



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS

Thomás Floriano Boscaine

**Efeitos da diversidade funcional de sistemas agroflorestais sobre plantas
espontâneas alimentícias e medicinais.**

Florianópolis/SC
2023

Thomás Floriano Boscaine

**Efeitos da diversidade funcional de sistemas agroflorestais sobre plantas
espontâneas alimentícias e medicinais.**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-
Graduação da Universidade Federal de Santa
Catarina para a obtenção do título de Mestre em
Agroecossistemas

Orientador: Prof. Dr. Ilyas Siddique

Coorientador: Prof. Dr. Diego dos Santos

Florianópolis/SC

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Boscaine, Thomás

Efeitos da diversidade funcional de sistemas
agroflorestais sobre plantas espontâneas alimentícias e
medicinais. / Thomás Boscaine ; orientador, Ilyas
Siddique, coorientador, Diego Santos, 2023.

88 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós
Graduação em Agroecossistemas, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Agroecossistemas. 2. plantas espontâneas alimentícias.
3. plantas espontâneas medicinais. 4. diversidade
funcional. 5. sistemas agroflorestais. I. Siddique, Ilyas.
II. Santos, Diego. III. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas. IV.
Título.

Thomás Floriano Boscaine

**Efeitos da diversidade funcional de sistemas agroflorestais sobre plantas
espontâneas alimentícias e medicinais.**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca
examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof.(a) Dr. Fernando Joner
FIT/CCA/UFSC

Prof.(a) Dr. Catarina Jakovac
FIT/CCA/UFSC

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão
que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Agroecossistemas.

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Prof.(a) Ilyas Siddique Dr.(a)
Orientador(a)

Florianópolis/SC
2023

Este trabalho é dedicado a todos que acreditam e fortalecem a agroecologia, e que de alguma forma contribuem para uma agricultura sustentável.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus familiares, meus pais José Américo e Rosa de Fátima, e ao meu irmão Kim, por todo apoio não só durante o meu processo de formação acadêmica, mas em todas as fases da minha vida.

À minha companheira, Ana Carolina, pelo suporte e ajuda durante todo esse período, me incentivando a sempre acreditar que posso alcançar meus objetivos.

Aos meus orientadores Ilyas Siddique e Diego dos Santos por todos os ensinamentos, não só necessários para o melhor aperfeiçoamento da dissertação, mas para meu crescimento pessoal.

Aos meus colegas de LEAp, em especial Diego do Santos, Renata Lucas e Djalma Roecker Jr., por permitirem utilizar os dados coletados em seus trabalhos para serem analisados com outra perspectiva, possibilitando assim o desenvolvimento da minha pesquisa.

Também agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas e a todos os professores e colegas que estiveram de alguma forma presentes em meus dias, auxiliando e contribuindo para que este trabalho fosse realizado de forma mais leve.

Por fim, agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa através do edital nº 131930/2020-6 que sem esse auxílio não seria possível desenvolver minha pesquisa.

RESUMO

Um dos atuais desafios da agricultura é propor novas abordagens que conciliem o manejo ecológico das plantas espontâneas com a crescente demanda por alimentos saudáveis. Os sistemas agroflorestais (SAFs) têm demonstrado maior eficiência do que as formas convencionais de agricultura em ambos os pontos. No entanto, para o desenvolvimento correto de novas práticas de manejo, é de extrema importância entendermos qual a abundância, frequência e riqueza das espécies presentes na comunidade de plantas espontâneas e de que forma suas utilidades possam gerar contribuições para as pessoas. A seguinte pesquisa tem como objetivo identificar as plantas espontâneas, presentes em parcelas permanentes de sistemas agroflorestais sucessionais com estrutura funcional controlada experimentalmente na Fazenda Experimental da Ressacada - UFSC/Florianópolis, que apresentem utilidade alimentícia e/ou medicinal, bem como elucidar o efeito dos atributos funcionais das espécies cultivadas sobre a composição das plantas espontâneas úteis ao longo dos primeiros anos de sucessão agroflorestal. Para alcançar tal objetivo, foi realizada a revisão bibliográfica das espécies de plantas espontâneas, a fim de obter informações sobre as partes comestíveis, as formas de uso e as propriedades nutracêuticas e medicinais. Foram identificadas 37 espécies espontâneas, após levantamento fitossociológico, que possuem utilidade alimentícia e/ou medicinal ao longo dos primeiros anos de sucessão agroflorestal, sendo as folhas as partes mais consumidas, tanto para alimentação quanto para o combate a enfermidades. Já para entendermos a influência dos atributos funcionais, análises estatísticas foram feitas através de modelos lineares mistos, tendo como variáveis respostas a medida de riqueza observada e os valores de abundância relativa das espontâneas com utilidade alimentícia e medicinal, e como variáveis preditoras as coletas realizadas durante os três primeiros anos de implantação, faixas de cultivos, identidade funcional dos cultivos (CWM - *Community Weighted Mean*) e diversidade funcional dos cultivos (Rao). Como resultados, observamos que o aumento da diversidade funcional dos cultivos promoveu maior riqueza de espontâneas úteis, porém não teve influência sobre a abundância dessas espécies. Já em relação aos atributos funcionais isoladamente, vimos que aumento da identidade funcional dos cultivos apresentou efeito oposto ao aumento da diversidade funcional. Os cultivos agroflorestais com alta diversidade em área foliar específica (SLA) e altura máxima (H) apresentaram maior riqueza de espontâneas úteis. No entanto, os cultivos com altos valores de SLA e concentração de nitrogênio foliar (LNC) apresentaram menor riqueza de espontâneas com utilidade alimentícia e medicinal. Já os cultivos agroflorestais com alta diversidade de conteúdo de matéria seca foliar (LDMC) demonstraram um decréscimo na riqueza de espontâneas úteis ao longo do período sucessional. No que diz respeito a abundância dessas espécies úteis, a diversidade funcional dos cultivos não teve influência. Porém, cultivos agroflorestais com altos valores de SLA e LNC apresentaram menor abundância de espontâneas úteis, enquanto os cultivos com altos valores de H e LDMC apresentaram maior abundância dessas espécies. Sendo assim, a partir desses resultados, é possível compreender que a escolha de espécies através da estrutura funcional de cultivos agroflorestais pode ser uma nova abordagem que concilie o manejo de plantas espontâneas e a contribuição para a melhoria da qualidade de vida.

Palavras-chave: Plantas espontâneas, plantas alimentícias, plantas medicinais.

ABSTRACT

One of the main challenges of modern agriculture lies in reconciling the ecological management of spontaneous plants (weeds) with the growing demand for healthy food. Agroforestry systems (SAFs) have proven to tackle both aspects of the matter in a more efficient way, compared to the traditional approaches. However, for the proper development of new management practices, it is extremely important to understand the abundance, frequency and richness of the species in the spontaneous plants' community, as well as how their use contributes to people. This study aims to identify edible and/or medicinal spontaneous plants present in the experimental agroforestry plots and elucidate the effect of the functional traits of cultivated species on the composition of useful spontaneous plants during the first years of agroforestry succession. Information on the ways to use and consume these plants, along with its nutraceutical and medicinal properties were obtained through bibliographic review. In the early succession stages, after phytosociological survey 37 spontaneous species were identified as useful, being leaves the most consumed plant part. In order to understand the influence of functional traits, statistical analyzes were carried out using mixed linear models, with the observed richness and the values of relative abundance of useful spontaneous species as response variables, where growing seasons, crop ranges, functional identity of crops (CWM – Community Weighted Mean) and functional diversity of crops (Rao) were predictors. As a result, we observed that the increase in the functional diversity of the crops promoted greater richness of useful plants, but had no influence on its the abundance. In relation to the functional traits tested separately, the increase in the functional identity of the crops had the opposite effect to the increase in the functional diversity. Agroforestry crops with high diversity in specific leaf area (SLA) and maximum height (H) showed greater richness of useful plants, whereas crops with high values of SLA and high foliar nitrogen concentration (LNC) showed lower richness. Agroforestry crops with high diversity of leaf dry matter content (LDMC) showed a decrease in the richness of useful spontaneous species over the successional period. The functional diversity of the crops had no influence on the abundance of useful species. However, agroforestry crops with high values of SLA and LNC had a lower abundance of useful weeds, while crops with high values of H and LDMC had a higher abundance of these species. From these results it is possible to infer that the use of functional traits as criteria for agroforestry crop selection is an approach that reconciles the management of spontaneous plants with food production, contributing to improve the quality of life.

Keywords: spontaneous plants, edible weed, medicinal weed.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Processos e serviços fornecidos pelos sistemas de múltiplas espécies. ..	24
Figura 2: Localização da Fazenda da Ressacada, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, situada em Florianópolis/SC, Brasil.	29
Figura 3: Disposição e dimensões das parcelas dos tratamentos experimentais dentro de cada bloco na área experimental.	31
Figura 4: Representação da parcela experimental com dimensões e distribuição das faixas com os diferentes hábitos de crescimento das espécies vegetais cultivadas em sistema agroflorestal.	31
Figura 5: Representação dos tratamentos utilizados no delineamento experimental, evidenciando a quantidade de espécies utilizadas, qualidade de biomassa destas espécies e composição das parcelas experimentais.	32
Figura 6: Diagrama de Venn representando as utilidades documentadas.	39
Figura 7: Abundância e frequência das espécies espontâneas alimentícias e medicinais levantadas de acordo com as coletas realizadas.	43
Figura 8: Diagrama de caixas representando os modelos finais tendo as coletas e faixas de cultivo como variáveis preditoras.	46
Figura 9: Modelos de riqueza de plantas espontâneas úteis em resposta ao efeito da diversidade funcional.	50
Figura 10: Modelos de riqueza de plantas espontâneas úteis em resposta ao efeito da identidade funcional.	53
Figura 11: Modelos de abundância de plantas espontâneas úteis em resposta ao efeito identidade funcional.	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Lista de atributos funcionais e suas respectivas funções ecológicas.	33
Quadro 2: Descrição de atributos funcionais utilizados e metodologia utilizada para seleção, coleta e medição dos dados.	33
Quadro 3: Variáveis respostas e preditoras utilizadas para compor os modelos testados.....	38
Quadro 4: Modelos finais testados para cada uma das hipóteses propostas.	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Análise do solo na área experimental da Fazenda Experimental da Ressacada, da Universidade Federal de Santa Catarina, antes da instalação do experimento. Profundidade: 0-20cm. Setembro de 2016.	30
Tabela 2: Modelos finais para a sucessão agroflorestal e faixas de cultivos com efeito significativo da variável resposta e que atenderam aos pressupostos de não colinearidade, homocedasticidade e normalidade.....	47
Tabela 3: Modelos finais para a diversidade funcional com efeito significativo da variável resposta e que atenderam aos pressupostos de não colinearidade, homocedasticidade e normalidade.....	49
Tabela 4: Modelos finais para a identidade funcional com efeito significativo da riqueza e que atenderam aos pressupostos de não colinearidade, homocedasticidade e normalidade.....	53
Tabela 5: Modelos finais para a identidade funcional com efeito significativo da abundância e que atenderam aos pressupostos de não colinearidade, homocedasticidade e normalidade.....	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

[N]: Concentração de nitrogênio

A: Alto/ Elevada [N];

ARB: Arbustos

ARV: Arbóreo;

B: Baixo/ baixa [N];

CWM: Community weighted mean – Média ponderada da comunidade;

CobR: Cobertura relativa

H: Altura máxima

HE: Herbáceas

LDMC: Leaf dry mass content – Conteúdo de matéria seca foliar

LNC: Leaf Nitrogen Content – Conteúdo de nitrogênio foliar

M: Médio/ mistura de elevada e baixa [N]

QA: Quadros amostrais

RAO: Entropia quadrática de Rao

SAFs: Sistemas agroflorestais;

SLA: Specific leaf area – Área foliar específica

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	Plantas Espontâneas Alimentícias e Medicinais.....	17
2.2	Sistemas Agroflorestais.....	22
2.3	Atributo, Diversidade e Identidade Funcional.	25
3	OBJETIVOS.....	28
3.1	Objetivo Geral.	28
3.2	Objetivos Específicos.....	28
4	Hipóteses	28
5	Materiais e métodos.....	29
5.1	Área de Estudo.....	29
5.2	Delineamento Experimental.....	30
5.3	Dados Coletados (2017 e 2019).	32
5.4	Revisão Bibliográfica.	34
5.5	Quantificação da Diversidade e Identidade Funcional dos cultivos.	35
5.6	Quantificação da Abundância, Frequência e Riqueza das Espontâneas Alimentícias e Medicinais.....	36
5.7	Análises Estatísticas.	37
5.8	Modelos lineares de efeitos mistos.....	37
6	Resultados e discussão	39
6.1	Compilado de informações resultante da revisão bibliográfica.....	39
6.2	Abundância, frequência e riqueza das espontâneas úteis de acordo com as coletas, tratamentos e faixas de cultivo.....	40
6.3	Influência da sucessão agroflorestal, tratamentos e faixas de cultivo sobre a abundância, frequência e riqueza das espécies espontâneas úteis...43	
6.4	Influência da diversidade funcional sobre a riqueza e abundância das espécies espontâneas úteis.....	47

6.5 Influência da identidade funcional sobre a riqueza e abundância das espécies espontâneas úteis.....	51
7 CONCLUSÃO	56
REFERÊNCIAS.....	57
ANEXO A – Manejo do experimento durante os anos de 2016, 2017, 2018 e 2019, período que sucedeu os levantamentos fitossociológicos.....	69
ANEXO B – Espécies cultivadas no experimento de acordo com o ano de implantação, o hábito de crescimento (faixas de cultivo), o tratamento e a concentração de nitrogênio foliar.....	71
ANEXO B1 – Croqui detalhado do experimento do ano de 2018 para o tratamento de alto nitrogênio foliar, contendo linhas de pseudoarbustos e arbóreas.....	72
ANEXO B2 – Croqui detalhado do experimento do ano de 2018 para o tratamento de baixo nitrogênio foliar, contendo linhas de pseudoarbustos e arbóreas.....	73
ANEXO B3 – Croqui detalhado do experimento do ano de 2018 para o tratamento de médio nitrogênio foliar, contendo linhas de arbustos e arbóreas.....	74
ANEXO C – Espécies coletadas pelo método de quadrado inventário nos anos de 2017 e 2019, com seus devidos potenciais encontrados após revisão da literatura.....	75
ANEXO D – Potencial alimentício, partes utilizadas e formas de uso de acordo com JOHNSON, 1998; KINNUP & LORENZI, 2014; Plant for a Future; Mansfeld’s World Database of Agricultural and Horticulture Crops; Useful tropical plants; Center for New Crops & Plant Products; Plant Resources of Tropical Africa e Agroforestry Species Switchboard 3.0.....	78
ANEXO E – Potencial medicinal, partes utilizadas, propriedades e formas de uso de acordo com JOHNSON, 1998; (KINNUP & LORENZI, 2014); Plant for a Future; Mansfeld’s World Database of Agricultural and Horticulture Crops; Useful tropical plants; Center for New Crops & Plant Products; Plant Resources of Tropical Africa e Agroforestry Species Switchboard 3.0.....	81

1 INTRODUÇÃO

As plantas espontâneas são comumente denominadas “invasoras” ou “daninhas”, visto que quase sempre estão relacionadas à perda de rendimento das culturas cultivadas devido às suas capacidades de competição por recursos, afetando a produtividade de forma mais expressiva que outros organismos considerados “pragas”, como insetos, fungos e vírus (MILBERG & HALLGREN, 2004; OERKE, 2006). A produtividade mundial, em algumas culturas como trigo, algodão, milho e soja, encontra-se constantemente ameaçada por essa competitividade (OERKE, 2006), sendo que, no caso da soja, a perda de rendimento pode chegar a 76% (GHARDE *et al.*, 2018).

Há décadas, com a finalidade de evitar maiores perdas na produtividade agrícola, o controle de plantas espontâneas tem sido baseado principalmente no uso intensivo de herbicidas. No entanto, cada vez mais essa estratégia mostra-se inviável, uma vez que as populações de plantas espontâneas acabam adquirindo resistência e continuam evoluindo (DÉLYE *et al.*, 2013). Tal intervenção, proveniente da modernização agrícola, promove sistemas agrícolas altamente dependentes de agroquímicos que geram altos custos econômicos aos agricultores, o que favorece o empobrecimento dos camponeses, podendo levá-los ao abandono de terras (ALTIERI, 2002; MAZOYER & ROUDART, 2010). Promovem também elevada degradação ambiental, como o declínio da saúde do solo, poluição de cursos d'água, emissões de gases de efeito estufa e a perda da biodiversidade funcional (STORKEY & NEVE, 2018; GILLEZEAU *et al.*, 2019). Outro problema relacionado a modernização da agricultura diz respeito a redução da qualidade de vida e da segurança alimentar, devido à maior ingestão de alimentos e água contaminados, já que alguns agrotóxicos são considerados cancerígenos, colocando em risco a saúde de quem os manuseia e indiretamente os consomem (GUYTON *et al.*, 2015).

Entretanto, por mais que as plantas espontâneas afetem a produtividade, nem sempre são inimigas dos sistemas agrícolas, já que podem fornecer benefícios ecossistêmicos (BRETAGNOLLE & GABA, 2015). Por atuarem de diversas maneiras no benefício desses serviços ecossistêmicos, seja no controle de pragas, ciclagem de nutrientes ou melhoria das propriedades físicas do solo, as plantas espontâneas apresentam papel fundamental no funcionamento dos agroecossistemas (BLAIX *et*

al., 2018). O manejo apropriado da cobertura dessas espécies espontâneas pode garantir o controle da erosão do solo e perda de nutrientes, devido a redução do escoamento superficial (LENKA *et al.*, 2017), bem como permitir que sua flora continue a desempenhar o papel de produzir sementes para granívoros, além de fornecer flores para insetos, em particular os polinizadores como abelhas, o que melhora os serviços reguladores e aumenta a produção de mel (BRETAGNOLLE & GABA, 2015). Adicionalmente, podem beneficiar diretamente os agricultores, uma vez que muitas espécies possuem grande importância alimentícia e medicinal (DOGAN *et al.*, 2004; KINUPP & LORENZI, 2014). Com isso, ao observar os prejuízos e benefícios da prevalência dessas espécies espontâneas entre as plantas cultivadas, o controle e manejo deveria ser pensado a partir de princípios da agroecologia e conceitos de ecossistemas naturais, visando a conciliação entre a expansão da produção agrícola e, ao mesmo tempo, a redução dos impactos ambientais (GABA *et al.*, 2014; ALTIERI, 2002).

Uma alternativa promissora para esse contexto desafiador de alta produção de alimentos atrelada à perda de biodiversidade devido à degradação ambiental, é a utilização de sistemas de cultivo de múltiplas espécies (MALÉZIEUX *et al.*, 2009), como os sistemas agroflorestais (SAFs), visto que a inserção de espécies lenhosas nos cultivos apresenta um efeito sinérgico positivo nos ecossistemas, possibilitando não somente à melhoria das principais funções ecológicas, mas também um maior número de potenciais usos socioeconômicos (SIDDIQUE *et al.*, 2021). Por se tratar de sistemas que intencionalmente integram cultivos arbóreos com outros cultivos perenes e/ou anuais nas mesmas unidades de manejo, os SAFs são altamente diversificados, o que garante multifuncionalidade ao agroecossistema (PUMARIÑO *et al.*, 2015). Essa multifuncionalidade se dá pelo fato de possuírem maior amplitude de variação dos valores das características morfofisiológicas dos organismos, características as quais são denominadas de atributos funcionais (VIOLLE *et al.*, 2007; PÉREZ-HARGUINDEGUY *et al.*, 2013). Desta forma, quanto maior a amplitude de variação dos valores de um atributo, maior é a diversidade funcional dentro de uma comunidade e, conseqüentemente, aumentam as estratégias de aquisição de recursos, proporcionando melhor aproveitamento dos mesmos quando comparados a comunidades menos diversas (DÍAZ & CABIDO, 2001). Sendo assim, as medidas baseadas em atributos funcionais, como a diversidade e identidade

funcional, são entendidas como as formas da biodiversidade que mais correlacionam-se ao funcionamento dos ecossistemas (CADOTTE *et al.*, 2011; DÍAZ & CABIDO, 2001) e como estes respondem às alterações das condições ambientais (LAVOREL & GARNIER, 2002).

Ao observar o panorama atual da agricultura, podemos constatar que, apesar da produtividade agrícola ter aumentado nos últimos anos, a diversidade alimentar tem diminuído, de modo que, das cerca de 6 mil espécies de plantas cultivadas para alimentação, menos de 200 favorecem significativamente a produção global de alimentos (FAO, 2019). Somado a isso, desde o início da pandemia, o número de pessoas em situação de insegurança alimentar se agravou. No mundo foi constatado um aumento de cerca de 150 milhões de pessoas entre anos de 2019 e 2021. No Brasil, os índices de insegurança alimentar moderada ou grave aumentaram de 18,3% para 28,9%, atingindo um total de 61,3 milhões de pessoas entre 2019 e 2021 (FAO, 2022). Uma alternativa significativa para esse cenário é a utilização das plantas espontâneas alimentícias e medicinais, atualmente em desuso, mas que estão presentes nos SAFs, para a complementação e suplementação da dieta da população. No entanto, o potencial alimentício e medicinal dessas plantas presentes no processo de sucessão agroflorestal ainda carece de estudos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Plantas Espontâneas Alimentícias e Medicinais.

O termo “planta espontânea” é empregado para designar qualquer planta cujo desenvolvimento se dá espontaneamente em qualquer lugar, seja ele desejado ou não pelo homem, podendo ou não gerar impactos econômicos ou ambientais negativos (STORKEY, 2006). As comunidades de plantas espontâneas podem expressar o grau de homogeneidade ambiental devido principalmente aos padrões de abundância, riqueza de espécies, diversidade e uniformidade na composição do ambiente em que estão alocadas. Geralmente, a distribuição de plantas espontâneas no ambiente segue um padrão, tendo poucas espécies com distribuição dominante e muitas espécies em menor abundância (DORNELAS *et al.*, 2009). Essa homogeneidade na distribuição das plantas espontâneas tem relação

com os mecanismos que favorecem seu crescimento, germinação e alta capacidade de propagação em condições adversas ou em situações de competição, levando em conta que a germinação e dispersão dessas plantas podem ser facilitadas através da alta produção de sementes viáveis, bem como a baixa exigência para germinar (BRIGHENTI & OLIVEIRA, 2011; SILVA *et al.*, 2018).

Em relação às características específicas das plantas espontâneas (peso da semente, altura e características fenotípicas), estas foram descritas e identificadas como sendo uma síndrome de atributos que caracteriza as respostas do forte papel da fenologia da cultura cultivada na composição da comunidade de plantas espontâneas, isto é, os tipos de cultura agrícola exercem um certo tipo de filtragem na estrutura e nos atributos funcionais, tanto das espécies raras como das comuns (PERRONNE *et al.*, 2015). Não só a variação nos atributos, ou seja, a diversidade funcional dos cultivos, como também a estação dos cultivos tem efeito na composição da comunidade de plantas espontâneas (MAHAULT *et al.*, 2019). Além dos fatores bióticos (competição com a cultura e sazonalidade), os fatores abióticos (condições pedoclimáticas e práticas agrícolas) também são responsáveis nesse processo de filtragem da comunidade de plantas espontâneas (PETIT *et al.*, 2011). As espécies mais abundantes, por apresentarem maior alcance nos valores de seus atributos, podem resistir e se adaptarem a tais filtros, enquanto as espécies menos abundantes restringem sua presença a fatores de dispersão aleatória, devido seus menores valores de atributos serem filtrados por essa interação de fatores bióticos e abióticos (PERRONNE *et al.*, 2015).

