
- PAULETTO, D. *et al.* Silvicultura na Fazenda Experimental da Ufopa: lições e aprendizados. **Santarém: Ufopa**, 2022.
- PAULETTO, Daniela *et al.* Custos de implantação de sistema agroflorestal experimental sob diferentes condições de manejo em Santarém, Pará. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018.

- PAULETTO, Daniela *et al.* Uso de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud) em sistema alley cropping na produção de macaxeira (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Agroecossistemas**, v. 15, n. 1, p. 22–30, 2023.
- PIMENTEL, Cleise Rebelo *et al.* Deposição de serapilheira em dois sistemas agroflorestais no Baixo Amazonas, oeste do Pará. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018.
- PIMENTEL, Cleise Rebelo *et al.* Produção, acúmulo e decomposição de serapilheira em três sistemas agroflorestais no Oeste do Pará. **Advances in forestry science**, v. 8, n. 1, p. 1291–1300, 2021a.
- PIMENTEL, Neisiany Rebelo *et al.* Produção, acúmulo e decomposição de serapilheira em três sistemas agroflorestais no Oeste do Pará. **Advances in forestry science**, v. 8, n. 1, p. 1291–1300, 2021b.
- RAIOL, Carlindo S.; ROSA, Leonilde dos S. Sistemas Agroflorestais na Amazônia Oriental: O caso dos agricultores familiares de Santa Maria do Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 2, p. 258–265, 2013.
- ROBIGLIO, Valentina; REYES, Martin. Restoration through formalization? Assessing the potential of Peru's Agroforestry Concessions scheme to contribute to restoration in agricultural frontiers in the Amazon region. **World Development Perspectives**, v. 3, p. 42–46, 2016.
- RODRIGUES, T. E. *et al.* Caracterização dos solos da área do planalto de Belterra, município de Santarém, Estado do Pará. 2001.
- SAGASTUY, Mauricio; KRAUSE, Torsten. Agroforestry as a biodiversity conservation tool in the atlantic forest? Motivations and limitations for small-scale farmers to implement agroforestry systems in north-eastern Brazil. **Sustainability**, v. 11, n. 24, p. 6932, 2019.
- SAS INSTITUTE INC. **SAS user's guide for windows environment**. Estados Unidos, 1995.
- SAUVADET, Marie *et al.* Shade trees have higher impact on soil nutrient availability and food web in organic than conventional coffee agroforestry. **Science of the Total Environment**, v. 649, p. 1065–1074, 2019.
- SCCOTI, Marta Silvana Volpato *et al.* Evaluation and potential use of native forest species in the recovery of a legal reserve in the Western Amazon. **Revista Agro@ Ambiente On-Line**, v. 13, p. 232–242, 2019.
- SCHAFFER, Christina; ELBAKIDZE, Marine; BJÖRKLUND, Johanna. Motivation and perception of farmers on the benefits and challenges of agroforestry in Sweden (Northern Europe). **Agroforestry Systems**, v. 98, n. 4, p. 939–958, 2024.
- SILVA, Ivan Crespo. Sistemas agroflorestais no Brasil: aspectos conceituais e conjunturais. **Educación e Investigación Forestal Para un Equilibrio Vital: Cooperación Binacional Brasil Argentina**. 1ed. Córdoba (Argentina): Brujas, v. 1, p. 197–215, 2014.
- SMITH, Nigel JH *et al.* Agroforestry trajectories among smallholders in the Brazilian Amazon: innovation and resiliency in pioneer and older settled areas. **Ecological economics**, v. 18, n. 1, p. 15–27, 1996.
- SOLIS, R. *et al.* Carbon stocks and the use of shade trees in different coffee growing systems in the Peruvian Amazon. **The Journal of Agricultural Science**, v. 158, n. 6, p. 450–460, 2020.
- SUÁREZ SALAZAR, Juan Carlos *et al.* First typology of cacao (*Theobroma cacao* L.) systems in Colombian Amazonia, based on tree species richness, canopy structure and light availability. **PLoS One**, v. 13, n. 2, p. e0191003, 2018.