Outros fatores prejudiciais ao cultivo de plantas de interesse econômico estão relacionados aos mecanismos de resistências das espécies espontâneas à ação dos herbicidas, que podem ser divididos em dois principais grupos: mecanismos que aumentam a expressão da proteína-alvo, dificultando a ação dos agentes químicos; ou mecanismos que fazem alterações estruturais no local de ligação do herbicida, garantindo assim melhor adaptabilidade dessas espécies às práticas de manejo convencionais (DÉLYE *et al.*, 2013; GALON *et al.*, 2013). Sendo a mecanização e o uso intensivo de agrotóxicos a forma de controle e manejo mais usual de plantas espontâneas, a diversidade de espécies diminuiu drasticamente nas paisagens cultivadas nas últimas décadas (DORNELAS *et al.*, 2009), além da dependência de

insumos químicos apresentar impactos negativos sobre a qualidade do solo e da água subterrânea (ARIAS-ESTÉVEZ *et al.*, 2008).

Tais práticas também têm levado à perda de alguns organismos, o que gera consequências para a agricultura (PETIT *et al.*, 2011). Independentemente do tipo de cultura que estão coexistindo e dos grupos funcionais que representam, as plantas espontâneas são responsáveis por inúmeras interações com outros organismos, e algumas dessas interações podem ter efeitos benéficos diretos no funcionamento dos agroecossistemas (BRETAGNOLLE & GABA, 2015). Como exemplo, essas plantas servem como fonte de alimentos para os predadores das culturas cultivadas e para organismos que desempenham algum papel no controle de pragas e fitopatógenos; além disso, suas sementes promovem recursos para a fauna edáfica que, por sua vez, melhora a estrutura e a qualidade do solo, e fornecem habitat para microrganismos responsáveis por ações antifúngicas (PETIT *et al.*, 2011).

Considerando o conflito gerado entre as perdas na produção e os benefícios das plantas espontâneas para o funcionamento do ecossistema, esforços vêm sendo feitos para estabelecer o manejo integrado de plantas espontâneas (PETIT *et al.*, 2011), isto é, uma estratégia alternativa ou complementar, que visa garantir tanto a conservação ambiental como a eficiência produtiva das culturas de interesse, manejando populações sustentáveis, mas economicamente aceitáveis de espécies de plantas espontâneas dentro da área cultivada, a fim de equilibrar o efeito competitivo das plantas espontâneas na cultura com benefício potencial para grupos tróficos superiores (STORKEY, 2006; PETIT *et al.*, 2011). Um ponto importante para tal estratégia sustentável de manejo das plantas espontâneas é conhecer como as comunidades tradicionais lidam com essas espécies, uma vez que as plantas espontâneas sempre foram importantes nas tradições populares, principalmente na alimentação e na medicina (BALEMIE & KEBEBEW, 2006). Por esta razão, a pesquisa etnobotânica é muito útil na descoberta e no desenvolvimento de novos medicamentos e recursos alimentares, sendo de suma importância para obtenção de dados sobre os usos populares de plantas espontâneas comestíveis e medicinais antes que esse conhecimento desapareça (KHAFAGI & DEWEDAR, 2000). Segundo Kinupp (2007), *“plantas espontâneas são espécies com grande importância ecológica e econômica, muitas espécies, por exemplo, são alimentícias mesmo que*

atualmente em desuso (ou quase) pela maior parte da população, as quais, no entanto, são recursos genéticos com usos potenciais inexplorados”.

Os usos alimentares e medicinais das plantas espontâneas consistem nos principais fatores que levam ao manejo popular dessas espécies (TAREEN *et al.*, 2016). De acordo com Duke (1992), cerca de 30.000 espécies das plantas do mundo são espontâneas e, grande parte dessas espécies apresentam altos valores nutricionais e propriedades medicinais (RAPOPORT *et al.*, 1995; CRUZ-GARCIA & PRICE, 2012). Tais propriedades nutricionais e medicinais estão relacionadas com o efetivo sistema de metabólitos secundários presentes nas plantas, que garantem resistência e proteção contra tensões osmóticas, radiação UV e outros estresses bióticos, como pragas e patógenos (BENNETT & WALLSGROVE, 1994). Esses metabólitos vegetais secundários, fonte de agentes terapêuticos e nutricionais das plantas espontâneas, são um dos fatores de utilização dessas espécies pela medicina popular, especialmente em países em desenvolvimento, onde uma grande parte da população faz uso como requisitos básicos de saúde (SILVA *et al.* 2018; AGRA *et al.*, 2007). Sendo assim, as espécies espontâneas são consideradas importantes dos pontos de vista medicinal, alelopático e alimentar (MARANDI & BRITTO, 2015), especialmente em locais onde o acesso por alimentos é limitado. Todavia, mesmo em locais com disponibilidade de alimentos, essas espécies demonstram grande importância na complementação alimentar, despertando interesse por estudos a respeito de seus ‘nutracêuticos’ (TARDÍO *et al.*, 2006).

Contudo, a avaliação nutricional dos vegetais é um processo complexo. Diversos fatores genéticos, ambientais e de crescimento (luz, temperatura, umidade, tipo de solo), bem como os métodos de coleta, transporte e condições de armazenamento podem afetar os componentes metabólicos das plantas (HOUNSOME *et al.*, 2008). Em contrapartida, o estudo da composição de nutrientes das plantas espontâneas comestíveis e medicinais tem se tornado comum em diferentes partes do mundo, uma vez que muitas dessas plantas são nutricionalmente importantes devido ao seu alto teor de vitaminas, minerais e fibras (DOGAN *et al.*, 2004). Ademais, o elo entre alimento e medicamento é muito estreito, tornando difícil separar seu potencial alimentício de suas propriedades medicinais (DOGAN *et al.*, 2004).

Assim, as plantas espontâneas alimentícias e medicinais podem ser de grande importância para ajudar a aliviar o problema de insegurança alimentar atualmente crescente, pois são fontes mais baratas de proteínas, vitaminas, minerais e aminoácidos essenciais na dieta de muitas pessoas (AFOLAYAN & JIMOH, 2009). A análise nutricional de algumas plantas alimentícias espontâneas demonstra que, em muitos casos, a qualidade nutricional é comparável e, em alguns casos, até superior às variedades convencionais (BALEMIE & KEBEBEW, 2006), uma vez que são ricos especialmente em carotenóides, bem como em ferro, cálcio, ácido ascórbico, riboflavina e ácido fólico (EJOH *et al.*, 2007), podendo assim, servir de fonte nutricional e nutracêutica frente ao agravamento dos problemas alimentares atuais.

Devido principalmente ao aumento das áreas de monoculturas, tais espécies em desuso têm recebido novos olhares acadêmicos, uma vez que se apresentam como contraponto à monotonia da alimentação provinda dos cultivos convencionais (LEAL *et al.*, 2018). Sob a ideia de enriquecer a alimentação, que atualmente é globalizada e homogênea, alguns autores referem-se a essas espécies como Plantas Alimentícias Alternativas (SHAHEEN *et al.*, 2017), ou alimentos da fome (BHANDARI, 1974; SENA *et al.*, 1998; MULLER & ALMEDOM, 2008); outros usam termos como Plantas Alimentícias Silvestres (UPRETY *et al.*, 2012) ou Plantas Alimentícias Regionais (BRASIL, 2015). No entanto, são denominações vagas devido à dificuldade em limitar uma espécie a somente uma regionalidade, ou até mesmo errôneas, do ponto de vista taxonômico e sistemático, uma vez que muitas espécies consideradas nativas passam a ser classificadas como exóticas com o avanço dos estudos da filogenia e genética evolutiva (KINUPP & LORENZI, 2014). Dentro dos termos empregados para referir a tais espécies, Plantas Alimentícias Não-Convencionais (PANC), cunhado por Kinupp (2007), vem ganhando destaque justamente por ser uma terminologia mais ampla, seja por contemplar não somente uma categoria de plantas (nativas ou exóticas), ou por englobar diversas categorias de uso (hortaliças, tubérculos, frutos, entre outros), assim como por serem espécies que não possuem métodos de processamento comum ou não apresentarem valor de mercado.

Entretanto, o termo PANC não é o mais adequado para essa pesquisa, pois o que não é convencional em uma região pode ser em outra e vice-versa. Com isso,

por se passar em somente uma localidade (Fazenda Experimental da Ressacada – UFSC/Florianópolis), o estudo não leva em consideração aspectos culturais, regionais ou tradicionais dos alimentos, e sim apenas as qualidades alimentícias e medicinais das espécies de plantas não cultivadas, ou que foram cultivadas em um certo período e retiradas do sistema, mas que devido aos métodos de propagação, germinação e dispersão acabaram sendo coletadas em localidades distintas do plantio original. Sendo assim, os melhores termos para se referirem a tais espécies nessa pesquisa é Plantas espontâneas alimentícias e/ou medicinais e plantas espontâneas úteis.

2.2 Sistemas Agroflorestais.

Sistemas agroflorestais (SAFs) correspondem a práticas agrícolas de múltiplas espécies, combinando simultaneamente o cultivo de culturas agrícolas anuais com o cultivo de pastagens e de espécies arbóreas ou arbustivas na mesma unidade de produção (MALÉZIEUX *et al.*, 2009). Embora os SAFS envolvam conhecimentos ancestrais de uso e manejo da terra, as definições acadêmicas e debates conceituais voltaram-se para tal prática agrícola somente nas últimas décadas (BAGGIO & MEDRADO, 2003; MAEZUMI *et al.*, 2018). Uma conceituação adotada pelo ICRAF - *International Center for Research in Agroforestry*, citada em Nair (1984), busca ampliar tal conceito de modo a incorporar as mais diferentes e possíveis combinações de SAFs:

“Sistema agroflorestal é o nome coletivo para sistemas de uso da terra e tecnologias em que plantas lenhosas perenes (árvores, arbustos, palmeiras, bambus etc.) são deliberadamente usadas na mesma unidade de manejo de culturas agrícolas e/ou animais, ambas na forma de arranjos espaciais ou sequências temporais. Nos sistemas agroflorestais existem ambas as interações ecológicas e econômicas entre os diferentes componentes.”

As interações proporcionadas pelas agroflorestas demonstram na prática a aplicação de princípios ecológicos fundamentados na biodiversidade, nos mecanismos naturais de regulação, e nas estruturas e composição das florestas (MALÉZIEUX *et al.*, 2009), a partir de delineamentos baseados na sucessão florestal. Nos sistemas agroflorestais, o processo sucessional busca o

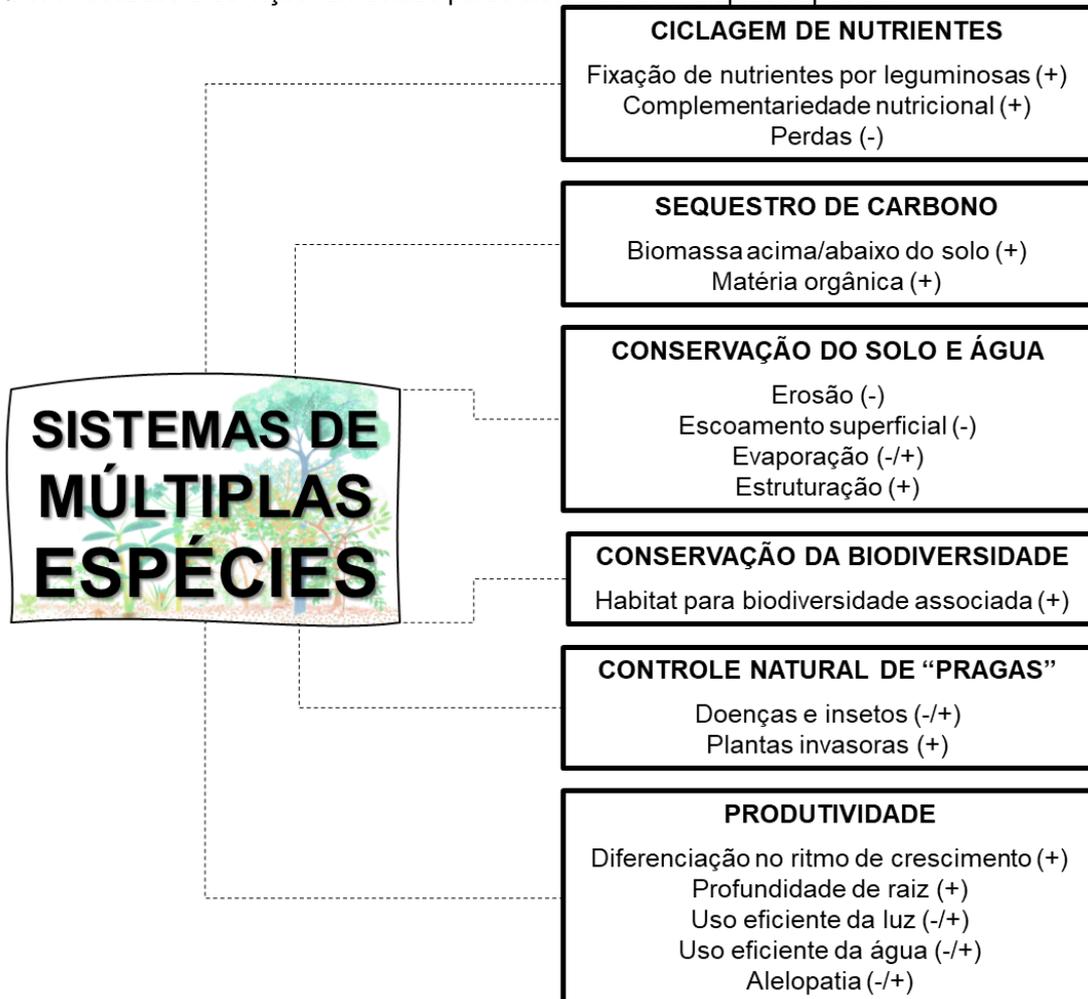
restabelecimento das funções ecológicas, uma vez que, com a inserção do componente arbóreo, a paisagem agrícola é conduzida por etapas de desenvolvimento semelhantes à dinâmica dos ecossistemas naturais (LEAKEY, 1996). Essa prática da agricultura agroflorestal tem se demonstrado capaz de, além de reduzir os danos causados pela agricultura convencional na produção de alimentos, promover benefícios para o meio ambiente e qualidade socioeconômica aos agricultores (VIEIRA *et al.*, 2009).

Os benefícios dos SAFs na restauração ambiental estão diretamente ligados ao aumento da complexidade de habitats (PUMARIÑO *et al.*, 2015). Ecossistemas complexos caracterizam-se de acordo à ocupação dos diversos nichos por diferentes organismos, o que favorece os serviços ecossistêmicos, a ciclagem de nutrientes, a redução de competição intraespecífica, estabilidade ecológica e o aumento da agrobiodiversidade e produtividade (LEAKEY, 1996; PICASSO *et al.*, 2008). Desta forma, como resposta ao acréscimo da biodiversidade cultivada, os SAFS promovem abrigo, sombra e alimentos para pessoas e animais, aumentam a abundância e diversidade de inimigos naturais, melhoram o microclima, a qualidade do ar e da água, aumentam a fixação de carbono, regulam temperatura e umidade, além de aumentarem a fertilidade do solo, podendo proporcionar também melhoria na qualidade dos produtos agrícolas, que são fundamentais para os meios de subsistência dos agricultores (JOSE, 2009; MALÉZIEUX *et al.*, 2009; PUMARIÑO *et al.*, 2015).

Além dos benefícios acima mencionados relacionados aos diversos componentes dos ecossistemas, os SAFs também apresentam contribuições socioeconômicas positivas para os produtores rurais (RIBASKI, 2007), seja na utilização dos produtos madeiráveis, através do cultivo simultâneo de árvores com as culturas de interesse, ou pela crescente demanda por produtos não madeiráveis, como produtos alimentícios, matéria-prima para a indústria farmacêutica e plantas medicinais (RIBASKI *et al.*, 2001). Dessa maneira, além de preencher nichos ecológicos distintos e contribuir para a produtividade a longo prazo, o aumento da agrobiodiversidade, ao variar as espécies de cultivo ao longo do tempo e no espaço, fornece acesso a diversas safras de alimentos, potencialmente impactando a qualidade da dieta (STRATTON *et al.*, 2020).

A Figura 1 sintetiza os processos e serviços ecossistêmicos proporcionados pelos cultivos de múltiplas espécies, como os sistemas agroflorestais (MALÉZIEUX *et al.*, 2009).

Figura 1: Processos e serviços fornecidos pelos sistemas de múltiplas espécies.



Fonte: Adaptado e traduzido de Malézieux *et al.* (2009).

Os sistemas agroflorestais demonstram melhoria na qualidade de vida dos agricultores também através da construção da segurança alimentar nutricional (VIEIRA *et al.*, 2009; RIGHI & BERNARDES, 2015). Os SAFs promovem a geração de alimentos saudáveis para o autoconsumo, bem como a valorização dos alimentos de melhor qualidade, e, por apresentarem diversificação dos sistemas agrícolas para produção de alimentos, também são responsáveis pelo resgate de práticas e culturas alimentares que, de certa forma, foram esquecidas devido a homogeneização da agricultura convencional (RIGHI & BERNARDES, 2015). Portanto, práticas agrícolas com alta diversidade, como os sistemas agroflorestais,

podem alavancar as sinergias ecológicas e nutricionais que melhoram o funcionamento do agroecossistema e a capacidade de resiliência dos pequenos proprietários em ambientes degradados, uma vez que reforçam as funções ecológicas, produzindo alimentos de alta qualidade, garantindo segurança alimentar e nutrição para todas as pessoas (STRATTON *et al.*, 2020).

2.3 Atributo, Diversidade e Identidade Funcional.

As atuais formas de uso da terra, baseadas em monoculturas e uso intensivo de agrotóxicos, têm gerado diversas alterações ambientais, como as mudanças climáticas e na composição atmosférica, bem como acarretado mundialmente o declínio da biodiversidade e causado prejuízos na composição e nos serviços dos ecossistemas (DÍAZ & CABIDO, 2001; PÉREZ-HARGUINDEGUY *et al.*, 2013). Com a necessidade de entender e prever como essas alterações influenciam as propriedades dos ecossistemas, a ecologia de comunidades propõe o estudo das características funcionais das espécies (RICOTTA & MORETTI, 2011). Tal proposição fundamenta-se no fato de que as medidas de composição e diversidade funcional da comunidade são capazes de capturar informações ausentes em medidas tradicionais de diversidade, como a riqueza de espécies, por exemplo (RICOTTA & MORETTI, 2011). Essa abordagem de ecologia funcional tem demonstrado que os efeitos da diversidade sobre processos do ecossistema devem ser atribuídos a características funcionais (valor e amplitude) da espécie e suas interações com o ambiente biótico e abiótico. Assim, tendem a possuir maior correlação positiva com as funções do ecossistema (produtividade, resiliência a perturbações, regulamentação de fluxos biogeoquímicos) do que quando comparado às medidas de riqueza de espécies (DÍAZ & CABIDO, 2001; LAVOREL & GARNIER, 2002; RICOTTA & MORETTI, 2011).

Característica ou atributo funcional é descrito como qualquer característica morfológica, fisiológica ou fenológica mensurável em nível individual, desde a célula até o nível do organismo inteiro (VIOLLE *et al.*, 2007; PÉREZ-HARGUINDEGUY *et al.*, 2013). Dentro de uma espécie, o atributo, seja contínuo ou categórico, pode se mostrar diferente ao longo dos gradientes ambientais ou ao longo do tempo, de modo que o atributo é geralmente avaliado por uma população (média de atributos

de um conjunto de indivíduos) no espaço e no tempo (VIOLLE *et al.*, 2007). Tais atributos são classificados em atributos de efeitos quando capazes de afetar o funcionamento do ecossistema, isto é, características que promovem efeitos semelhantes em relação a uma ou várias funções do ecossistema, independentemente das diferenças taxonômicas ou entre os locais. Já os atributos de respostas demonstram que condições semelhantes irão selecionar uma distribuição semelhante de características dos organismos do ecossistema em respostas às variações ambientais (SHIPLEY *et al.*, 2016; LAVOREL & GARNIER, 2002).

Para a finalidade dessa pesquisa, os atributos funcionais importantes são: altura máxima (Hmax - *Plant Height*), área foliar específica (SLA - *Specific Leaf Area*); conteúdo de matéria seca foliar (LDMC - *Leaf Dry-Matter Content*) e concentração de nitrogênio foliar (LNC - *Leaf Nitrogen Concentration*), visto que tais características apresentam relações com a forma de crescimento, interceptação de luz, competitividade reprodutiva, bem como com propriedades dos ecossistemas associados aos ciclos biogeoquímicos e ao fluxo de recursos através das teias alimentares, seja pela velocidade na decomposição da serrapilheira, na disponibilidade e rotatividade de nitrogênio ou na digestibilidade e palatabilidade para os herbívoros (LAVOREL & GRIGULIS, 2012).

A altura máxima das plantas (Hmax) é um atributo fundamental para captação da luz vertical, além de ser através do seu bom desempenho no ambiente que uma espécie é capaz de se estabelecer e atingir o tamanho reprodutivo entre dois eventos de perturbação (PÉREZ-HARGUINDEGUY *et al.*, 2013). A área foliar específica (SLA) e a concentração de nitrogênio foliar (LNC) apresentam relação positiva com a taxa de crescimento relativo entre as espécies, pois tendem a aumentar com base na taxa fotossintética. Em geral, espécies em ambientes ricos em recursos tendem, em média, a ter um SLA maior do que aquelas presentes em ambientes com poucos recursos (PÉREZ-HARGUINDEGUY *et al.*, 2013). A SLA possui forte relação com o conteúdo de matéria seca da folha (LDMC), visto que a baixa SLA de espécies de crescimento lento tende a estar relacionada com alto LDMC (WEIHER *et al.*, 1999; PÉREZ-HARGUINDEGUY *et al.*, 2013). Já em relação ao LDMC, este mostrou-se correlacionar negativamente com a taxa de crescimento relativo e positivamente com vida útil da folha. As folhas com alto LDMC tendem a se

decompor mais lentamente do que as folhas com baixo LDMC, sendo consideradas mais resistentes a riscos físicos (por exemplo, herbivoria, vento, granizo) (WEIHER *et al.*, 1999; PÉREZ-HARGUINDEGUY *et al.*, 2013). Já plantas com altos valores na concentração de nitrogênio na folha (LNC) geralmente estão associados a alta qualidade nutricional para os consumidores nas cadeias alimentares (PÉREZ-HARGUINDEGUY *et al.*, 2013).

Esta visão da ecologia baseada em atributos funcionais teoricamente permite fazer previsões, integrações e generalizações que possibilitam maiores entendimentos sobre o funcionamento das comunidades nos ecossistemas (SHIPLEY *et al.*, 2016). Os efeitos desses atributos são mediados pelo tipo, amplitude e abundância relativa de atributos funcionais em uma determinada comunidade, sendo que tais dimensões são conhecidas coletivamente como diversidade funcional (ALBERT *et al.*, 2012), a qual tem sido usada para descrever vários aspectos diferentes da comunidade ou da estrutura do ecossistema, como a variação nos caracteres funcionais de espécies de plantas, a complexidade de teias alimentares e o número de grupos funcionais de plantas presentes (DÍAZ & CABIDO, 2001; MASON *et al.*, 2005). Isso posto, existem diversas formas de calcular a diversidade funcional, entretanto o índice de entropia quadrática de RAO vem ganhando destaque, pois integra não somente a abundância relativa das espécies, como também as diferenças funcionais entre as espécies do sistema (BOTTA-DUKÁT, 2005).

Além da diversidade funcional, a estrutura da comunidade pode ser quantificada a partir da identidade funcional (LAVOREL & GRIGULIS, 2012), a qual é uma abordagem proposta pela ecologia funcional que avalia o valor médio de cada atributo ponderado pela abundância das espécies de interesse dos pesquisadores na comunidade (*Community Weighted Mean* – CWM), considerando todas as espécies presentes (MOKANY *et al.*, 2008; RICOTTA & MORETTI, 2011). CWM é uma medida direta da identidade funcional de uma comunidade de espécies (TOBNER *et al.*, 2016), que vem sendo relacionada à 'hipótese da razão de massa', a fim de explicar como as espécies dominantes em uma comunidade conduzem o funcionamento do ecossistema (GRIME, 1998). Tais aspectos funcionais da diversidade demonstram ter maior poder explicativo sobre o funcionamento do ecossistema, visto que eles são indicadores mais fortes dos efeitos da vegetação no

processo biogeoquímico (LAVOREL & GRIGULIS, 2012). Tendo em vista a maior diversidade de atributos funcionais das espécies de plantas cultivadas nos SAFs, tais abordagens podem apresentar significativas implicações sobre o efeito dos diferentes atributos funcionais sobre a comunidade de plantas espontâneas úteis presente nos SAFs.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral.

Entender os mecanismos que afetam a abundância relativa, frequência e riqueza das plantas espontâneas alimentícias e medicinais ao longo dos primeiros anos de sucessão agroflorestal.

3.2 Objetivos Específicos.

- Identificar a composição da comunidade de plantas espontâneas alimentícias e medicinais no processo inicial de sucessão agroflorestal;
- Compilar dados da literatura etnobotânica sobre a utilidade alimentícia e medicinal das espécies espontâneas amostradas durante os primeiros três anos de sucessão agroflorestal na Fazenda Experimental da Ressacada da UFSC, Florianópolis/SC;
- Testar os efeitos da média e da diversidade de atributos funcionais dos cultivos agroflorestais sobre a abundância relativa e riqueza de plantas espontâneas alimentícias e medicinais.

4 HIPÓTESES

A abundância relativa, frequência de ocupação de quadros e riqueza das Plantas Espontâneas Alimentícias e/ou Medicinais:

H.1 Diminuem ao longo dos primeiros três anos de sucessão agroflorestal;

H.2 Diferem entre SAFs com diferentes composições dos atributos funcionais dos cultivos;

H.3 Aumentam em resposta à identidade funcional dos cultivos.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Área de Estudo.

O sistema agroflorestal base para o experimento localiza-se na Fazenda Experimental da Ressacada, unidade experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, situada na região sul de Florianópolis, estado de Santa Catarina, Brasil ($27^{\circ}41'7.26''S$ $48^{\circ}32'28.19''O$ – Figura 2). A área de estudo pertence à sub-região de clima subtropical úmido (Cfa – Köppen) (WREGE *et al.*, 2012; ALVARES *et al.*, 2013). A média de temperatura anual varia de $21 \pm 4^{\circ}C$ e possui índices pluviométricos de 1270 a 1600mm anuais (conjunto de dados de 2008-2017 da estação meteorológica vizinha, do Aeroporto Internacional de Florianópolis).

Figura 2: Localização da Fazenda da Ressacada, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, situada em Florianópolis/SC, Brasil.



Fonte: Imagem manipulada do Google, arquivo do Laboratório de Ecologia Aplicada – LEAp (2017).

A área experimental possui solo classificado como Neossolo Quartsarênico Hidromórfico Típico (SANTOS *et al.*, 2013), ou seja, apresenta caráter arenoso, com alto teor de matéria orgânica, de coloração escura, constantemente úmido devido ao lençol freático elevado. Sua formação se deu através de sedimentação marinha, e

encontra-se situado de 2 a 4 metros acima do nível do mar. Anteriormente à implantação do experimento, o local abrigava por diversos anos cultivo convencional de arroz.

Tabela 1: Análise do solo na área experimental da Fazenda Experimental da Ressacada, da Universidade Federal de Santa Catarina, antes da instalação do experimento. Profundidade: 0-20cm. Setembro de 2016.

Argila (%) m/v	Água (pH) 1:1	Índice SMP	P mg/dm ³	K	M.O.	Al cmolc/d	Ca cmolc/d	Mg cmolc/dm
10	5,4	5,6	8,0	16,0	3,7	0,4	1,1	0,9
H + Al cmolc/dm ³	CTC pH 7.0 cmolc/dm ³	Saturação na CTC (%)		Soma Bases	Relações			
		Al	V	S	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	
6,7	8,74	15,72	23,35	2,04	1,22	26,88	21,99	

Fonte: LEAp (2016).

O experimento foi implantado em uma área de 0,15 ha após revolvimento por enxada rotativa. Foram plantadas manualmente culturas anuais de verão durante os meses de outubro e novembro de 2016, seguido pela retirada dessas culturas e plantio de culturas anuais de inverno em 2017, nas mesmas faixas de plantio. O experimento seguiu sendo manejado conforme as práticas realizadas em sistemas agroflorestais não experimentais, como podas, roçadas, desbastes e substituição de espécies conforme o período sucessional de SAF (Anexo A).

5.2 Delineamento Experimental.

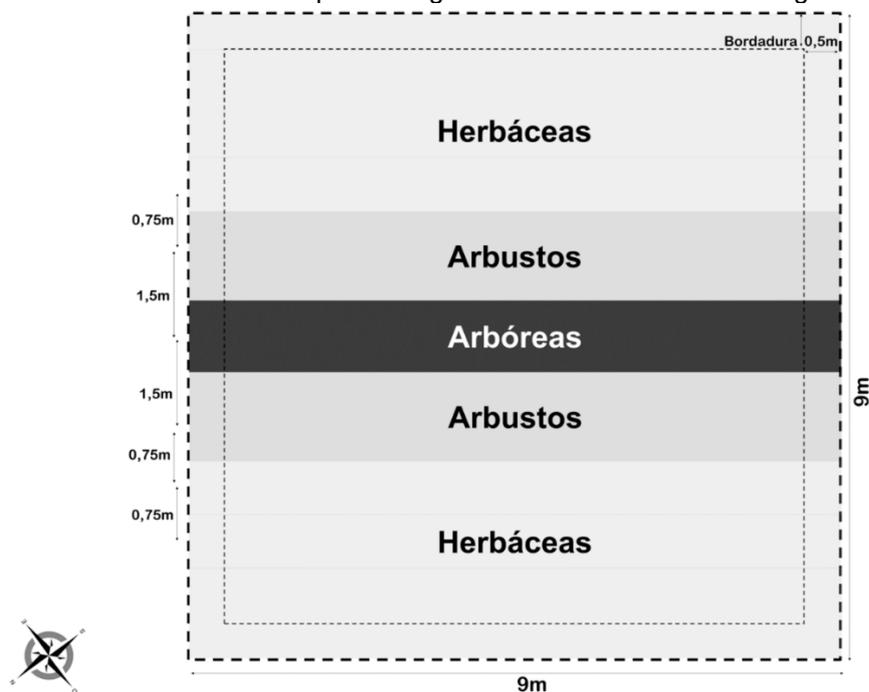
Foram implantados, em 2016, três tratamentos de sistemas agroflorestais em parcelas de 9 x 9 metros, com 0,5 m de bordadura (64 m² de área útil da parcela), no delineamento em Blocos Completos Casualizados com 6 blocos, totalizando 18 parcelas (Figura 3). Para que não haja influência do efeito de riqueza sobre os testes de efeitos da diversidade funcional, a riqueza de espécies entre os tratamentos foi mantida constante. Cada tratamento é composto por um consórcio de oito espécies de plantas, divididas entre arbóreas pioneiras, arbustivas e herbáceas (Anexo B). Dentro de cada parcela, os indivíduos foram plantados em faixas conforme a forma de crescimento das espécies (Figura 4). O posicionamento das faixas de cultivos foi pensado a fim de facilitar a operação dos manejos, visto que os diferentes tipos de culturas possuem momentos e formas de manejos distintas.

Figura 3: Disposição e dimensões das parcelas dos tratamentos experimentais dentro de cada bloco na área experimental.



Fonte: imagem manipulada do Google Earth, (2021). Legenda: as letras dentro das parcelas representam os tratamentos baixo (B), médio (M) e alto (A) nitrogênio foliar.

Figura 4: Representação da parcela experimental com dimensões e distribuição das faixas com os diferentes hábitos de crescimento das espécies vegetais cultivadas em sistema agroflorestal.



Fonte: Ilyas Siddique – LEAp (2017). Legenda: divisão da parcela segundo as faixas de cultivos (igual em todos os tratamentos).

As faixas de herbáceas mudaram ao longo dos anos, sendo em 2016, plantas anuais, em 2017 plantas de vida curta e em 2019 plantas arbustivas

manejadas como anuais. Os tratamentos foram pensados de acordo com a concentração de nitrogênio foliar das espécies plantadas. O tratamento “alto” possui oito espécies com alta concentração de N-foliar (>2,5%) e com atributos funcionais semelhantes. O tratamento “baixo” apresenta oito espécies com baixa concentração de N-foliar (<2,5%), também com atributos funcionais semelhantes. Essa semelhança de atributos, concede a ambos os tratamentos baixa diversidade funcional. Já o tratamento “médio” é formado por pelo consorcio de quatro espécies de plantas de baixa concentração de N-foliar e quatro espécies de alto N-foliar. Tal composição sugere que o tratamento médio possui maior diversidade funcional, por apresentar maior heterogeneidade de atributos, enquanto a identidade funcional dos tratamentos aumenta em relação ao aumento da concentração de nitrogênio foliar (Figura 5).

Figura 5: Representação dos tratamentos utilizados no delineamento experimental, evidenciando a quantidade de espécies utilizadas, qualidade de biomassa destas espécies e composição das parcelas experimentais.

TRATAMENTO	CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO FOLIAR	DIVERSIDADE / IDENTIDADE FUNCIONAL
B	Baixa (8 espécies) → 	baixa diversidade baixa identidade
M	Média (4 espécies de alta e 4 de baixa) → 	alta diversidade média identidade
A	Alta (8 espécies) → 	baixa diversidade alta identidade

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

5.3 Dados Coletados (2017 e 2019).

Foram realizadas, pela equipe do Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade Federal de Santa Catarina (LEAp/UFSC), três coletas de dados de cobertura e abundância da comunidade de plantas espontâneas nas parcelas

estratificadas pelas formas de crescimento (faixas de cultivo). A primeira coleta foi realizada em março de 2017 (verão do primeiro ano de implantação), a segunda em setembro de 2017 (inverno do primeiro ano de implantação) e a última coleta em dezembro de 2019 (verão do terceiro ano de implantação). A equipe do LEAp utilizou do método do quadrado inventário, adaptado de Lavorel *et al.* (2008). Foram utilizadas as seguintes categorias: cobertura menor que 1%, entre 1 e 5% e, subsequentemente, em categorias de 10% de 10 a 100% (LONDO, 1976), sorteando-se dois quadros por tipo de crescimento (plantas arbóreas, arbustivas e herbáceas), quadros estes com dimensão de 0,50 metro x 0,50 metro. Dessa maneira, na faixa central foram amostrados 2 quadros e 1 quadro em cada faixa de crescimento arbustivo, totalizando 6 quadros por parcela.

Além desses dados de cobertura e abundância, a equipe do LEAp também mensurou os atributos funcionais das plantas cultivadas utilizando protocolos padronizados, conforme descrito por Pérez-Harguindeguy *et al.* (2013) e estudos sobre ecologia de comunidades (Quadro 1 e 2). Essas medidas têm finalidade de melhor descrever as características relacionadas aos processos ecossistêmicos do sistema agroflorestal estudado (PÉREZ-HARGUINDEGUY *et al.*, 2013; DÍAZ *et al.*, 2016).

Quadro 1: Lista de atributos funcionais e suas respectivas funções ecológicas.

CATEGORIA	ATRIBUTO FUNCIONAL	SIGLA	FUNÇÃO ECOLÓGICA
Foliar	Área Foliar Específica (mm ² mg ⁻¹)	SLA (<i>Specific Leaf Area</i>)	Positivamente relacionado à taxa de crescimento relativo entre as espécies
Foliar	Conteúdo de matéria seca foliar (mg g ⁻¹)	LDMC (<i>Leaf Dry Mass Content</i>)	Taxa de crescimento, resistência, longevidade
Foliar	Concentração de nitrogênio foliar (mg g ⁻¹)	LNC (<i>Leaf Nitrogen Concentration</i>)	Compensação entre os benefícios do potencial fotossintético e os custos de aquisição de nitrogênio e sofrimento por herbivoria
Caule	Altura máxima (m)	H (<i>Height</i>)	Habilidade de interceptação de luz e dispersão de diásporos.

Fonte: Pérez-Harguindeguy *et al.* (2013) e Díaz *et al.* (2016).

Quadro 2: Descrição de atributos funcionais utilizados e metodologia utilizada para seleção, coleta e medição dos dados.

ATRIBUTO	DESCRIÇÃO E METODOLOGIA
Área Foliar Específica (mm ² mg ⁻¹)	Área unilateral de uma folha nova, dividida pela sua massa seca na estufa (a 80°C por 48h)
Conteúdo de matéria seca foliar (mg g ⁻¹)	Massa seca na estufa (a 80°C por 48h) de uma folha, dividida por sua massa fresca saturada de água

Concentração de nitrogênio foliar (mg g ⁻¹)	Combinação de análise de combustão, conversão de matéria orgânica em N ₂ e CO ₂ , seguida de espectrometria de massa ou cromatografia gasosa
Altura máxima (m)	Distância entre o limite superior dos tecidos fotossintéticos (excluindo inflorescências) e o nível do solo. Essa medida foi considerada segundo o encontrado na literatura.

Fonte: Pérez- Harguindeguy *et al.* (2013).

5.4 Revisão Bibliográfica.

As espécies encontradas no levantamento fitossociológico da comunidade de plantas das três coletas e tratamentos (Anexo C) foram submetidas a revisão taxonômica (ThePlantList e Flora do Brasil). Após a conferência taxonômica, todas as espécies encontradas foram pesquisadas nos bancos de dados Plant for a Future; Mansfeld's World Database of Agricultural and Horticulture Crops; Useful tropical plants; Center for New Crops & Plant Products; Plant Resources of Tropical Africa e Agroforestry Species Switchboard 3.0, bem como nos livros CRC Ethnobotany Desk Reference (JOHNSON, 1998), Plantas Alimentícias Não-Convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas (KINUPP & LORENZI, 2014) e Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas (LORENZI & MATOS, 2008) como forma de revisão das qualidades alimentícias e medicinais das espécies.

Foi realizado a compilação das espécies de plantas espontâneas alimentícias e medicinais, de acordo com a sucessão agroflorestal, o ano de coleta e as faixas de crescimento. Desta forma, foi comparada a abundância relativa, frequência de ocupação dos quadros e riqueza das espécies espontâneas alimentícias e medicinais, durante as etapas de coletas feitas entre os anos iniciais de sucessão agroflorestal de modo a apresentarem possíveis fontes de alimentos e nutracêuticos que foram negligenciados pela agricultura convencional. Foi construído quadros com o nome científico e família botânica, as partes das plantas que são utilizadas como alimentos e se essas são consumidas *in natura* e/ou após preparo, assim como as propriedades medicinais e formas de uso de todas as plantas espontâneas coletadas com as mencionadas utilidades (ANEXO D e E).

5.5 Quantificação da Diversidade e Identidade Funcional dos cultivos.

A diversidade funcional (*DF*) das plantas cultivadas no SAF implantado foi quantificada através da entropia quadrática de Rao (1982), o qual é um índice que incorpora tanto as abundâncias relativas das espécies quanto a medida das divergências funcionais entre as espécies (BOTTA-DUKÁT, 2005).

Q é a entropia quadrática de Rao (1982), considerada uma medida adequada para a diversidade funcional (BOTTA-DUKÁT, 2005; PILLAR *et al.*, 2013):

$$DF_Q = \sum_{i=1}^{s-1} \sum_{j=i+1}^{s-1} d_{ij} p_i p_j$$

Onde d_{ij} é a diferença, de 0 a 1, entre espécies i e j baseada em um conjunto de atributos funcionais definidos.

A identidade funcional das espécies cultivadas, foi avaliada a partir do índice *Community-Weighted Mean trait value* (CWM), que tem sido amplamente utilizado para sumarizar diferentes aspectos da composição e diversidade funcional. Essa medida é calculada pelo valor médio de um atributo ponderado pela sua abundância nas espécies da comunidade (RICOTTA & MORETTI, 2011).

O valor médio dos atributos na comunidade é estimado como:

$$CWM = \sum_{i=1}^n p_i \times trait_i$$

O CWM é um cálculo para a diversidade no qual se baseia na hipótese da razão de massa (GRIME, 1998). Sendo assim, é levado em consideração tanto a abundância relativa (p_i), quanto o valor do atributo ($trait_i$) por espécies (i) de acordo com o número total de espécies da comunidade (n) (GARNIER *et al.*, 2004).

Tanto para o cálculo do Rao, quanto do CWM foi utilizado a média dos valores de abundância dos quadros amostrais, devido alguns poucos quadros não apresentarem nenhuma espécie cultivada.

O cálculo dos índices de diversidade funcional (Entropia Quadrática de Rao – RaoQ) e identidade funcional (*Community-Weighted Mean* – CWM) foi obtido através

do pacote “FD” (LALIBERTÉ & LEGENDRE, 2010) no Rstudio (R CORE DEVELOPMENT TEAM, 2018).

5.6 Quantificação da Abundância, Frequência e Riqueza das Espontâneas Alimentícias e Medicinais.

Após o levantamento fitossociológico pelo método do quadrado inventário, adaptado de Lavorel *et al.* (2008), seguindo as categorias de cobertura propostas por Londo (1976), foram amostrados o total de 108 quadros para cada ano de coleta. Os quadros serviram de base para o cálculo dos parâmetros fitossociológicos como riqueza de espécies, frequência e abundância relativa.

A abundância relativa média das espécies espontâneas foi calculada utilizando a soma de cobertura média (CobR) dos quadros amostrais (QA) a partir da estimativa visual de ocupação dos quadros, podendo assim a cobertura ultrapassar 100%. Já para as espécies cultivadas, a abundância relativa média utiliza o conteúdo de matéria seca foliar da proporção de biomassa de cada espécie em relação à faixa de cultivo, conforme procedimentos descritos por Pérez-Harguindeguy *et al.* (2013). A frequência foi calculada através do número de quadros amostrais ocupados pelas espécies de espontâneas com utilidade, dividido pelo número total de quadros amostrais de cada coleta.

Após a conferência taxonômica e a revisão bibliográfica das utilidades alimentícias e medicinais das espécies espontâneas, foram calculados:

$$\text{(Ar) Abundância relativa média de espontâneas úteis: } Ar = \frac{\sum \text{CobR}}{\text{n}^\circ \text{QA ocupados}} \times 100$$

$$\text{(Fr) Frequência relativa de espontâneas úteis: } Fr = \frac{\text{n}^\circ \text{QA ocupados}}{\text{n}^\circ \text{total QA}} \times 100$$

(R) Riqueza observada de espécies espontâneas úteis: n° de espécies em cada QA para cada uma das coletas.

Para que não houvesse discrepância entre os números de observações dos índices de diversidade funcional (Rao) e identidade funcional (CWM), foi utilizado a média dos valores dos dois quadros amostrais de cada uma das faixas de cultivos para o cálculo da abundância relativa e riqueza das espécies espontâneas alimentícias e medicinais.

5.7 Análises Estatísticas.

Todas as análises foram feitas no software estatístico Rstudio (R CORE DEVELOPMENT TEAM, 2018). Para a análise exploratória foram utilizados o pacote “lattice” (SARKAR, 2008), “ggplot2” (WICKHAM, 2009) e “RVAideMemoire” (HERVÉ, 2019). Já para as análises de regressão de modelos lineares mistos, utilizou-se os pacotes “nlme” (PINHEIRO *et al.*, 2021).

5.8 Modelos lineares de efeitos mistos.

Foram utilizados modelos lineares de efeitos mistos, pois eles permitem incorporar estruturas de dados hierárquicas ou aninhadas, e possuem vantagens sobre testes estatísticos mais simples (BATES, 2015). Tais modelos são multivariados, ou seja, eles testam o efeito de vários preditores simultaneamente enquanto controlam os efeitos fixos e aleatórios de todos os outros preditores, bem como fornecem maior apuração estatística que nos permitem controlar correlações entre preditores e testar se as condições ou requisitos são violados (ZUUR *et al.*, 2009).

Os modelos foram construídos de acordo com as hipóteses, de modo que foram testados modelos distintos. Como variáveis respostas, foram utilizados tanto a riqueza observada, quanto a abundância relativa das espécies espontâneas úteis presentes nos quadros amostrais. Para responder a hipótese na qual a riqueza e abundância das espontâneas úteis variam de acordo com a sazonalidade dos cultivos e o avanço temporal da sucessão agroflorestal, as variáveis preditoras foram coletas (sucessão agroflorestal), tratamentos e faixas de cultivos. Para a hipótese em que a riqueza e abundância das espontâneas diferem de acordo com a diversidade de atributos funcionais dos SAFs, as variáveis preditoras foram a diversidade funcional dos cultivos, tendo em vista todos os atributos, e a diversidade funcional, considerando cada atributo separadamente. Também foram testados os mesmos modelos com a interação da diversidade funcional com as coletas. Já para a hipótese cuja riqueza e abundância das espontâneas úteis aumentam em relação a identidade funcional dos cultivos, as variáveis preditoras foram os CWM para cada atributo separadamente, sendo também testados modelos com a interação da identidade funcional dos cultivos com as coletas.

Como forma de lidar com a dependência espacial do experimento, os blocos foram considerados fatores aleatórios. Tendo em vista que uma das finalidades do trabalho foi testar o efeito da sazonalidade dos cultivos e da sucessão agroflorestal sobre a comunidade de espontâneas alimentícias e medicinais, a coleta inicialmente foi considerada um fator fixo, entretanto foi testada como fator aleatório nos modelos que não foram significativos, a fim de controlar a dependência temporal entre as coletas (Quadro 3 e 4). A seleção dos modelos e validação dos modelos finais foram feitos através de protocolo recomendado por ZUUR *et al.* (2009). Para a validação dos modelos, a abundância relativa (variável resposta) foi transformada (boxcox).