- TABANEZ, ANDRÉ. **Mercado de compra de sementes de cumaru por indústrias de perfumaria.** , jan. 2024.
- TAILLANDIER, Chloé; CÖRVERS, Ron; STRINGER, Lindsay C. Growing resilient futures: agroforestry as a pathway towards climate resilient development for smallholder farmers. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 7, p. 1260291, 2023.
- TORQUEBIAU, Emmanuel F. A renewed perspective on agroforestry concepts and classification. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences-Series III-Sciences de la Vie**, v. 323, n. 11, p. 1009–1017, 2000.
- TREMBLAY, Stéphane *et al.* Agroforestry systems as a profitable alternative to slash and burn practices in small-scale agriculture of the Brazilian Amazon. **Agroforestry Systems**, v. 89, p. 193–204, 2015.
- TSCHARNTKE, Teja *et al.* Multifunctional shade-tree management in tropical agroforestry landscapes—a review. **Journal of Applied Ecology**, v. 48, n. 3, p. 619–629, 2011.
- VAN DAM, Alje *et al.* Correspondence analysis, spectral clustering and graph embedding: applications to ecology and economic complexity. **Scientific reports**, v. 11, n. 1, p. 8926, 2021.
- VAN LOON, Robin *et al.* Barriers to adopting a diversity of NUS fruit trees in Latin American food systems. *In: Orphan Crops for Sustainable Food and Nutrition Security. [S.l.]*: Routledge, 2021. p. 88–108.
- VAN NOORDWIJK, Meine *et al.* SDG synergy between agriculture and forestry in the food, energy, water and income nexus: reinventing agroforestry? **Current opinion in environmental sustainability**, v. 34, p. 33–42, 2018.
- VARGAS-TIERRAS, Yadira Beatriz *et al.* Characterization and role of Amazonian fruit crops in family farms in the provinces of Sucumbíos and Orellana (Ecuador). **Ciencia y Tecnología Agropecuaria**, v. 19, n. 3, p. 501–515, 2018.
- VASCONCELOS, Paulo César Silva *et al.* Caracterização dos sistemas agrofloretais em áreas de agricultores familiares em São Francisco do Pará. **Biodiversidade Brasileira**, v. 12, n. 2, 2022.
- VEBROVA, Hana *et al.* Tree diversity in cacao agroforests in San Alejandro, Peruvian Amazon. **Agroforestry systems**, v. 88, p. 1101–1115, 2014.
- VEGRO, Celso Luis Rodrigues; ASSUMPCÃO, R. de; SILVA, J. R. Aspectos socioeconômicos da cadeia de produção da amêndoa do cacau no eixo paraense da transamazônica. **Informações Econômicas**, v. 44, n. 4, p. 57–72, 2014.
- VERA-VÉLEZ, Roy; COTA-SÁNCHEZ, J. Hugo; GRIJALVA-OLMEDO, Jorge. Beta diversity and fallow length regulate soil fertility in cocoa agroforestry in the Northern Ecuadorian Amazon. **Agricultural Systems**, v. 187, p. 103020, 2021.
- VERA-VÉLEZ, Roy; GRIJALVA, Jorge; COTA-SÁNCHEZ, J. Hugo. Cocoa agroforestry and tree diversity in relation to past land use in the Northern Ecuadorian Amazon. **New Forests**, v. 50, n. 6, p. 891–910, 2019.
- VILELA, Rosana Brandão; RIBEIRO, Adenize; BATISTA, Nildo Alves. Nuvem de palavras como ferramenta de análise de conteúdo: Uma aplicação aos desafios do mestrado profissional em ensino na saúde. **Millenium-Journal of Education, Technologies, and Health**, n. 11, p. 29–36, 2020.
- WILSON, Matthew; LOVELL, Sarah. Agroforestry—The Next Step in Sustainable and Resilient Agriculture. **Sustainability**, v. 8, n. 6, p. 574, 18 jun. 2016.

ZEQUEIRA-LARIOS, Carolina *et al.* Tree diversity and composition in Mexican traditional smallholder cocoa agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, v. 95, n. 8, p. 1589–1602, 2021.