Quadro 3: Variáveis respostas e preditoras utilizadas para compor os modelos testados.

CLASSIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS	VARIÁVEIS		
	Resposta	Riqueza de espécies espontâneas úteis	
Abundância relativa de espécies espontâneas úteis			
Preditora	Fatores aleatórios	Fatores fixos categóricos	Fatores fixos numéricos
	Bloco Bloco/Coleta	Faixas de cultivo	CWM espécies cultivadas
		Tratamento	RAO espécies cultivadas
		Coleta	

Legenda: CWM - *Community Weighted Mean*, que se refere a Identidade Funcional dos atributos funcionais nitrogênio foliar (N foliar), área foliar específica (SLA), conteúdo de matéria seca foliar (LDMC); Rao - Índice entropia quadrática de Rao (RAO, 1982) considerada uma medida adequada para a diversidade funcional. Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 4: Modelos finais testados para cada uma das hipóteses propostas.

Hipótese	Modelos
H1	Coleta*Tratamento*Estrato, random =~1 Bloco, method="ML" Coleta+Tratamento+Estrato, random =~1 Bloco, method="ML" Coleta*Tratamento, random =~1 Bloco, method="ML" Coleta+Tratamento, random =~1 Bloco, method="ML" Coleta*Estrato, random =~1 Bloco, method="ML" Coleta+Estrato, random =~1 Bloco, method="ML" Coleta, random =~1 Bloco, method="ML" Tratamento*Estrato, random =~1 Bloco/Coleta, method="ML" Tratamento+Estrato, random =~1 Bloco/Coleta, method="ML" Estrato, random =~1 Bloco/Coleta, method="ML" Tratamento, random =~1 Bloco/Coleta, method="ML"
H2	Coleta*RaoQcult, random =~1 Bloco, method="ML" RaoQcult, random =~1 Bloco/Coleta, method="ML" Coleta*RaoQSLA, random =~1 Bloco, method="ML" RaoQSLA, random =~1 Bloco/Coleta, method="ML" Coleta*RaoQLDMC, random =~1 Bloco, method="ML" RaoQLDMC, random =~1 Bloco/Coleta, method="ML" Coleta*RaoQN, random =~1 Bloco, method="ML" RaoQN, random =~1 Bloco/Coleta, method="ML" Coleta*RaoQH, random =~1 Bloco, method="ML" *RaoQH, random =~1 Bloco/Coleta, method="ML"
H3	Coleta*SLA, random =~1 Bloco, method="ML" SLA, random =~1 Bloco/Coleta, method="ML" Coleta*LDMC, random =~1 Bloco, method="ML" LDMC, random =~1 Bloco/Coleta, method="ML" Coleta*N, random =~1 Bloco, method="ML"

	N, random =~1 Bloco/Coleta, method="ML" Coleta*H, random =~1 Bloco, method="ML" H, random =~1 Bloco/Coleta, method="ML"
--	---

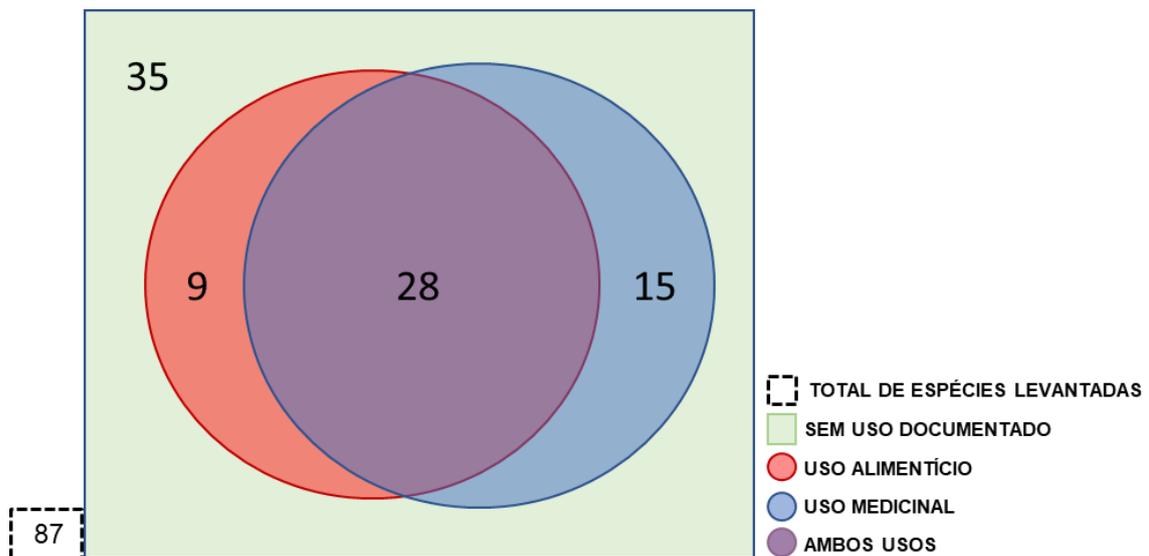
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Compilado de informações resultante da revisão bibliográfica.

No levantamento fitossociológico, 87 espécies de plantas foram amostradas (Figura 6), das quais 19 são espécies cultivadas e 68 são espécies de plantas espontâneas (Anexo C). Foram observadas 28 famílias ocorrentes, sendo as mais frequentes: Poaceae, Cyperaceae, Asteraceae e Fabaceae respectivamente. Do total de espécies levantadas, 52 espécies apresentaram utilidades alimentícias e/ou medicinais segundo os bancos de dados e bibliografias utilizadas na pesquisa (Anexos D e E).

Figura 6: Diagrama de Venn representando as utilidades documentadas.



Legenda: **Verde** = espécies sem uso documentado (35); **vermelho** = espécies com uso alimentício (9); **azul** = espécies com uso medicinal (15); **roxo** = espécies que possuem ambos os usos, tanto alimentício quanto medicinal (28); **branco** = número total de espécies levantadas (87). Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Ao olharmos especificamente para as plantas espontâneas, 37 espécies pertencentes a 18 famílias possuem utilidades para alimentação e medicina (Figura 7), sendo Asteraceae, Poaceae e Cyperaceae as famílias mais frequentes. A prevalência dessas famílias pode ser reflexo do histórico de cultivo da área experimental, visto que são consideradas famílias de espontâneas com grande

potencial invasivo, e comumente encontradas em solos que passaram por sistemas de manejo irrigado (MOREIRA & BRAGANÇA, 2011). A popularidade das Asteraceae, principalmente para uso medicinal, tem sido atribuída à grande variedade de componentes bioativos que elas contêm (THOMAS *et al.*, 2009). Já Poaceae e Cyperaceae, apesar de serem muito utilizadas no Havaí, são menos utilizadas no resto do mundo para fins medicinais. São famílias consideradas pobres em alcaloides e conhecidas por terem sistemas de defesa física, como sílica, em suas folhas ao invés de fitoquímicos (FORD & GAOUÉ, 2017). Porém, para a alimentação, as Poaceae são amplamente utilizadas, visto que as principais culturas do mundo, como arroz, milho, trigo e cevada, são provenientes dessa família de plantas e possuem grãos comestíveis.

Sobre as partes das plantas utilizadas para alimentação, temos que as folhas e sementes após preparo são as partes mais consumidas. Para as espécies medicinais, as folhas também foram descritas como a parte mais utilizada, tendo como principais preparações para o consumo a decocção e a infusão. O uso das folhas de espontâneas para preparação de fitoterápicos também é comumente empregado em outras partes do mundo, como Uganda (BUNALEMA *et al.*, 2014), Tailândia (TANGJITMAN *et al.*, 2015), Marrocos (KATIRI *et al.*, 2017) e Bolívia (THOMAS *et al.*, 2009). O uso das partes aéreas, principalmente das folhas, pode estar relacionado com a facilidade de colheita, bem como a rápida capacidade de regeneração (TUGUME & NYAKOOJO, 2019), além de se tratar dos principais órgãos fotossintéticos, contribuindo para síntese de fotossintatos, os quais são farmacologicamente mais ativos contra certas doenças (PASSALACQUA *et al.*, 2007; AHMAD *et al.*, 2014).

6.2 Abundância, frequência e riqueza das espontâneas úteis de acordo com as coletas, tratamentos e faixas de cultivo.

A riqueza de espécies espontâneas alimentícias e medicinais variou de acordo com a sucessão agroflorestal. Na primeira coleta, realizada no verão do primeiro ano de implantação, foram encontradas 12 espécies em todo o experimento. Já na segunda coleta, realizada no inverno do primeiro ano, e na terceira coleta, realizada no verão do terceiro ano, a riqueza de plantas espontâneas com utilidade no experimento foi de 23 e 22 espécies, respectivamente.

Podemos destacar também a variação entre a frequência e abundância das espécies de plantas espontâneas alimentícias e medicinais durante os períodos de coletas (Figura 7). No verão do primeiro ano de implantação agroflorestal (coleta 1), a espécie mais frequente foi a *Desmodium barbatum*, a qual é apontada por apresentar propriedades medicinais capazes de reduzir os níveis de açúcar no sangue, prevenir abortos espontâneos e a queda de cabelo. É uma espécie popularmente utilizada no tratamento de asma, tosses, resfriados, cólicas (bebês), dor estomacal, febre, hemorragia, problemas cardíacos, impotência e problemas relacionados à menstruação (MANSFELD, 2021; PROTA, 2021; TPLANTS, 2021). Já a espécie mais abundante nessa coleta foi a *Cyperus distans*, que possui os tubérculos comestíveis, sejam *in natura* ou após preparo, e é utilizada no tratamento de enfermidades, principalmente febres (PFAF, 2021; TPLANTS, 2021).

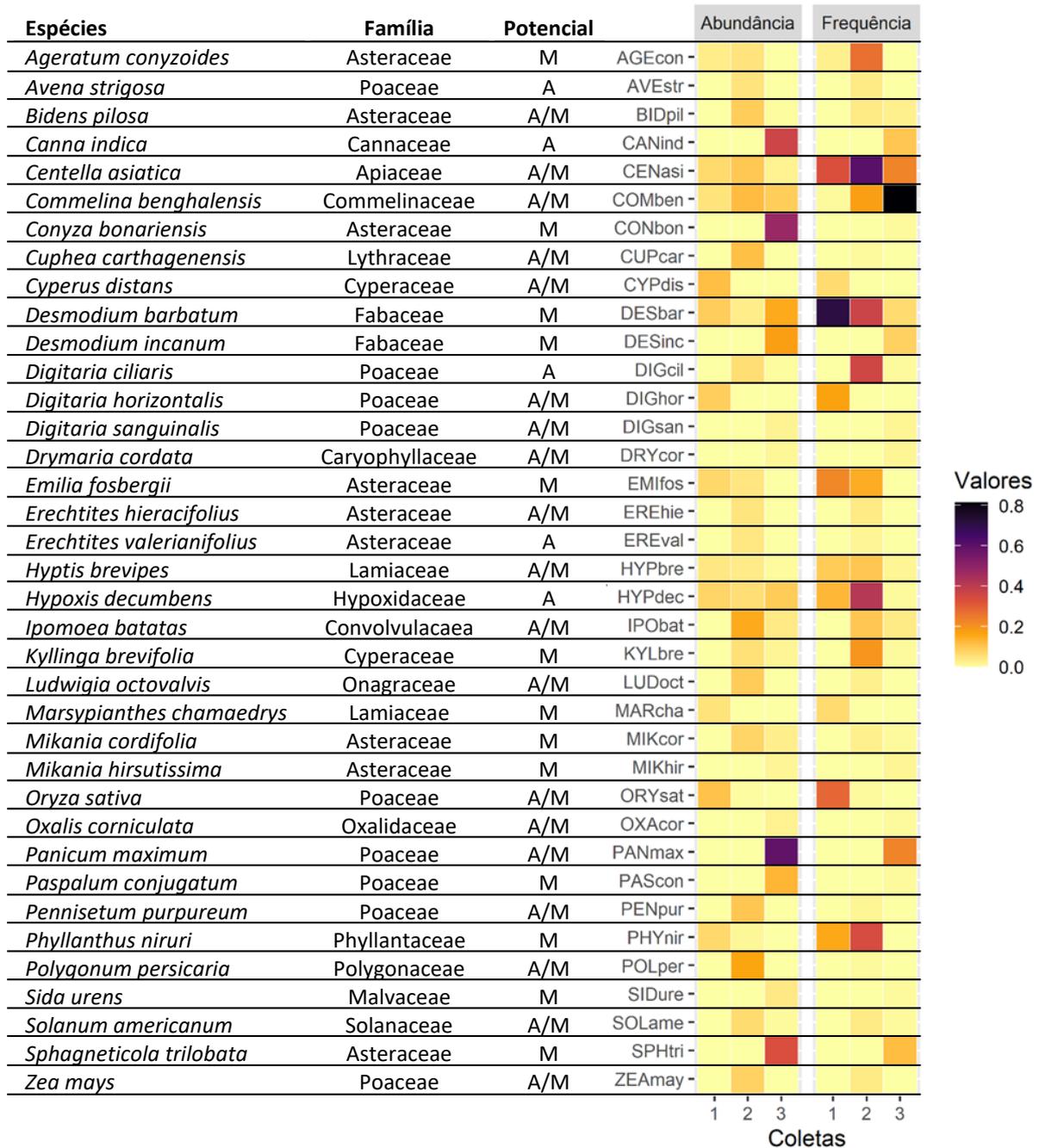
A coleta realizada no inverno do primeiro ano de implantação (coleta 2) teve como espécie mais frequente a *Centella asiatica*, que, segundo a revisão bibliográfica, apresenta caráter alimentício, sendo suas folhas consumidas após preparo (PFAF, 2021). Já para fins medicinais, foram descritos uma gama de utilidades, como exemplo a ativação da circulação sanguínea (coadjuvante no tratamento de doenças vasculares periféricas); o auxílio na melhora da função nervosa, da memória, da imunidade e da distensibilidade venosa; a redução de inflamações e febre; bem como para o tratamento de problemas de pele (queimadura, ferida, celulite, infecção leprótica, hanseníase e úlcera) e de doenças venéreas (PFAF, 2021; LORENZI & MATOS, 2008). Já a espécie mais abundante foi a *Polygonum persicaria*, sendo as folhas, sementes e brotos relatadas como comestíveis, além de apresentar propriedades medicinais, em que são citados seu caráter adstringente, diurético, rubefaciente e vermífugo, bem como popularmente recomendadas para o tratamento de litíase, dor de estômago e reumatismo nos membros inferiores. Na forma de cataplasma, quando misturada à farinha, é utilizada para aliviar a dor (LORENZI & MATOS, 2008; PFAF, 2021).

Já na coleta realizada no verão do terceiro ano de implantação agroflorestal (coleta 3), a espécie mais frequente foi a *Commelina benghalensis*, a qual possui folhas e caules comestíveis após preparo e, quanto às propriedades medicinais, são mencionadas como adstringentes, demulcentes, laxantes e mucilaginosas. É utilizada no tratamento de infertilidade (mulheres), hanseníase, pés doloridos

(cataplasma) e como supositório emoliente para estranguria. Também foram encontradas citações sobre o alívio de distúrbios estomacais, tratamento de diarreia, doenças oculares, dor de garganta, queimaduras e sapinhos em bebês (uso tópico) (NEWCROP, 2021; TPLANTS, 2021; PROTA, 2021). Já a espécie *Panicum maximum* apresentou maior abundância. Apesar de ser uma espécie cultivada no primeiro ano de implantação, foi considerada como uma espécie espontânea, pois somente veio a germinar no verão do terceiro ano de sucessão agroflorestal. Tal espécie, por sua vez, possui sementes comestíveis após o preparo, bem como propriedades medicinais diuréticas e laxativas, sendo também utilizada no tratamento de azia, timpanite e de dor de cabeça (NEWCROP, 2021; PROTA, 2021; TPLANTS, 2021).

Um ponto de extrema importância a ser destacado é que grande parte das informações alimentares, fitoterápicas e fitoquímicas apresentadas para cada espécie é fruto de revisão bibliográfica de cunho etnobotânico. Isto posto, as informações aqui elencadas não versam sobre uma recomendação direta para uso, mas sim sobre uma apresentação das possíveis utilidades das espécies espontâneas que são negligenciadas e que necessitam de mais estudos, em especial clínicos, para averiguação da eficácia, melhor forma de uso, bem como a dosagem segura para consumo.

Figura 7: Abundância e frequência das espécies espontâneas alimentícias e medicinais levantadas de acordo com as coletas realizadas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022). Legenda: A: Alimentício; M: Medicinal.

6.3 Influência da sucessão agroflorestal, tratamentos e faixas de cultivo sobre a abundância, frequência e riqueza das espécies espontâneas úteis.

Após o processo de seleção e redução do modelo estatístico com o melhor ajuste, observamos que os tratamentos não tiveram influência sobre a comunidade de espontâneas úteis, sendo a sucessão agroflorestal e as formas de crescimento

(faixas de cultivo) o que melhor explicou a riqueza e abundância das espécies com utilidades alimentícias e medicinais (Tabela 2). Segundo os testes estatísticos, a segunda coleta realizada no primeiro ano de implantação do sistema agroflorestal apresentou maior riqueza de espontâneas úteis (Tabela 2; Figura 8B). Tal resultado vai ao encontro de Neyret *et al.* (2020) que, ao pesquisar sobre a diversidade de plantas espontâneas em áreas tropicais, discorre sobre a existência de comunidades de espontâneas mais diversificadas particularmente na estação seca quando em comparação com a estação chuvosa.

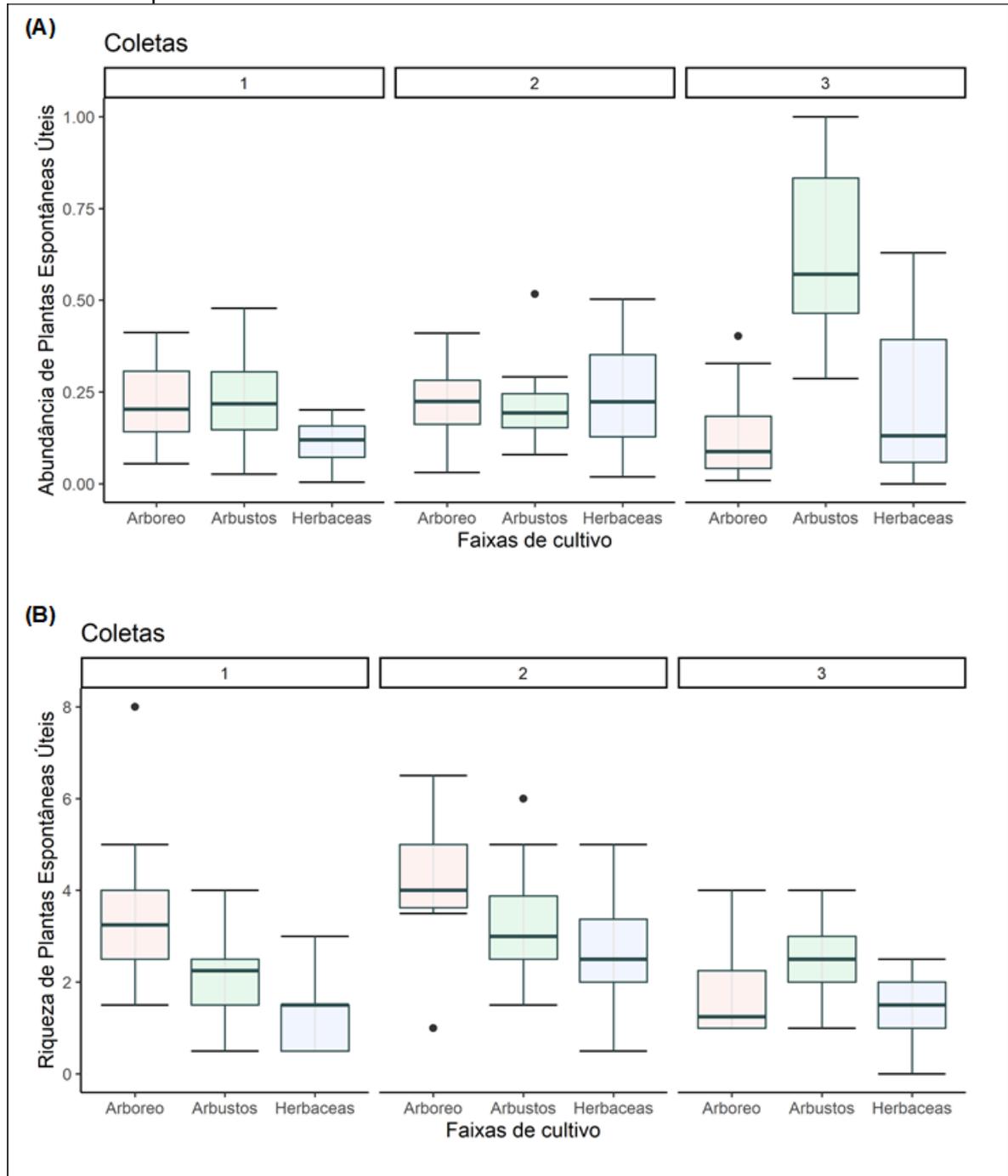
Além do processo de sucessão agroflorestal ter tido efeito significativo nos parâmetros populacionais das espontâneas úteis, os diferentes tipos de cultivo também apresentaram efeitos interessantes. Como exemplo, o aumento da abundância nas faixas de cultivadas de porte arbustivo durante o verão do terceiro ano de implantação (Tabela 2; Figura 8A). Esse aumento da abundância pode ser explicado pela menor intensidade de manejo que precedeu a coleta realizada nesse período, pois, segundo Mahaut *et al.* (2019), os principais fatores que influenciam a comunidade de espontâneas são os gradientes biogeográficos, seguido pela diversidade de sequências de cultivos e depois pela intensidade do manejo em que os cultivos são submetidos.

Alguns trabalhos confirmaram que o tipo de cultura possui maior influência do que a sucessão agroflorestal em determinar a composição de comunidades de plantas espontâneas (FRIED *et al.*, 2008; ANDRADE *et al.*, 2017). Essa maior influência pode ser explicada por diferentes assembleias de espontâneas tenderem a colonizar diferentes micro-habitats criados pelos diferentes tipos de cultivadas, principalmente pela necessidade de preencher os diferentes nichos, mesmo que, devido ao caráter generalista dessas espécies, os diferentes nichos possam compartilhar de espécies comuns (LI *et al.*, 2019). Já outras pesquisas mostram que o aumento da diversidade de cultivos, seja em consórcios temporais ou espaciais, é uma ferramenta altamente eficaz para reduzir a abundância de plantas espontâneas e, contudo, aumentar a diversidade das mesmas (MACLAREN *et al.*, 2020).

Pode-se observar também que a faixa de cultivo de espécies arbóreas teve a menor variação no que diz respeito a abundância de espontâneas úteis. Tal efeito ocorre devido a arquitetura das árvores, ou seja, copas mais densas limitam a

entrada de luz solar, causando variações na disponibilidade de recursos, o que afeta as condições de crescimento de plantas herbáceas (MARTÍNEZ *et al.*, 2017).

Figura 8: Diagrama de caixas representando os modelos finais, tendo as coletas e faixas de cultivo como variáveis preditoras.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022). Legenda: **(A)** abundância de plantas espontâneas úteis no sistema agroflorestal de acordo com a sucessão agroflorestal (coletas) e faixas de cultivos; **(B)** riqueza de plantas espontâneas úteis no sistema agroflorestal de acordo com a sucessão agroflorestal (coletas) e faixas de cultivos.

Tabela 2: Modelos finais para a sucessão agroflorestal e faixas de cultivos com efeito significativo da variável resposta e que atenderam aos pressupostos de não colinearidade, homocedasticidade e normalidade.

Modelo	Preditoras	Valor	Std.Error	DF	t-value	p-value
Riqueza ~ Coleta*Estrato	Intercepto	3.361111	0.2926700	138	11.484304	0.0000
	Coleta2	0.944444	0.4019176	10	2.349846	0.0407
	Coleta3	-1.666667	0.4019176	10	-4.146787	0.0020
	Arbusto	-1.250000	0.3401958	138	-3.674355	0.0003
	Herbácea	-2.027778	0.3401958	138	-5.960620	0.0000
	Coleta2:Arbusto	0.222222	0.4811095	138	0.461895	0.6449ns
	Coleta3:Arbusto	2.111111	0.4811095	138	4.388006	0.0000
	Coleta2:Herbacea	0.388889	0.4811095	138	0.808317	0.4203ns
	Coleta3:Herbacea	1.833333	0.4811095	138	3.810636	0.0002
Abundância ~ Coleta*Estrato	Intercepto	-1.0977997	0.07377627	148	-14.880120	0.0000
	Coleta2	0.0087007	0.09778468	148	0.088978	0.9292ns
	Coleta3	-0.2530255	0.09778468	148	-2.587578	0.0106
	Arbusto	0.0016838	0.09778468	148	0.017219	0.9863ns
	Herbácea	-0.2604621	0.09778468	148	-2.663629	0.0086
	Coleta2:Arbusto	-0.0282353	0.13828842	148	-0.204177	0.8385ns
	Coleta3:Arbusto	0.9163890	0.13828842	148	6.626650	0.0000
	Coleta2:Herbacea	0.2560755	0.13828842	148	1.851749	0.0661ns
	Coleta3:Herbacea	0.4491120	0.13828842	148	3.247647	0.0014

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

6.4 Influência da diversidade funcional sobre a riqueza e abundância das espécies espontâneas úteis.

Em relação à diversidade de atributos funcionais, cultivos com maior diversidade para o conjunto dos atributos analisados (SLA, LDMC, LNC e H) promoveram aumento da riqueza de espécies espontâneas úteis (Tabela 3; Figura 9A) e não tiveram influência sobre a abundância de espontâneas úteis encontradas nos SAFs. E, ao serem testados isoladamente, o aumento da diversidade de SLA dos cultivos promoveu o aumento da riqueza de espécies espontâneas úteis (Tabela 3; Figura 9B). A maior diversidade na altura das espécies cultivadas, quando analisadas isoladamente, também provocou efeito no aumento da riqueza de espécies espontâneas úteis (Tabela 3; Figura 9C), porém, quando analisada em interação com as coletas, houve pequena redução na riqueza de espontâneas úteis (Tabela 3; Figura 9D). Por sua vez, o aumento na diversidade de LDMC dos cultivos ao longo das coletas apresentou menor riqueza de espécies (Tabela 3; Figura 9E).

O aumento da riqueza de espécies espontâneas úteis em cultivos com maior diversificação de atributos foi esperado, uma vez que maior variabilidade interanual de tipos de culturas aumenta a diversidade de habitats favoráveis a diferentes espécies de plantas espontâneas (WEIBULL *et al.*, 2003). Nguyen & Liebman (2022), ao observarem a composição da comunidade de plantas espontâneas em cultivos simples e em sistemas mais diversificados, suportam a hipótese de que, em geral, as comunidades de plantas espontâneas são mais diversas nas regiões de maior diversidade dos sistemas de cultivo. A pesquisa de Adeux *et al.*, (2022) também corrobora esse resultado, destacando que a diversificação de sistemas de cultivos pode promover a diversidade de plantas espontâneas tanto no período anual quanto no plurianual. Ademais, somado a maior diversificação dos cultivos, o manejo dos SAFs sem a utilização de herbicidas pode ter sido um fator que contribuiu para o aumento da riqueza de espontâneas úteis.

Os atributos morfológicos e fisiológicos específicos – como área foliar específica e conteúdo de matéria seca foliar – podem influenciar a filtragem de espécies, dado que estão associados à habilidade de uma espécie em lidar com as adversidades (PÉREZ-RAMOS *et al.*, 2013) e disponibilidade de recursos (água, luz e nutrientes), assim como com processos ecossistêmicos associados com ciclos biogeoquímicos (WRIGHT *et al.*, 2004; LAVOREL & GRIGULIS, 2012). Assim, o conjunto desses atributos das folhas, presentes nas plantas cultivadas, expressam diferentes estratégias no que diz respeito à assimilação de recursos. Geralmente, plantas com baixo conteúdo de matéria seca foliar e maior área foliar específica estão associadas a um maior potencial regenerativo e velocidade em adquirir recursos, já plantas com elevado conteúdo de matéria seca foliar e menor área foliar específica associam-se a menores taxas de crescimento, porém com folhas mais duradouras e resistentes (DIAZ *et al.*, 2016; PÉREZ- HARGUINDEGUY *et al.*, 2013). Essas características funcionais que concedem adaptação aos mais diversos ambientes, somadas aos fatores de distribuição e composição da comunidade das espécies espontâneas nas áreas cultivadas, podem ter sido fundamentais para o aumento da riqueza das espontâneas úteis, como no caso do aumento da diversidade de SLA das cultivadas, ou no decréscimo da riqueza dessas espécies ao longo da sucessão agroflorestal, como no caso do aumento da diversidade em LDMC dos cultivos agroflorestais.

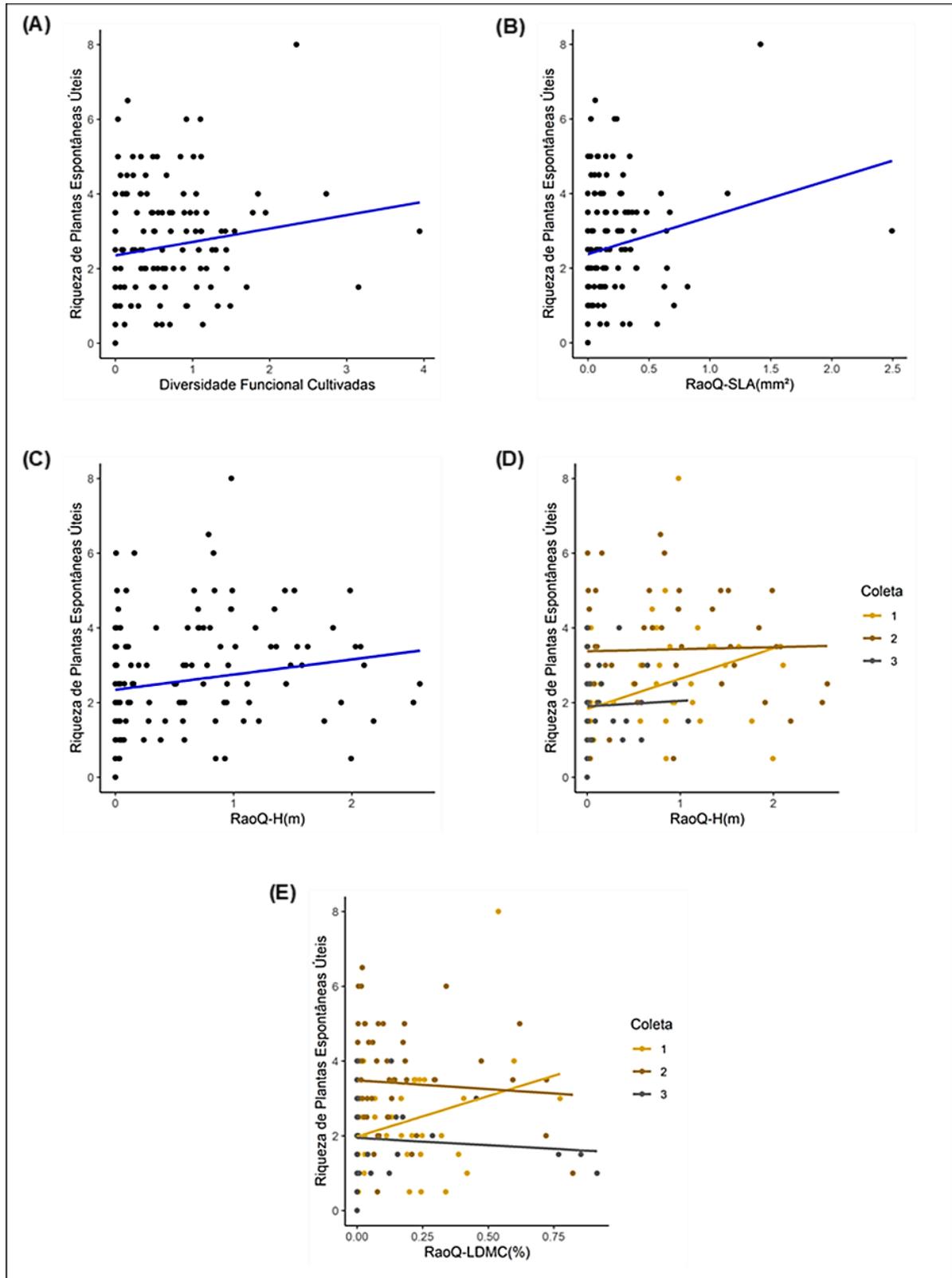
Em relação à altura máxima das espécies cultivadas, a variação na riqueza de espontâneas úteis apontou algumas contradições com a literatura. Por um lado, maior diversidade de altura promove uma maior complementariedade no acesso a luz pelas plantas cultivadas. Sendo assim, o aumento da riqueza pode estar relacionado às diferentes estratégias funcionais no uso da luz disponível das espécies de plantas espontâneas (STORKEY, 2006). No estudo feito por Mahaut *et al.* (2019), foi observado o aumento tanto na riqueza quanto na abundância de plantas espontâneas com o aumento da diversidade da altura das culturas. Por outro lado, a diminuição na disponibilidade de recurso luminoso pode favorecer a supressão de espontâneas (ANDRADE *et al.*, 2017). Esse efeito supressor, causado pelo aumento da diversidade de altura das cultivadas, pode ser visto ao analisarmos o decréscimo da riqueza de espontâneas úteis ao longo do gradiente temporal das coletas (Tabela 3; Figura 9D).

Tabela 3: Modelos finais para a diversidade funcional com efeito significativo da variável resposta e que atenderam aos pressupostos de não colinearidade, homocedasticidade e normalidade.

Modelo	Preditoras	Valor	Std.Error	DF	t-value	p-valeu
Riqueza ~ RaoQ_{cultivadas}	Intercepto	2.3544293	0.2052423	143	11.471459	0.0000
	RaoQcult	0.3604884	0.1573513	143	2.290978	0.0234
Riqueza ~ RaoQ_{SLA}	Intercepto	2.38016	0.1966628	143	12.102744	0.0000
	RaoQSLA	1.00206	0.3501864	143	2.861505	0.0048
Riqueza ~ RaoQ_H	Intercepto	2.3475226	0.1932654	143	12.146627	0.0000
	RaoQH	0.4045082	0.1625892	143	2.487915	0.014
Riqueza ~ Coleta*RaoQ_H	Intercepto	1.8280208	0.2496738	151	7.321635	0.0000
	Coleta2	1.5491056	0.3242198	151	4.777949	0.0000
	Coleta3	0.0729759	0.2918430	151	0.250052	0.8029ns
	RaoQH	0.8136825	0.2815927	151	2.889572	0.0044
	Coleta2:RaoQH	-0.7596744	0.3567690	151	-2.129317	0.0348
	Coleta3:RaoQH	-0.6701145	0.7525021	151	-0.890515	0.3746ns
Riqueza ~ Coleta* RaoQ_{LDMC}	Intercepto	1.9789927	0.2304099	151	8.589008	0.0000
	Coleta2	1.5067523	0.2994542	151	5.031662	0.0000
	Coleta3	-0.0324839	0.2798963	151	-0.116057	0.9078ns
	RaoQLDMC	2.1740921	0.9707249	151	2.239658	0.0266
	Coleta2:RaoQLDMC	-2.6414721	1.2840111	151	-2.057203	0.0414
	Coleta3:RaoQLDMC	-2.5648366	1.2825434	151	-1.999805	0.0473

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Figura 9: Modelos de riqueza de plantas espontâneas úteis em resposta ao efeito da diversidade funcional.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022). Legenda: **(A)** Efeito da diversidade funcional; **(B)** Efeito da diversidade de SLA; **(C)** Efeito da diversidade de H; **(D)** Efeito da diversidade de H de acordo com as coletas; **(E)** Efeito da diversidade de LDMC de acordo com as coletas.

6.5 Influência da identidade funcional sobre a riqueza e abundância das espécies espontâneas úteis.

A composição funcional dos cultivos também explicou a abundância e riqueza das espécies espontâneas úteis. Cultivos com maiores valores médios de SLA (Tabela 4, Figura 10A) e elevadas concentrações de nitrogênio foliar apresentaram tanto menor riqueza (Tabela 4, Figura 11=0B) quanto menor abundância de espécies espontâneas úteis (Tabela 5, Figura 11A e Figura 11B). Já os cultivos com maiores valores médios de LDMC e H tiveram maior abundância dessas espécies com utilidades alimentícias e medicinais (Tabela 5, Figura 11C e Figura 11D).

Sendo assim, podemos observar que o aumento dos valores médios dos atributos funcionais dos cultivos apresentou redução da diversidade funcional. Os resultados corroboraram a perspectiva de que SLA é frequentemente correlacionado com as concentrações de nitrogênio nas folhas (PÉREZ- HARGUINDEGUY *et al.*, 2013; WRIGHT *et al.*, 2004), visto que o aumento dos valores médios desses atributos nos cultivos proporcionou tanto menor riqueza quanto abundância de espécies espontâneas úteis. A baixa incidência dessas espécies pode ser explicada devido SLA e LNC estarem relacionadas ao potencial hídrico, trocas gasosas, alocação e conservação de nitrogênio, e, com isso, os cultivos terem tido vantagens na ingestão de água e nitrogênio em comparação com as espécies espontâneas (DÍAZ *et al.*, 2016; KUNSTLER *et al.*, 2016; GROSS *et al.*, 2017).

Outro fator que pode ter relação com a supressão das espécies espontâneas úteis é a velocidade de decomposição de folhas com alto SLA e LNC, pois, de acordo com Coleman *et al.* (2020), concentrações aumentadas de nitrogênio nas folhas normalmente levam a maiores taxas iniciais de decomposição e folhas com maior SLA normalmente se decompõem mais rapidamente. Essa maior velocidade em disponibilização e mineralização de recursos, que sugere uma melhoria na qualidade do solo, somada a maior eficiência de aquisição das cultivadas, faz com que os cultivos com maiores valores médios de SLA e LNC apresentem maior produção de biomassa acima do solo, conforme descritos por Hanif *et al.* (2019) e Finegan *et al.* (2015), contribuindo, com isso, para a supressão das espécies espontâneas úteis.

Ainda seguindo a lógica de disponibilização de recursos, LDMC é um atributo inversamente proporcional a SLA (GARNIER *et al.*, 2007). Sendo assim, a serrapilheira derivada de folhas com maiores valores médios de LDMC tende a ser relativamente resistente, tornando mais lento o processo de decomposição quando comparado com as folhas com menores valores médios de LDMC, conseqüentemente influenciando na ciclagem de nutrientes (PÉREZ-HARGUINDEGUY *et al.*, 2013). A baixa decomposição de folhas contendo maiores valores médios de LDMC pode estar relacionada a uma limitação de nutrientes ou de carbono lábil, e a natureza da limitação de recursos pode mudar ao longo do processo de decomposição, visto que existe grande dependência não só das mudanças na qualidade da serrapilheira, mas também da natureza da comunidade de decompositores (OLIVEIRA *et al.*, 2019). Nessa perspectiva, podemos sugerir que o aumento da abundância das espontâneas úteis nos cultivos com maiores valores médios de LDMC provêm da lenta mineralização dos recursos, somada a alta capacidade de sobrevivência das espécies espontâneas às adversidades.

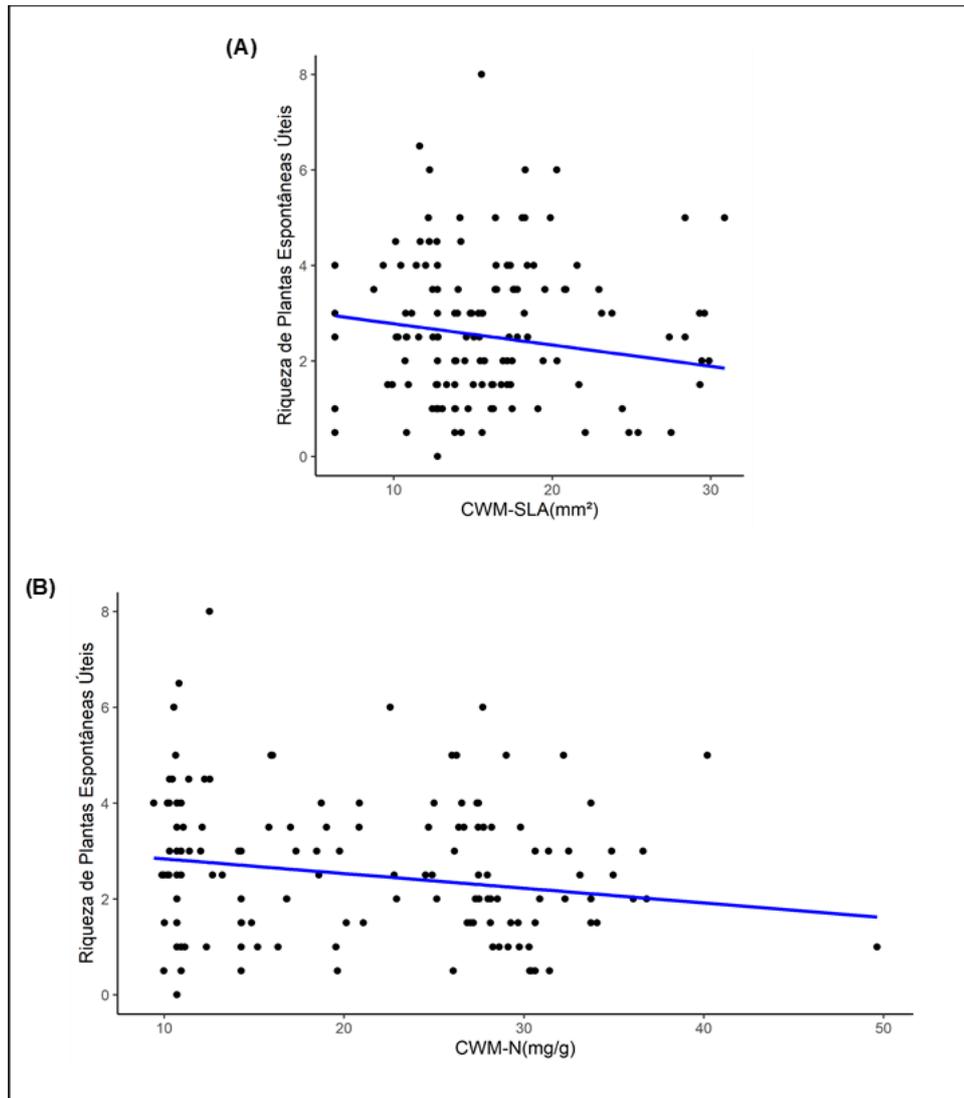
Por fim, o aumento da abundância de espontâneas úteis em cultivos com maiores alturas médias gerou algumas reflexões importantes. Tendo em vista que a altura da planta permite maior captação de luz e, portanto, maior produtividade das espécies cultivadas (PAN *et al.*, 2016), a maior abundância de espontâneas úteis vai de encontro a ideia de que a continuidade do dossel limita a incidência de luz, restringindo a abundância de espécies de plantas espontâneas e agindo como uma barreira ambiental à sua colonização do sub-bosque (MARTIN *et al.*, 2009). Porém, segundo Kunstler *et al.* (2016), não foi encontrada correlação entre a altura máxima e efeito competitivo, o que pode ter favorecido o estabelecimento das espontâneas úteis nesses cultivos. Outro fator que pode ter influência positiva no aumento da abundância é a rápida evolução adaptativa de tolerância à sombra das plantas espontâneas (PRENTIS *et al.*, 2008; SULTAN *et al.*, 2012; CANESSA *et al.*, 2018), sugerindo assim a viabilidade da adaptação dessas espécies com utilidade alimentícia e medicinal nos ambientes sombreados.

Tabela 4: Modelos finais para a identidade funcional com efeito significativo da riqueza e que atenderam aos pressupostos de não colinearidade, homocedasticidade e normalidade.

Modelo	Preditoras	Valor	Std.Error	DF	t-value	p-value
Riqueza ~	Intercepto	3.226445	0.3993409	143	8.079425	0.0000
SLA	SLA	-0.044569	0.0215938	143	-2.063981	0.0408
Riqueza ~	Intercepto	3.1444691	0.31105278	143	10.109118	0.0000
LNC	LNC	-0.0306413	0.01154904	143	-2.653146	0.0089

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Figura 10: Modelos de riqueza de plantas espontâneas úteis em resposta ao efeito da identidade funcional.



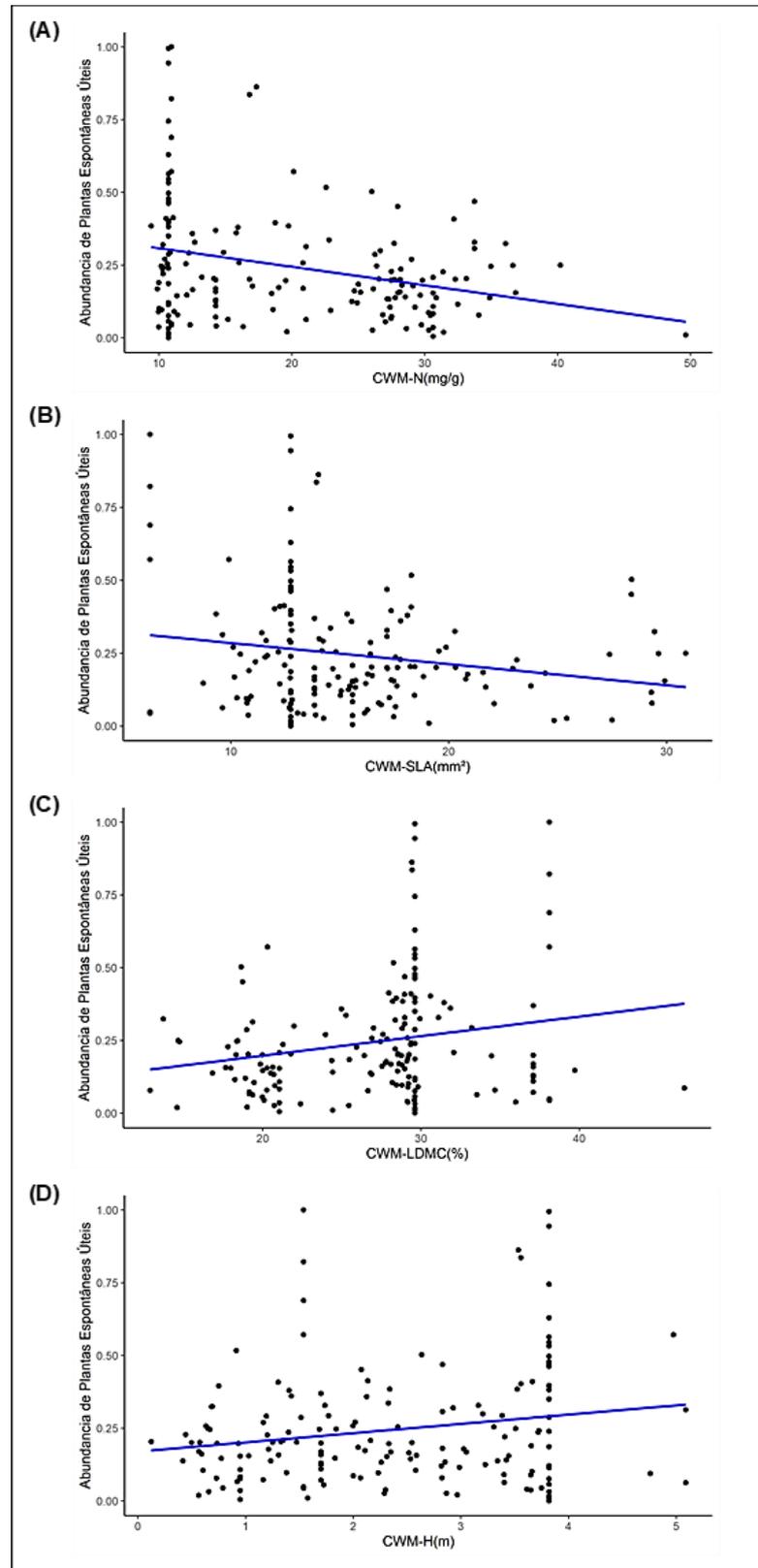
Fonte: Elaborado pelo autor (2022). Legenda: **(A)** Efeito do aumento da identidade de SLA; **(B)** Efeito do aumento da identidade de LNC.

Tabela 5: Modelos finais para a identidade funcional com efeito significativo da abundância e que atenderam aos pressupostos de não colinearidade, homocedasticidade e normalidade.

Modelo	Preditoras	Valor	Std.Error	DF	t-value	p-valeu
Abundância	Intercepto	-0.9043502	0.09863139	143	-9.168990	0.0000
~ SLA	SLA	-0.0118495	0.00599102	143	-1.977881	0.0499
Abundância	Intercepto	-1.4160578	0.13701887	143	-10.334764	0.0000
~ LDMC	LDCM	0.0121222	0.00493377	143	2.456989	0.0152
Abundância	Intercepto	-0.8649521	0.07364168	143	-11.745415	0e+00
~ LNC	LNC	-0.0112178	0.00325360	143	-3.447802	7e-04
Abundância	Intercepto	-1.2129515	0.06808052	143	-17.816424	0.0000
~ H	H	0.0525731	0.02498876	143	2.103872	0.0371

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Figura 11: Modelos de abundância de plantas espontâneas úteis em resposta ao efeito identidade funcional.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022). Legenda: **(A)** Efeito do aumento da identidade de N; **(B)** Efeito do aumento da identidade de SLA; **(C)** Efeito do aumento da identidade de LDMC; **(D)** Efeito do aumento da identidade de H.

7 CONCLUSÃO

A revisão bibliográfica demonstrou a gama de utilidades alimentícias e medicinais das plantas espontâneas presentes ao longo do início da sucessão agroflorestal, o que indica a grande versatilidade dessas espécies que atualmente se encontram em desuso. No entanto, existem poucas evidências clínicas que suportem as tomadas de decisões de forma mais específica, principalmente no que diz respeito ao uso medicinal, como exemplo a delimitação das dosagens seguras ou até mesmo contraindicações de uso. Tal lacuna de conhecimento pode ser um motivador para estudos futuros das propriedades nutricionais e medicinais das plantas espontâneas.

A composição funcional planejada dos tratamentos não apresentou efeito sobre a abundância relativa, frequência de ocupação de quadros amostrais e riqueza observada de plantas espontâneas úteis. Já o processo de sucessão agroflorestal ao longo das coletas, bem como as faixas de cultivo, a diversidade e identidade funcional dos cultivos tiveram efeitos sobre a composição da comunidade de plantas espontâneas com utilidade alimentícia e medicinal, tendo assim grande importância para melhor entendermos a dinâmica de abundância e riqueza dessas espécies.

Isso posto, os resultados desse trabalho evidenciam que a complementariedade de nichos e a hipótese de razão de massa são componentes da ecologia funcional que podem contribuir para otimização do uso dos recursos alimentares e medicinais disponíveis nos SAFs. Assim, a implementação e manejo de SAFS, levando em consideração o aumento da diversidade dos atributos funcionais das plantas cultivadas sem a necessidade de utilização de agrotóxicos, pode permitir a conservação da biodiversidade através do uso de plantas espontâneas, promovendo serviços ecossistêmicos de provisão e maiores contribuições da natureza para as pessoas.

REFERÊNCIAS

- ADEUX, G.; YVOZ, S.; BIJU-DUVAL, L.; CADET, E.; FARCY, P.; GUILLAUME FRIED, G.; GUILLEMIN, J.; MEUNIER, D.; MUNIER-JOLAIN, N.; PETIT, S.; CORDEAU, S. **Cropping system diversification does not always beget weed diversity**. *European Journal of Agronomy*, v. 133. France, 2022.
- AFOLAYAN, A. J. & JIMOH, F. O. **Nutritional quality of some wild leafy vegetables in South Africa**. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, v. 60, p. 424-431, 2009.
- AGRA, M. F.; FREITAS, P. F.; BARBOSA-FILHO, J. M. **Synopsis of the plants known as medicinal and poisonous in Northeast of Brazil**. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 17, p. 114-140, 2007.
- AGROSS. **Agroforestry Species Switchboard 3.0**. Disponível em: <http://apps.worldagroforestry.org/products/switchboard/index.php/species_search/Acacia>. Acesso em: 27 mai. 2021.
- AHMAD, M.; SULTANA, S.; FAZL-I-HADI, S.; HADDA, T.; RASHID, S.; ZAFAR, M.; KHAN, M. A.; KHAN, M. P. Z.; YASEEN, G. **An Ethnobotanical study of Medicinal Plants in high mountainous region of Chail valley (District Swat- Pakistan)**. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, p. 10-36, 2014.
- ALBERT, C. H.; BELLO, F.; BOULANGEAT, I.; PELLET, G.; LAVOREL, S.; THUILLER, W. **On the importance of intraspecific variability for the quantification of functional diversity**. *Oikos*, v. 121, p. 116-126, 2012.
- ALTIERI, M. A. **Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments**. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 93, p. 1-24, 2002.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil**. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, p. 711-728, 2013.
- ANDRADE, J. F.; SATORRE, E. H.; ERMACORA, C. M.; POGGIO, S. L. **Weed communities respond to changes in the diversity of crop sequence composition and double cropping**. *European Weed Research Society*, v. 57, p. 148-158, 2017.
- ARIAS-ESTÉVEZ, M.; LÓPEZ-PERIAGO, E.; MARTÍNEZ-CARBALLO, E.; SIMAL-GÁNDARA, J.; MEJUTO, J. C.; GARCÍA-RIO, L. **The mobility and degradation of pesticides in soils and the pollution of groundwater resources**. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 123, p. 247-260, 2008.

- BAGGIO, A. A. & MEDRADO, M. J. S. **Sistemas Agroflorestais e Biodiversidade**. In: Seminário sobre Sistemas Agroflorestais e Desenvolvimento Sustentável. Embrapa. Campo Grande/MS, Brasil, 2003.
- BALEMIE, K. & KEBEBEW, F. **Ethnobotanical study of wild edible plants in Derashe and Kucha Districts, South Ethiopia**. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, v. 2, p. 1-9, 2006.
- BATES, D.; MÄCHLER, M.; BOLKER, B. M.; WALKER, S. C. 2015. **Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4**. *Journal of Statistical Software*, v. 67, p. 1-48, 2015.
- BENNETT, R. N. & WALLSGROVE, R. M. **Secondary metabolites in plant defence mechanisms**. *New Phytol.*, v. 127, p. 617-633, 1994.
- BHANDARI, M. M. **Famine foods in the Rajasthan Desert**. *Economic Botany*, v. 28, p. 73-81, 1974.
- BLAIX, C.; MOONEN, A. C.; DOSTATNY, D. F.; IZQUIERDO, J.; LE CORFF, J. MORRISON, J.; VON REDWITZ, C.; SCHUMACHER, M.; WESTERMAN, P. R. **Quantification of regulating ecosystem services provided by weeds in annual cropping systems using a systematic map approach**. *Weed Research*, v. 58, p. 151-164, 2018.
- BOTTA-DUKÁT, Z. **Rao's quadratic entropy as a measure of functional diversity based on multiple traits**. *Journal of Vegetation Science*, v. 16, p. 533-540, 2005.
- BRASIL. Alimentos Regionais Brasileiros**, 2ª ed. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. Brasília/DF, Brasil, 2015.
- BRETAGNOLLE, V. & GABA, S. **Weeds for bees?** *Agronomy for Sustainable Development*, v. 35, p. 891-909, 2015.
- BRIGHENTI, A. M. & OLIVEIRA, M. F. **Biologia de plantas daninhas**. In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTINI., J.; INOUE., M. H. Biologia e manejo de plantas daninhas. Editora Omnipax. Curitiba/PR, Brasil, 2011.
- BUNALEMA, L.; OBAKIRO, S.; TABUTI, J. R. S.; WAAKO, P. **Knowledge on plants used traditionally in the treatment of tuberculosis in Uganda**. *Journal of Ethnopharmacology*. Kampala, Uganda, 2014.
- CADOTTE, M. W.; CARSCADDEN, K.; MIROTCHEV, N. **Beyond species: Functional diversity and the maintenance of ecological processes and services**. *Journal of Applied Ecology*, v. 48, p. 1079-1087, 2011.
- CANESSA, R.; SALDAÑA, A.; RÍOS, R. S.; GIANOLI, E. **Functional trait variation predicts distribution of alien plant species across the light gradient in a temperate rainforest**. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, v. 32, p. 49-55, 2018.

- COLEMAN, B. R.; MARTIN, A. R.; THEVATHASAN, N. V.; GORDON, A. M.; ISAAC, M. E. **Leaf trait variation and decomposition in short-rotation woody biomass crops under agroforestry management.** *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 298, 2020.
- CRUZ-GARCIA, G. S & PRICE, L. L. **Weeds as important vegetables for farmers.** *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, v. 81 p. 397-403, 2012.
- DÉLYE, C.; JASIENIUK, M.; LE CORRE, V. **Deciphering the evolution of herbicide resistance in weeds.** *Trends in Genetics*, v. 29, n. 11, p. 649-658, 2013.
- DÍAZ, S. & CABIDO, M. **Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes.** *Trends in Ecology and Evolution*, v. 16, p. 646–655, 2001.
- DÍAZ, S.; KATTGE, J.; CORNELISSEN, J. H. C.; WRIGHT, I. J.; LAVOREL, S.; DRAY, S.; REU, B.; KLEYER, M.; WIRTH, C.; PRENTICE, I. C.; GARNIER, E.; BÖNISCH, G.; WESTOBY, M.; POORTER, H.; REICH, P. B.; MOLES, A. T.; DICKIE, J.; GILLISON, A. N.; ZANNE, A. E.; CHAVE, J.; WRIGHT, S. J.; SHEREMET'EV, S. N.; JACTEL, H.; BARALOTO, C.; CERABOLINI, B.; PIERCE, S.; SHIPLEY, B.; KIRKUP, D.; CASANOVES, F.; JOSWIG, J. S.; GÜNTHER, A.; FALCZUK, V.; RÜGER, N.; MAHECHA, M. D.; GORNÉ, L. D. **The global spectrum of plant form and function.** *Nature*, v. 529, p. 167-171, 2016.
- DOGAN, Y.; BASLAR, S.; GUNGOR A.; MERT, H. H. **The Use Of Wild Edible Plants In Western And Central Anatolia (Turkey).** *Economic Botany*, v. 58, p. 684-690. The New York Botanical Garden Press, Bronx, NY, U.S.A, 2004.
- DORNELAS, M.; MOONEN, A. C.; MAGURRAN, A. E.; BÀRBERI, P. **Species abundance distributions reveal environmental heterogeneity in modified landscapes.** *Journal of Applied Ecology*, v. 46, p. 666-672, 2009.
- DUKE, J. A. **Handbook of Edible Weeds.** Editora CRC Press, 1992.
- EJOH, R. A; NKONGA, D. V; INOCENT, G.; MOSES, M. C. **Nutritional Components of Some Non-Conventional Leafy Vegetables Consumed in Cameroon.** *Pakistan Journal of Nutrition*, v. 6, p. 712-717, 2007.
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. **The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable.** Rome, FAO, 2022.
- FAO. BÉLANGER, J. & PILLING, D. **The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture.** FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. Rome, Italy, 2019. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/CA3129EN/CA3129EN.pdf>>.

FINEGAN, B.; PEÑA-CLAROS, M.; OLIVEIRA, A.; ASCARRUNZ, N.; BRET-HARTE, M. S.; CARREÑO-ROCABADO, G.; CASANOVES, F.; DÍAZ, S.; VELEPUCHA P. E.; FERNANDEZ, F.; LICONA, J. C.; LORENZO, L.; NEGRET, B. S.; VAZ, M.; POORTER, L. **Does functional trait diversity predict above-ground biomass and productivity of tropical forests? Testing three alternative hypotheses.** *Journal of Ecology*, v. 103, p. 191–201, 2014.

FORD, J. & GAOUE, O. G. **Alkaloid-Poor Plant Families, Poaceae and Cyperaceae, Are Over-Utilized for Medicine in Hawaiian Pharmacopoeia.** *Economic Botany*. The New York Botanical Garden Press. Bronx, New York, 2017.

FRIED, G.; NORTON, L. R.; REBOUD, X. **Environmental and management factors determining weed species composition and diversity in France.** *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 128, p. 68-76, 2008.

GABA, S.; FRIED, G.; KAZAKOU, E.; CHAUVEL, B.; NAVAS, M. L. **Agroecological weed control using a functional approach: a review of cropping systems diversity.** *Agronomy for Sustainable Development*, v. 34, p. 103-119, 2014.

GALON, L.; FERREIRA, E. A.; CONCENÇO, G.; SILVA, A. A.; SILVA, D. V.; SILVA, A. F.; ASPIAZÚ, I; VARGAS, L. **Características Fisiológicas de Biótipos de *Conyza bonariensis* Resistentes ao Glyphosate Cultivados sob Competição.** *Brazilian Weed Science Society*, v. 31, p. 859-866. Viçosa/MG, Brasil, 2013.

GARNIER, E. *et al.* **Assessing the Effects of Land-use Change on Plant Traits, Communities and Ecosystem Functioning in Grasslands: A Standardized Methodology and Lessons from an Application to 11 European Sites.** *Annals of Botany*, v. 99, n. 5, p. 967–985, 2007.

GARNIER, E.; CORTEZ, J.; BILLÈS, G.; NAVAS, M. L.; ROUMET, C.; DEBUSSCHE, M.; LAURENT, G.; BLANCHARD, A.; AUBRY, D.; BELLMANN, A.; NEILL, C.; TOUSSAINT, J. P. **Plant Functional Markers Capture Ecosystem Properties During Secondary Succession.** *Ecology*, v. 85, p. 2630-2637, 2004.

G HARDE, Y.; SINGH, P. K.; DUBEY, R. P.; GUPTA, P. K. **Assessment of yield and economic losses in agriculture due to weeds in India.** *Crop Protection*, v. 107, p. 12-18, 2018.

GILLEZEAU, C.; GERWEN, M.; SHAFFER, R. M.; RANA, I.; ZHANG, L.; SHEPPARD, L.; TAIOLI, E. **The evidence of human exposure to glyphosate: a review.** *Environmental Health*, p. 1-14, 2019.

GRIME, J. P. **Benefits of plant diversity to ecosystems: immediate filter and founder effects.** *Journal of Ecology*, v. 86, p. 902-910, 1998.

GROSS, N.; BAGOUSSE-PINGUET, Y. L.; LIANCOURT, P.; BERDUGO, M.; J. GOTELLI, N. J.; MAESTRE, F. T. **Functional trait diversity maximizes ecosystem multifunctionality.** *Nature Ecology Evolution*, v.1, p. 1-9, 2017.

- GUYTON, K.; LOOMIS, D.; GROSSE, Y.; GHISSASSI, F.; BENBRAHIM-TALLAA, L.; GUHA, N.; SCOCCIANI, C.; MATTOCK, H.; STRAIF, K. **Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate.** *The Lancet Oncology*, v. 16, p. 490-491. Lyon, France, 2015.
- HANIF, M. A.; YU, Q.; RAO, X.; SHEN, W. **Disentangling the Contributions of Plant Taxonomic and Functional Diversities in Shaping Aboveground Biomass of a Restored Forest Landscape in Southern China.** *Plants*, v. 8, 2019.
- HERVÉ, M. **Testing and Plotting Procedures for Biostatistics, R package version 0.9-73.** R-core, 2019.
- HOUNSOME, N.; HOUNSOME, B.; TOMOS, D.; EDWARDS-JONES, G. **Plant Metabolites and Nutritional Quality of Vegetables.** *Journal of Food Science*, v. 73, p. 48-65, 2008.
- JOHNSON, T. **CRC Ethnobotany Desk Reference**, 1998.
- JOSE, S. **Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview.** *Agroforest Syst.*, v. 76, p. 1-10, 2009.
- KATIRI, A.; BARKAOUI, M.; MSANDA, F.; BOUBAKER, H. **Ethnobotanical Survey of Medicinal Plants Used for the Treatment of Diabetes in the Tizi n' Test Region (Taroudant Province, Morocco).** *Journal of Pharmacognosy & Natural Products*, v.3, p. 1-10. Agadir, Marrocos, 2017.
- KHAFAGI, I. K. & DEWEDAR, A. **The efficiency of random versus ethno-directed research in the evaluation of Sinai medicinal plants for bioactive compounds.** *Journal of Ethnopharmacology*, v. 71, p. 365–376, 2000.
- KINUPP, V, F. **Plantas alimentícias não-convencionais da região metropolitana de Porto Alegre/RS.** Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRS. Porto Alegre/RS, Brasil, 2007.
- KINUPP, V. F. & LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas.** Instituto Plantarum de Estudos da Flora. Nova Odessa/SP, Brasil, 2014.
- KUNSTLER, G. *et al.* **Plant functional traits have globally consistent effects on competition.** *Nature*, v. 529, 2016.
- LALIBERTÉ, E. & LEGENDRE, L. **A distance-based framework for measuring functional diversity from multiple traits.** *Ecology*, v. 91, n. 1, p. 299–305, 2010.
- LAVOREL, S. & GARNIER, E. **Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail.** *Functional Ecology*, v. 16, p. 545–556, 2002.
- LAVOREL, S. & GRIGULIS, K. **How fundamental plant functional trait relationships scale-up to trade-offs and synergies in ecosystem services.** *Journal of Ecology*, v. 100, p. 128-140, 2012.

- LAVOREL, S.; GRIGULIS, K.; MCINTYRE, S.; WILLIAMS, N. S. G.; GARDEN, D.; DORROUGH, J.; BERMAN, S.; QUÉTIER, F.; THÉBAULT, A.; BONIS, A. **Assessing functional diversity in the field - methodology matters!** *Functional Ecology*, v. 22, p. 134-147, 2008.
- LEAKEY, R. R. B. **Definition of agroforestry revisited.** *Agroforestry Today*, v. 8, p. 5-7, 1996.
- LEAL, M. L.; ALVES, R. P.; HANAZAKI, N. **Knowledge, use, and disuse of unconventional food plants.** *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, v. 14, p. 1-9, 2018.
- LENKA, N. K.; SATAPATHY, K. K.; LAL, R.; SINGH, R. K.; SINGH, N. A. K.; AGRAWAL, P. K.; CHOUDHURY, P.; RATHORE, A. **Weed strip management for minimizing soil erosion and enhancing productivity in the sloping lands of north-eastern India.** *Soil and Tillage Research*, v. 170, p. 104-113, 2017.
- LI, X-P.; FAN, S-X.; HAO, P-Y.; DONG, L. **Temporal variations of spontaneous plants colonizing in different type of planted vegetation-a case of Beijing Olympic Forest Park.** *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 46, Beijing, China, 2019.
- LONDO, G. **The decimal scale for releves for permanent quadrats.** *Vegetatio*, v. 33, p. 61-64, 1976.
- LORENZI, H. & MATOS, F. J. A. **Plantas Mediciniais no Brasil: nativas e exóticas**, 2ª ed. Instituto Plantarum. Nova Odessa/SP, Brasil, 2008.
- MACLAREN, C.; STORKEY, J.; MENEGAT, A.; METCALFE, H.; DEHNEN-SCHMUTZ, K. **An ecological future for weed science to sustain crop production and the environment. A review.** *Agronomy for Sustainable Development*, v. 40. United Kingdom, 2020.
- MAEZUMI, S. Y.; ALVES, D.; ROBINSON, M.; SOUZA, J. G.; LEVIS, C.; BARNETT, R. L.; OLIVEIRA, E. A.; URREGO, D.; SCHAAN, D.; IRIARTE, J. **The legacy of 4,500 years of polyculture agroforestry in the eastern Amazon.** *Nature Plants*, v. 4, p. 540-547, 2018.
- MAHAUT, L.; GABA, S.; FRIED, G. **A functional diversity approach of crop sequences reveals that weed diversity and abundance show different responses to environmental variability.** *Journal of Applied Ecology*, v. 56, p. 1400–1409, 2019.
- MALÉZIEUX, E.; CROZAT, Y.; DUPRAZ, C.; LAURANS, M.; MAKOWSKI, D.; OZIER-LAFONTAINE, H.; RAPIDEL, B.; TOURDONNET, S.; VALANTIN-MORISON, M. **Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review.** *Agronomy for Sustainable Development*, v. 29, p. 43-62, 2009.
- MANSFELD. **Mansfeld's World Database of Agriculture and Horticultural Crops.** Disponível em: <<https://mansfeld.ipk-gatersleben.de/apex/f?p=185:5:>>. Acesso em: 27 mai. 2021.

- MARANDI, R. R. & BRITTO, J. **Medicinal Properties of Edible Weeds of Crop Fields and Wild Plants Eaten by Oraon Tribals of Latehar District, Jharkhand.** *International Journal of Life Science & Pharma Research*, v. 5, p. 9-20, 2015.
- MARTIN, P. H.; CANHAM, C. D.; MARKS, P. L. **Why forests appear resistant to exotic plant invasions: intentional introductions stand dynamics, and the role of shade tolerance.** *Front. Ecol. Environ.*, v. 7, p. 142–149, 2009.
- MARTÍNEZ, R. T.; LUGO, F. C.; MALDONADO, A. C.; GARRIDO, J. T.; VALDIVIA, N. G.; IX, W. C. **Influence of woody species in the dynamics of weeds in agroforestry systems in yucatan, mexico.** *Agrociencia*, v. 51, n. 3. México, 2017.
- MASON, N. W. H.; MOUILLOT, D.; LEE, W. G.; WILSON, J. B. **Functional richness, functional evenness and functional divergence: the primary components of functional diversity.** *Oikos*, v. 111, p. 112-118, 2005.
- MAZOYER, M. & ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea.** Editora Unesp. Brasília/DF, Brasil, 2010.
- MILBERG, P. & HALLGREN, E. **Yield loss due to weeds in cereals and its large-scale variability in Sweden.** *Field Crops Research*, v. 86, p. 199-209, 2004.
- MOKANY, K.; ASH, J.; ROXBURGH, S. **Functional identity is more important than diversity in influencing ecosystem processes in a temperate native grassland.** *Journal of Ecology*, v. 96, p. 884-893, 2008.
- MOREIRA, H. J. C. & BRAGANÇA, H. B. N. **Manual de identificação de plantas infestantes: hortifrúti.** *Agricultural Products*. São Paulo/SP, Brasil, 2011.
- MULLER, J. & ALMEDOM, A. M. **What is “Famine Food”? Distinguishing Between Traditional Vegetables and Special Foods for Times of Hunger/Scarcity (Boumba, Niger).** *Hum. Ecol.*, v. 36, p. 599-607, 2008.
- NAIR, P. K. R. **Tropical Agroforestry Systems and Practices.** *International Council for Research in Agroforestry (ICRAF)*. Nairobi, Kenya, 1984.
- NEWCROP. **Center for New Crops & Plant Products.** Disponível em: <[NewCROP HomePage \(purdue.edu\)](http://NewCROP.HomePage.purdue.edu)>. Acesso em: 27 mai. 2021.
- NEYRET, M.; ROUWA, A.; COLBACHB, N.; ROBAINA, H.; SOULILEUTHC, B.; VALENTINA, C. **Year-to-year crop shifts promote weed diversity in tropical permanent rainfed cultivation.** *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2020.
- NGUYEN, H. T. X. & LIEBMAN, M. **Weed Community Composition in Simple and More Diverse Cropping Systems.** *Frontiers in Agronomy*, v. 4, 2022.
- OERKE, E. C. **Crop losses to pests.** *Journal of Agricultural Science*, v. 144, p. 31-43. Cambridge University Press, United Kingdom, 2006.

OLIVEIRA, R. A.; MARQUES, R.; MARQUES, M. C. **Plant diversity and local environmental conditions indirectly affect litter decomposition in a tropical forest.** *Applied soil ecology*, v. 134, p. 45-53, 2019.

PAN, Y.; YUA, C.; ZHANGA, X.; CHEN, B.; WU, J.; TUC, Y.; MIAO, Y.; LUO, L. **A modified framework for the regional assessment of climate and human impacts on net primary productivity.** *Ecological Indicators*, v. 60, p. 184-191. Beijing, China, 2016.

PASSALACQUA, N. G.; GUARRERA, P. M.; DE FINE, G. **Contribution to the knowledge of the folk plant medicine in Calabria region (Southern Italy).** *Fitoterapia*, v. 78, p. 52-68, 2007.

PÉREZ-HARGUINDEGUY, N.; DÍAZ, S.; GARNIER, E.; LAVOREL, S.; POORTER, H.; JAUREGUIBERRY, P.; BRET-HARTE, M. S.; CORNWELL, W. K.; CRAINE, J. M.; GURVICH, D. E.; URCELAY, C.; VENEKLAAS, E. J.; REICH, P. B.; POORTER, L.; WRIGHT, I. J.; RAY, P.; ENRICO, L.; PAUSAS, J. G.; DE VOS, A. C.; BUCHMANN, N.; FUNES, G.; QUÉTIER, F.; HODGSON, J. G.; THOMPSON, K.; MORGAN, H. D.; TER STEEGER, H.; VAN DER HEIJDEN, M. G. A.; SACK, L.; BLONDER, B.; POSCHLOD, P.; VAIERETTI, M. V.; CONTI, G.; STAYER, A. C.; AQUINO, S.; CORNELISSEN, J. H. C. **New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide.** *Australian Journal of Botany*, v. 61, p. 167-234, 2013.

PÉREZ-RAMOS, I. M.; VOLAIRE, F.; FATTET, M.; BLANCHARD, A.; ROUMET, C. **Tradeoffs between functional strategies for resource-use and drought-survival in Mediterranean rangeland species.** *Environmental and Experimental Botany*, v. 87, p. 126-136, 2013.

PERRONNE, R.; LE CORRE, V.; BRETAGNOLLE, V.; GABA, S. **Stochastic processes and crop types shape weed community assembly in arable fields.** *Journal of Vegetation Science*, v. 26, p. 348-359, 2015.

PETIT, S.; BOURSALT, A.; LE GUILLOUX, M.; MUNIER-JOLAIN, N.; REBOUD, X. **Weeds in agricultural landscapes. A review.** *Agronomy for Sustainable Development*, v. 31, p. 309-317, 2011.

PFAF. **Plants For A Future Database.** Disponível em: <<https://pfaf.org/user/Default.aspx>>. Acesso em: 27 mai. 2021.

PICASSO, V. D.; BRUMMER, E. C.; LIEBMAN, M.; DIXON, P. M.; WILSEY, B. J. **Crop Species Diversity Affects Productivity and Weed Suppression in Perennial Polycultures under Two Management Strategies.** *Crop Science*, v. 48, p. 331-342, 2008.

PILLAR, V. D.; BLANCO, C. C.; MÜLLER, S. C.; SOSINSKI, E. E.; JONER, F.; DUARTE, L. D. S. **Functional redundancy and stability in plant communities.** *Journal of Vegetation Science*, 2013.

- PINHEIRO *et al.* **nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. R package version 3.1-96.** R-core, 2009.
- PRENTIS, P. J.; WILSON, J. R. U.; DORMONTT, E. E.; RICHARDSON, D. M.; LOWE, A. J. **Adaptive evolution in invasive species.** *Trends in Plant Science*, v. 13, p. 288-294, 2008.
- PROTA. **Plant Resources of Tropical Africa.** Disponível em: <[PROTA4U](#)>. Acesso em: 27 mai. 2021.
- PUMARIÑO, L.; SILESHI, G. W.; GRIPENBERG, S.; KAARTINEN, R.; BARRIOS, E.; MUCHANE, M. N.; MIDEGA, C.; JONSSON, M. **Effects of agroforestry on pest, disease and weed control: A meta-analysis.** *Basic and Applied Ecology*, v. 16, p. 573-582, 2015.
- R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing.** Vienna, Austria. *Foundation for Statistical Computing*, 2018. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>.
- RAO, C. R. **Diversity and Dissimilarity Coefficients: A Unified Approach.** *Theoretical Population Biology*, v. 21, p. 24-43, 1982.
- RAPOPORT, E. H.; RAFFAELE, E.; GHERMANDI, L.; MARGUTTI, L. **Edible Weeds: A Scarcely Used Resource.** *Bulletin of the Ecological Society of America*, v. 76, p. 163-166, 1995.
- RIBASKI, J. **Sistemas Agroflorestais: Benefícios Socioeconômicos e Ambientais.** p. 89-101. *In:* SANTOS, A. F.; NOVAES, A. B.; SANTOS, I. F.; LONGUINHOS, M. A. A. Memórias do II Simpósio sobre Reflorestamento na Região Sudoeste da Bahia. Embrapa Florestas, 2007.
- RIBASKI, J.; MONTOYA, L. J.; RODIGHERI, H. R. **Sistemas Agroflorestais: aspectos ambientais e socioeconômicos.** *Informe Agropecuário*, v. 22, p. 61-67. Agricultura Alternativa, EPAMIG. Belo Horizonte/MG, Brasil, 2001.
- RICOTTA, C. & MORETTI, M. **CWM and Rao's quadratic diversity: a unified framework for functional ecology.** *Oecologia*, v. 167, p. 181-188, 2011.
- RIGHI, C. A. & BERNARDES, M. S. **Cadernos da Disciplina – Sistemas Agroflorestais.** Universidade de São Paulo – USP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, v. 1. Piracicaba/SP, Brasil, 2015.
- SANTOS, D. *et al.* **Crop functional diversity drives multiple ecosystem functions during early agroforestry succession.** *Journal of Applied Ecology*, v. 58, n. 8, p. 1718–1727, 2021.
- SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**, 3ª ed. Embrapa. Brasília/DF, Brasil, 2013.
- SARKAR, D. **Lattice: Multivariate Data Visualization with R.** Springer. New York, 2008.

- SENA, L. P.; VANDERJAGT, D. J.; RIVERA, C. TSIN, A. T. C.; MUHAMADU, I.; MAHAMADOU, O.; MILLSON, M.; PASTUSZYN, A.; GLEW, R. H. **Analysis of nutritional components of eight famine foods of the Republic of Niger.** *Plant Foods for Human Nutrition*, v. 52, p. 17-30, 1998.
- SHAHEEN, S.; AHMAD, M.; HAROON, N. **Edible Wild Plants: An alternative approach to food security**, 2017.
- SHIPLEY, B.; BELLO, F.; CORNELISSEN, J. H. C.; LALIBERTÉ, E.; LAUGHLIN, D. C.; REICH, P. B. **Reinforcing loose foundation stones in trait-based plant ecology.** *Oecologia*, v. 180, p. 923-931, 2016.
- SIDDIQUE, I.; GAVITO, M.; MORA, F.; CONTRERAS, M. C. G.; ARREOLA, F.; PÉREZ-SALICRUP, D.; MARTÍNEZ-RAMOS, M.; BALVANERA, P. **Woody species richness drives synergistic recovery of socio-ecological multifunctionality along early tropical dry forest regeneration.** *Forest Ecology and Management*, v. 482, p. 1-10, 2021.
- SILVA, I. A.; CAMPELO, L. H. B. P.; PADILHA, M. R. F.; SHINOHARA, N. K. S. **Mecanismos de Resistência das Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) e Benefícios para a Saúde Humana.** *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica*, v. 15, p. 77-91, 2018
- STORKEY, J. **A functional group approach to the management of UK arable weeds to support biological diversity.** *Weed Research*, v. 46, p. 513–522, 2006.
- STORKEY, J.; NEVE, P. **What good is weed diversity?** *Weed Research*, p. 239–243, 2018.
- STRATTON, A. E.; KUHL, L.; BLESCH, J. **Ecological and Nutritional Functions of Agroecosystems as Indicators of Smallholder Resilience.** *Frontiers in Sustainable Food Systems*, v. 4, p. 1-22, 2020.
- SULTAN, S. E.; HORGAN-KOBELSKI, T.; NICHOLS, L. M.; RIGGS, C. E.; WAPLES, R. K. **A resurrection study reveals rapid adaptive evolution within populations of an invasive plant.** *Evolutionary Applications*, v. 6, p. 266-278, 2012.
- TANGJITMAN, K.; WONGSAWAD, C.; KAMWONG, K.; SUKKHO, T.; TRISONTHI, C. **Ethnomedicinal plants used for digestive system disorders by the Karen of northern Thailand.** *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*. Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University. Huaykaew, Thailand, 2015.
- TARDÍO, J.; PARDO-DE-SANTAYANA, M.; MORALES, R. **Ethnobotanical review of wild edible plants in Spain.** *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 152, p. 27-71, 2006.
- TAREEN, N. M.; REHMAN, S. U.; AHMAD, M.; SHINWARI, Z. K.; BIBI, T. **Ethnomedicinal Utilization of Wild Edible Vegetables in District Harnai of Balochistan Province-Pakistan.** *Pakistan Journal of Botany*, v. 48, p. 1159-1171, 2016.

- THOMAS, E.; VANDEBROEK, I.; SANCAC, S.; DAMMEA, P. V. **Cultural significance of medicinal plant families and species among Quechua farmers in Apillapampa, Bolivia.** *Journal of Ethnopharmacology*. Bolívia, 2009.
- TOBNER, C. M.; PAQUETTE, A.; GRAVEL, D.; REICH, P. B.; WILLIAMS, L. J.; MESSIER, C. **Functional identity is the main driver of diversity effects in young tree communities.** *Ecology Letters*, v. 19, p. 638-647, 2016.
- TPLANTS. **Useful Tropical Plants Database.** Disponível em: <<https://tropical.theferns.info/>>. Acesso em: 27 mai. 2021.
- TUGUME, P. & NYAKOOJO, C. **Ethno-pharmacological survey of herbal remedies used in the treatment of paediatric diseases in Buhunga parish, Rukungiri District, Uganda.** *BMC Complementary and Alternative Medicine*. Department of Plant Sciences, Microbiology & Biotechnology, Makerere University. Kampala, Uganda, 2019.
- UPRETY, Y.; POUDEL, R. C.; SHRESTHA, K. K.; RAJBHANDARY, S.; TIWARI, N. N.; SHRESTHA, U. B.; ASSELIN, H. **Diversity of use and local knowledge of wild edible plant resource in Nepal.** *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, v. 8, p. 1-15, 2012.
- VIEIRA, D. L. M.; HOLL, K. D.; PENEIREIRO, F. M. **Agro-Successional Restoration as a Strategy to Facilitate Tropical Forest Recovery.** *Restoration Ecology*, v. 17, p. 451-459, 2009.
- VOLLE, C.; NAVAS, M. L.; VILE, D.; KAZAKOU, E.; FORTUNEL, C.; HUMMEL, I.; GARNIER, E. **Let the concept of trait be functional.** *Oikos*, v. 116, p. 882-892, 2007.
- WEIBULL, A.; OSTMAN, O.; GRANQVIST, A. **Species richness in agroecosystems: the effect of landscape, habitat and farm management.** *Biodiversity and Conservation*, v. 12. Netherlands, 2003.
- WEIHER, E.; VAN DER WERF, A.; THOMPSON, K.; RODERICK, M.; GARNIER, E.; ERIKSSON, O. **Challenging Theophrastus: A common core list of plant traits for functional ecology.** *Journal of Vegetation Science*, v. 10, p. 609-620, 1999.
- WICKHAM, H. **ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis.** Springer-Verlag. New York, 2009.
- WREGGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JR, C.; ALMEIDA, I. R. **Atlas Climático da Região Sul do Brasil - Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**, 2ª ed. Embrapa. Brasília/DF, Brasil, 2012.

WRIGHT, I. J.; REICH, P. B.; WESTOBY, M.; ACKERLY, D. D.; BARUCH, Z.; BONGERS, F.; CAVENDER-BARES, J.; CHAPIN, T.; CORNELISSEN, J. H. C.; DIEMER, M.; FLEXAS, J.; GARNIER, E.; GROOM, P. K.; GULIAS, J.; HIKOSAKA, K.; LAMONT, B. B.; LEE, T.; LEE, W.; LUSK, C.; MIDGLEY, J. J.; NAVAS, M. L.; NIINEMETS, Ü.; OLEKSYN, J.; OSADA, N.; POORTER, H.; POOT, P.; PRIOR, L.; PYANKOV, V. I.; ROUMET, C.; THOMAS, S. C.; TJOELKER, M. G.; VENEKLAAS, E. J.; VILLAR, R. **The worldwide leaf economics spectrum.** *Nature*, v. 428, p. 821-827, 2004.

ZUUR *et al.* **Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R.** Springer. New York, 2009.

ANEXO A – Manejo do experimento durante os anos de 2016, 2017, 2018 e 2019, período que sucedeu os levantamentos fitossociológicos.

PERÍODO	AÇÕES	FAIXA	ESPÉCIES
2016	nov.	Herbáceas	Batata-doce (<i>Ipomoea batatas</i>) Amendoim-forrageiro (<i>Arachis pintoii</i>) Espinafre (<i>Spinacia oleracea</i>) Capim-limão (<i>Cymbopogon citratus</i>)
		Herbáceas	Milho (<i>Zea mays</i>) Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>) Crotalária (<i>Crotalaria spectabilis</i>) Feijão-de-porco (<i>Canavalia ensiformis</i>)
	dez.	Arbustivas	Banana (<i>Musa paradisiaca</i>) Feijão-guandu (<i>Cajanus cajan</i>) Cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) Capim-elefante (<i>Pennisetum purpureum</i>)
		Arbóreas	Castanheira-da-praia (<i>Pachira glabra</i>) Ingá (<i>Inga sp.</i>) Araçá (<i>Psidium cattleianum</i>) Grandiúva (<i>Trema micrantha</i>)
mar.	1ª COLETA DE PLANTAS ESPONTÂNEAS		
mai.	Roçada	Herbáceas	Milho (<i>Z. mays</i>) Sorgo (<i>S. bicolor</i>)
	Plantio	Herbáceas	Aveia-preta (<i>Avena sativa</i>) Nabo-forrageiro (<i>Brassica rapa</i> subsp. <i>rapa</i>) Ervilhaca (<i>Vicia sativa</i>)
jun.	Poda	Arbustivas	Feijão-guandu (<i>C. cajan</i>) Capim-elefante (<i>P. purpureum</i>)
	Plantio	Herbáceas	Aveia-preta (<i>A. sativa</i>) Nabo-forrageiro (<i>B. rapa</i> subsp. <i>rapa</i>) Ervilhaca (<i>V. sativa</i>) Sorgo (<i>S. bicolor</i>)
2017	jul.	Adubação	Aveia-preta (<i>A. sativa</i>) Nabo-forrageiro (<i>B. rapa</i> subsp. <i>rapa</i>) Ervilhaca (<i>V. sativa</i>) Sorgo (<i>S. bicolor</i>)
	set.	Roçada	Aveia-preta (<i>A. sativa</i>) Nabo-forrageiro (<i>B. rapa</i> subsp. <i>rapa</i>) Ervilhaca (<i>V. sativa</i>) Sorgo (<i>S. bicolor</i>)
2ª COLETA DE PLANTAS ESPONTÂNEAS			
out.	Plantio	Herbáceas	Capim-sudão (<i>S. sudanense</i> (Piper) Stapf) Capim-tanzânia (<i>Megathyrsus maximus</i>) Ararutão (<i>Cana edulis</i>) Crotalária (<i>C. juncea</i>)
nov.			Capim-sudão (<i>S. sudanense</i> (Piper) Stapf) Capim-tanzânia (<i>M. maximus</i>) Ararutão (<i>C. edulis</i>)
dez.	Adubação	Herbáceas	Capim-sudão (<i>S. sudanense</i> (Piper) Stapf) Capim-tanzânia (<i>M. maximus</i>) Ararutão (<i>C. edulis</i>)

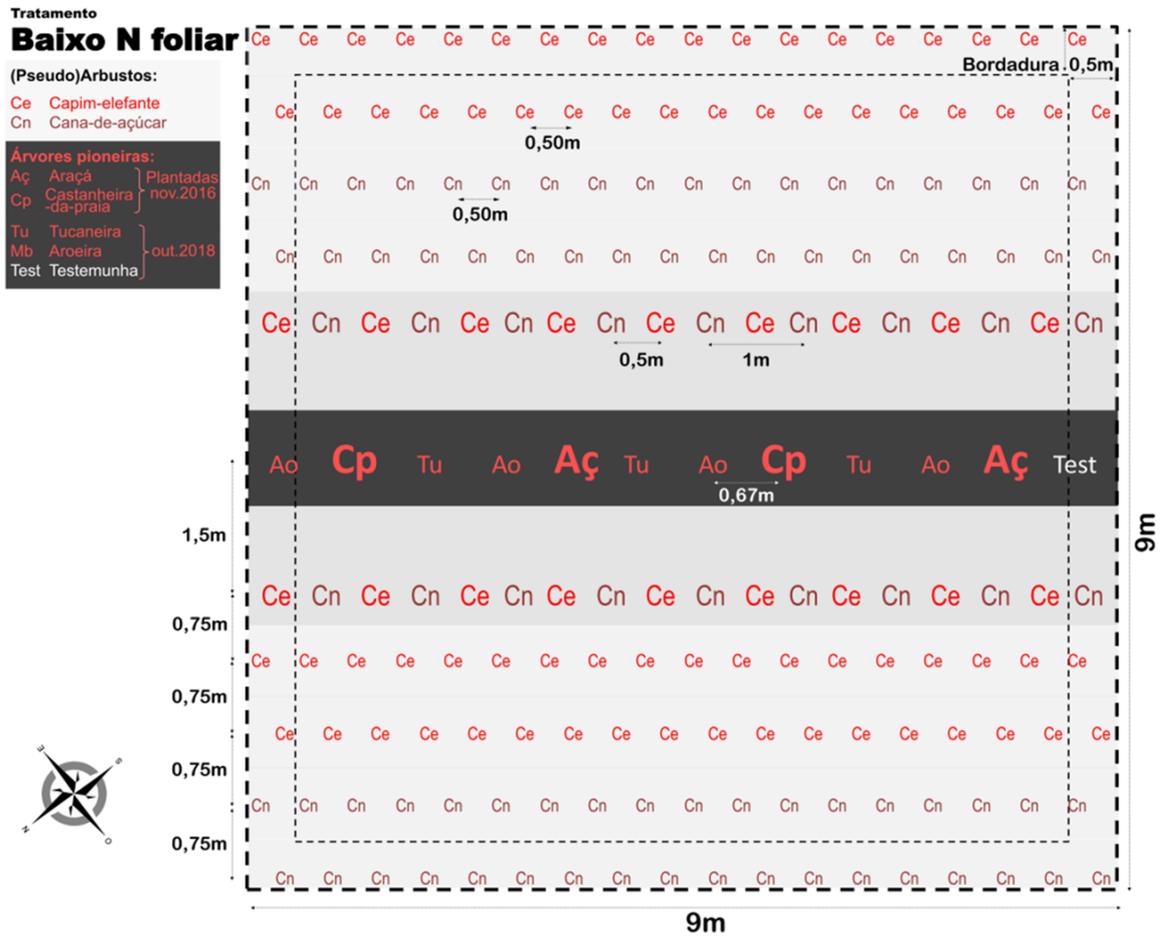
				Crotalária (<i>C. juncea</i>)
		Poda	Arbustivas	Feijão-guandu (<i>C. cajan</i>) Capim-elefante (<i>P. purpureum</i>)
2018	mar.	Roçada	Herbáceas	Capim-sudão (<i>S. sudanense</i> (Piper) Stapf) Capim-tanzânia (<i>M. maximus</i>) Ararutão (<i>C. edulis</i>) Crotalária (<i>C. juncea</i>)
	abr.	Poda	Herbáceas	Capim-tanzânia (<i>M. maximus</i>) Crotalária (<i>C. juncea</i>)
	mai.	Poda	Arbustivas	Banana (<i>M. paradisiaca</i>) Feijão-guandu (<i>C. cajan</i>) Cana-de-açúcar (<i>S. officinarum</i>) Capim-elefante (<i>P. purpureum</i>)
	jun.	Plantio e adubação	Arbóreas	Eritrina (<i>Erythrina speciosa</i>) Mutamba (<i>Guazuma ulmifolia</i>) Aroeira (<i>Schinus therebintifolius</i>) Tucaneira (<i>Citharexylum myrianthum</i>) Muvuca de sementes (pioneiras)
	set.	Poda	Arbustivas	Capim-elefante (<i>P. purpureum</i>)
		Roçada	Herbáceas	Capim-sudão (<i>S. sudanense</i> (Piper) Stapf) Capim-tanzânia (<i>M. maximus</i>) Ararutão (<i>C. edulis</i>) Crotalária (<i>C. juncea</i>)
	out.	Plantio	Arbustivas	Banana (<i>M. paradisiaca</i>) Cana-de-açúcar (<i>S. officinarum</i>) Capim-elefante (<i>P. purpureum</i>)
	nov.			
dez.	Poda	Arbóreas	Todas as arbóreas	
2019	abr.	Poda	Arbustivas	Feijão-guandu (<i>C. cajan</i>)
	mai.	Roçada	Arbustivas	Capim-elefante (<i>P. purpureum</i>)
		Poda	Arbustivas	Feijão-guandu (<i>C. cajan</i>)
	jun.	Adubação	Arbustivas	Banana (<i>M. paradisiaca</i>) Cana-de-açúcar (<i>S. officinarum</i>) Capim-elefante (<i>P. purpureum</i>) Feijão-guandu (<i>C. cajan</i>)
	ago.	Desbaste	Arbustivas	Feijão-guandu (<i>C. cajan</i>)
	set.	Desbaste	Arbustivas	Banana (<i>M. paradisiaca</i>)
		Replântio	Arbustivas	Feijão-guandu (<i>C. cajan</i>)
	out.	Desbaste	Arbustivas	Cana-de-açúcar (<i>S. officinarum</i>)
	dez.	3ª COLETA DE PLANTAS ESPONTÂNEAS		

ANEXO B – Espécies cultivadas no experimento de acordo com o ano de implantação, o hábito de crescimento (faixas de cultivo), o tratamento e a concentração de nitrogênio foliar.

ESPÉCIE	TRATAMENTO	N FOLIAR	HÁBITO	IMPLANTAÇÃO
ANACARDIACEAE				
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	B	BAIXO	ARV	2016
CANNABACEAE				
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	A	ALTO	ARV	2016
FABACEAE				
<i>Cajanus cajan</i> (L.) Huth	A e M	ALTO	HE ARB	2016; 2018
<i>Erythrina speciosa</i> Andrews	A e M	ALTO	ARV	2016
<i>Inga marginata</i> Willd.	A e M	ALTO	ARV	2016
MALVACEAE				
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	A	ALTO	ARV	2016
<i>Pachira glabra</i> Pasq.	B e M	BAIXO	ARV	2016
MUSACEAE				
<i>Musa paradisiaca</i> L.	A	ALTO	HE ARB	2016
MYRTACEAE				
<i>Psidium cattleianum</i> Afzel. ex Sabine	B	BAIXO	ARV	2016
POACEAE				
<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach.	B e M	BAIXO	HE ARB	2016; 2018
<i>Saccharum officinarum</i> L.	B	BAIXO	HE ARB	2016; 2018
VERBENACEAE				
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	B e M	BAIXO	ARV	2016

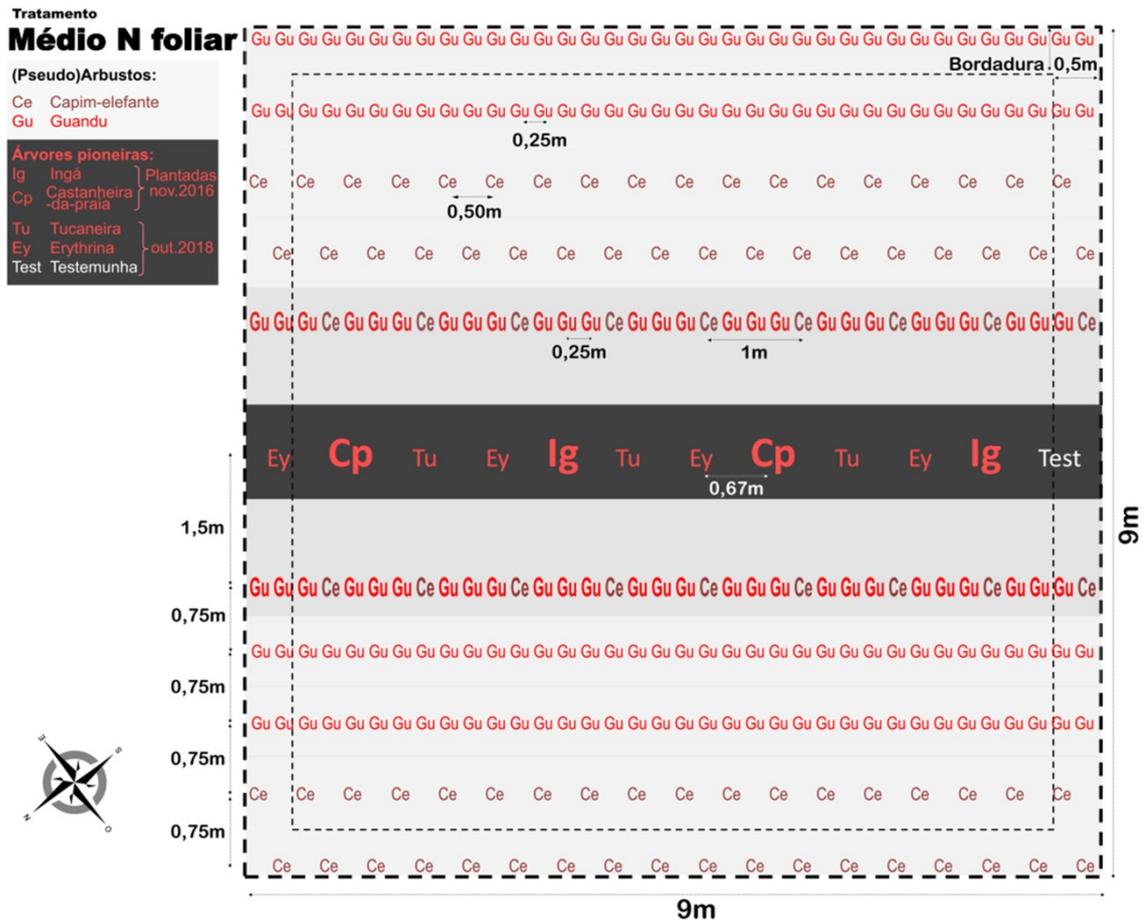
Legenda: **ARB** = arbustos; **ARV** = árvores; **HE** = herbáceas **A** = alta concentração de nitrogênio foliar; **B** = baixa concentração de nitrogênio foliar; **M** = combinação de alta e baixa concentração de nitrogênio foliar.

ANEXO B2 – Croqui detalhado do experimento do ano de 2018 para o tratamento de baixo nitrogênio foliar, contendo linhas de pseudoarbustos e arbóreas.



Legenda: Espaçamento entre as faixas de cultivos e as espécies plantadas em cada faixa no tratamento de baixo nitrogênio foliar durante o verão do terceiro ano de terceiro ano do experimento (verão – 2019). As faixas de herbáceas mudaram ao longo das coletas, sendo na coleta 1 (verão – 2017), plantas anuais, na coleta 2 (inverno – 2017), plantas de vida curta e na coleta 3 (verão – 2019), plantas arbustivas manejadas como anuais. Os croquis detalhados do experimento do verão e inverno de 2017 podem ser acessados no material complementar de Santos *et al.*, (2021).

ANEXO B3 – Croqui detalhado do experimento do ano de 2018 para o tratamento de médio nitrogênio foliar, contendo linhas de arbustos e arbóreas.



Legenda: Espaçamento entre as faixas de cultivos e as espécies plantadas em cada faixa no tratamento de médio nitrogênio foliar durante o verão do terceiro ano de terceiro ano do experimento (verão – 2019). As faixas de herbáceas mudaram ao longo das coletas, sendo na coleta 1 (verão – 2017), plantas anuais, na coleta 2 (inverno – 2017), plantas de vida curta e na coleta 3 (verão – 2019), plantas arbustivas manejadas como anuais. Os croquis detalhados do experimento do verão e inverno de 2017 podem ser acessados no material complementar de Santos *et al.*, (2021).

ANEXO C – Espécies coletadas pelo método de quadrado inventário nos anos de 2017 e 2019, com seus devidos potenciais encontrados após revisão da literatura.

ESPÉCIE	NOME POPULAR	POTENCIAL
AIZOACEAE		
<i>Tetragonia tetragonioides</i> (Pall.) Kuntze*	Espinafre-da-nova-zelândia	A / M
ANACARDIACEAE		
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi*	Pimenta-rosa, aroeira	A / M
APIACEAE		
<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	Pé-de-cavalo	A / M
ARECACEAE		
<i>Euterpe edulis</i> Mart*	Juçara	A / M
ASTERACEAE		
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Mentrasito	M
<i>Bidens pilosa</i> L.	Picão-preto	A / M
<i>Conoclinium betonicifolium</i> (Mill.) R.M.King & H.Rob		
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	Buva	M
<i>Cyrtocymura scorpioides</i> (Lam.) H.Rob		
<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	Pincel-de-estudante	M
<i>Erechtites hieracifolius</i> (L.) Raf. ex DC.	Caruru-amargo	A / M
<i>Erechtites valerianifolius</i> (Wolf) DC.	Capiçoba, serralha-brava	A
<i>Mikania cordifolia</i> (L.f.) Willd.		M
<i>Mikania hirsutissima</i> DC.	Cipó-cabeludo	M
<i>Sphagneticola trilobata</i> (L.) Pruski	Insulina	M
BRASSICACEAE		
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.*	Rabanete-de-cavalo	A
CANNABACEAE		
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume*	Candiúba	M
CANNACEAE		
<i>Canna indica</i> Ker Gawl*	Ararutão	A
CARYOPHYLLACEAE		
<i>Drymaria cordata</i> (L.) Willd. ex Schult.	Jaboticaá, mastruço-de-brejo	A / M
COMMELINACEAE		
<i>Commelina benghalensis</i> L.	Trapoeraba	A / M
CONVOLVULACEAE		
<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam*	Batata-doce	A / M
<i>Ipomoea grandifolia</i> (Dammer) O'Donell		
CYPERACEAE		
<i>Cyperus difformis</i> L.		
<i>Cyperus distans</i> L. f.		A / M
<i>Cyperus sphacelatus</i> Rottb.		
<i>Cyperus</i> spp.		

<i>Cyperus strigosus</i> L.		
<i>Fimbristylis complanata</i> (Retz.) Link		
<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl		
<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.	Junquinho	M
<i>Rhynchospora Barrosiana</i> Guagl.		
<i>Rhynchospora holoschoenoides</i> (Rich.) Herter		
<i>Rhynchospora tenuis</i> Link		
<i>Scleria distans</i> Poir.		
EUPHORBIACEAE		
<i>Croton glandulosus</i> L.	Carvão-branco	
FABACEAE		
<i>Arachis pintoi</i> Krapov. & W.C.Greg.*	Amendoim-forrageiro	
<i>Cajanus cajan</i> (L.) Huth*	Feijão-guandu	A / M
<i>Canavalia ensiformis</i> (L.) DC.*	Feijão-de-porco	A
<i>Crotalaria spectabilis</i> Roth*	Crotalária	
<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth.		M
<i>Desmodium incanum</i> DC.	Trevo-do-campo	M
<i>Erythrina speciosa</i> Andrews*	Corticeira-do-banhado	
<i>Inga marginata</i> Willd*	Ingá	A / M
<i>Vicia sativa</i> L.*	Ervilhaca	M
HYPOXIDACEAE		
<i>Hypoxis decumbens</i> L.	Tiririca-de-flor-amarela	A
LAMIACEAE		
<i>Hyptis brevipes</i> Poit.		A / M
<i>Hyptis fasciculata</i> Benth.		
<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze		M
LYTHRACEAE		
<i>Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) J.Macbr.		A / M
MALVACEAE		
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam*	Mutamba	A / M
<i>Pachira glabra</i> Pasq*	Castanheira-da-praia	A
<i>Sida urens</i> L.		M
MELASTOMASTACEAE		
<i>Rhynchanthera cordata</i> DC.		
<i>Tibouchina urvilleana</i> (DC.) Cogn		
MUSACEAE		
<i>Musa paradisiaca</i> L.*	Bananeira	A
MYRTACEAE		
<i>Psidium cattleianum</i> Afzel. ex Sabine*	Araçá	A / M
ONAGRACEAE		
<i>Ludwigia longifolia</i> (DC.) H.Hara		
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H.Raven		A / M

OXALIDACEAE		
<i>Oxalis corniculata</i> L.	Azedinha	A / M
PHYLLANTACEAE		
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Quebra-pedra	M
POACEAE		
<i>Avena strigosa</i> Schreb*	Aveia-preta	A
<i>Axonopus obtusifolius</i> (Raddi) Chase	Gramão	
<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf*	Capim-limão	A / M
<i>Cynodon plectostachyus</i> (K.Schum.) Pilg.		
<i>Dichantherium sabulorum</i> (Lam.) Gould & C.A. Clark		
<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler	Capim-tinga	A
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	Capim-colchão	M
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	Milhã	A / M
<i>Digitaria violascens</i> Link	Capim-milhã	
<i>Oryza sativa</i> L.	Arroz	A / M
<i>Panicum maximum</i> Jacq. cv. Tanzânia*	Capim-tanzânia	A / M
<i>Paspalum conjugatum</i> P.J.Bergius	Capim-azedo	M
<i>Paspalum hyalinum</i> Nees ex Trin.	Capim-cabelo-de-porco	
<i>Paspalum urvillei</i> Steud.	Capim-das-roças	
<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach*	Capim-elefante-roxo	A / M
<i>Saccharum officinarum</i> L.*	Cana-de-açúcar	A / M
<i>Sacciolepis vilvoidea</i> (Trin.) Chase		
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) M.Kerguelen.	Capim-rabo-de-gato	
<i>Setaria geniculata</i> (Lam.) P.Beauv.		
<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench*	Sorgo	A / M
<i>Steinchisma decipiens</i> (Nees ex Trin.) W.V.Br.		
<i>Steinchisma hians</i> (Elliott) Nash		
<i>Zea mays</i> L.*	Milho	A / M
POLYGONACEAE		
<i>Polygonum acuminatum</i> Kunth	Fumo-bravo	
<i>Polygonum persicaria</i> L.	Erva-de-bicho	A / M
SOLANACEAE		
<i>Solanum americanum</i> Mill.	Erva-moura, maria-pretinha	A / M
VERBENACEAE		
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham*	Tucaneira	

Legenda: **A** = uso alimentício; **M** = uso medicinal; *=Espécies cultivadas.

ANEXO D – Potencial alimentício, partes utilizadas e formas de uso de acordo com JOHNSON, 1998; KINNUP & LORENZI, 2014; Plant for a Future; Mansfeld's World Database of Agricultural and Horticulture Crops; Useful tropical plants; Center for New Crops & Plant Products; Plant Resources of Tropical Africa e Agroforestry Species Switchboard 3.0.

ESPÉCIE	PARTE USADA	USOS
AIZOACEAE		
<i>Tetragonia tetragonioides</i>	Folhas, brotos	Crua ou após preparo
ANACARDIACEAE		
<i>Schinus terebinthifolia</i>	Frutos e sementes	Condimento
APIACEAE		
<i>Centella asiatica</i>	Folhas	Crua ou após preparo
ARECACEAE		
<i>Euterpe edulis</i>	Frutos e palmito	Após preparo
ASTERACEAE		
<i>Bidens pilosa</i>	Folhas, ramos e flores jovens	Após preparo
<i>Erechtites hieracifolius</i>	Ramos foliares	Crua ou após preparo
<i>Erechtites valerianifolius</i>	Folhas e ramos jovens	Após preparo
BRASSICACEAE		
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Folhas, flores e frutos jovens	Crua ou após preparo
CANNACEAE		
<i>Canna indica</i>	Rizomas	Após preparo
CARYOPHYLLACEAE		
<i>Drymaria cordata</i>	Folhas	Crua ou após preparo
COMMELINACEAE		
<i>Commelina benghalensis</i>	Folhas e caules	Após preparo
CONVOLVULACEAE		
<i>Ipomoea batatas</i>	Raízes	Após preparo
CYPERACEAE		
<i>Cyperus distans</i>	Tubérculo	Crua ou após preparo
FABACEAE		
<i>Cajanus cajan</i>	Sementes, brotos e folhas jovens	Após preparo
<i>Canavalia ensiformis</i>	Frutos e sementes	Após preparo
<i>Inga marginata</i>	Frutos	Crua
HYPOXIDACEAE		
<i>Hypoxis decumbens</i>	Cormos	Após preparo
LAMIACEAE		
<i>Hyptis brevipes</i>	Folhas	Após preparo
LYTHRACEAE		
<i>Cuphea carthagenensis</i>	Sementes	Óleo
MALVACEAE		
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Frutos e sementes	Após preparo

<i>Pachira glabra</i>	Sementes e folhas	Óleo, crua ou após preparo
MUSACEAE		
<i>Musa paradisiaca</i>	Inflorescências, frutos e pseudocaule	Crua (frutos) ou após preparo
MYRTACEAE		
<i>Psidium cattleianum</i>	Frutos	Crua ou após preparo
ONAGRACEAE		
<i>Ludwigia octovalvis</i>	Folhas	Bebida
OXALIDACEAE		
<i>Oxalis corniculata</i>	Folhas e flores	Crua ou após preparo
POACEAE		
<i>Avena strigosa.</i>	Sementes	Crua ou após preparo
<i>Cymbopogon citratus</i>	Folhas e colmos jovens	Condimento
<i>Digitaria ciliaris</i>	Sementes	Após preparo
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Sementes	Após preparo
<i>Oryza sativa</i>	Sementes	Após preparo
<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia*	Sementes	Após preparo
<i>Pennisetum purpureum</i>	Flores e brotos	Após preparo
<i>Saccharum officinarum</i>	Caules	Crua ou após preparo
<i>Sorghum bicolor</i>	Sementes e caules	Crua (sementes) ou após preparo
<i>Zea mays</i>	Sementes, frutos, inflorescências femininas jovens, pólen e medula do caule	Crua ou após preparo
POLYGONACEAE		
<i>Polygonum persicaria</i>	Folhas, sementes e brotos	Crua ou após preparo
SOLANACEAE		
<i>Solanum americanum</i>	Folhas e frutos maduros	Após preparo

ANEXO E – Potencial medicinal, partes utilizadas, propriedades e formas de uso de acordo com JOHNSON, 1998; (KINNUP & LORENZI, 2014); Plant for a Future; Mansfeld's World Database of Agricultural and Horticulture Crops; Useful tropical plants; Center for New Crops & Plant Products; Plant Resources of Tropical Africa e Agroforestry Species Switchboard 3.0.

ESPÉCIE	PARTES USADAS	PREPARO	PROPRIEDADES e USOS
AIZOACEAE			
<i>Tetragonia tetragonioides</i>	Todas		Anti-ulcerogênica
	Folhas		Antiescorbútica
ANACARDIACEAE			
<i>Schinus terebinthifolia</i>	Cascas (caule)	Decocto	Banho de assento (pós-parto), anti-inflamatório, cicatrizante, antimicrobiana, tratamento de doenças dos sistemas urinário e respiratório, azia, gastrite, hemoptise, hemorragia uterina, cervicite e cervicovaginites
	Folhas e frutos	Maceração	Adicionadas à água de lavagem de feridas e úlceras
APIACEAE			
<i>Centella asiatica</i>			Doses em excesso causam dor de cabeça e inconsciência transitória. Antiespasmódica, antipirética, depressora do sistema nervoso central, hipotensora, analgésica narcótica (receptores opioidérgicos), bacteriostática, cardiodepressora, hipotensora, fracamente sedativa, tônica, estimulante do reticuloendotélio; ativa a circulação sanguínea (coadjuvante no tratamento de doenças vasculares periféricas); melhora a função nervosa, a memória, a imunidade e a distensibilidade venosa; reduz inflamações e febre; tratamento de problemas de pele (queimadura, ferida, celulite, infecção leprótica, hanseníase e úlcera), doenças venéreas, malária, veias varicosas, distúrbios digestivos e nervosos, senilidade, sintomas de insuficiência venosa dos membros inferiores (peso nos membros e edema); externamente é considerada anti-inflamatória e cicatrizante, aplicada em feridas, hemorroidas e articulações reumáticas
		Extrato alcoólico	Antiestresse
		Extrato aquoso	Antiviral (herpes simplex II)
	Folhas	Infusão	Uso interno: depurativa, cicatrizante, metaboliza gordura; uso externo:

			estimulante cutâneo e da irrigação sanguínea, banho de assento, tratamento de irritação vaginal e celulite
		Extrato alcoólico	Diurético e digestivo (estomacal e intestinal)
ARECACEAE			
<i>Euterpe edulis</i>	Caule	Suco	Estanca o sangramento de feridas
ASTERACEAE			
			Propriedades hemostática e cicatrizante de ferimentos
<i>Ageratum conyzoides</i>	Folhas*	Decocto e pó	Analgésica, anti-inflamatória, antirreumática, alivia cólicas menstruais
		Extrato alcoólico	Uso externo: dores articulares (de origem reumática ou consequente a traumatismos)
<i>Bidens pilosa</i>	Todas		Antimicrobiana, anti-inflamatória, hepatoprotetora, emoliente, tratamento de ferimentos, infecções bacterianas do trato gastrointestinal, febre, blenorragia, leucorreia, problemas no fígado, e infecções urinária e vaginal
		Infusão	Diurética, emenagoga, tratamento contra angina, diabetes, disenteria, aftosa, hepatite, laringite, verminoses, hidropisia e icterícia
<i>Conyza bonariensis</i>	Folhas	Decocto	Tratamento de micose
			Febrífuga, antiasmática e antioftálmica
	Folhas	Infusão	Tratamento de asma, bronquite asmática, resfriados, dores no corpo, faringite, amigdalite
<i>Emilia fosbergii</i>		Maceração	Misturada a glicerina, é usada em compressas para tratamento de feridas, pruridos, eczemas, chagas e escaras
	Raízes, flores e folhas	Decocto	Diurético e tratamento de afecções das vias urinárias
<i>Erechtites hieracifolius</i>			Adstringente, catártica, emética, febrífuga, tônica
<i>Mikania cordifolia</i>			Anti-inflamatória, antiparasitária, antiasmática, antirreumática, analgésica e febrífuga
<i>Mikania hirsutissima</i>			Antialbuminúrica, antirreumática, diurética, estimulante, moluscicida (esquistossomose), tratamento de cistite, uretrite, infecções do trato urinário, nefrite e distúrbios renais em geral, diarreia e blenorragia
<i>Sphagneticola trilobata</i>		Decocto	Tratamento de resfriados severos; combinada com outras plantas, é usada no tratamento de tosse e constipação

CANNABACEAE

<i>Trema micrantha</i>	Seiva	Tratamento de ferida nos olhos
------------------------	-------	--------------------------------

CARYOPHYLLACEAE

Vesicante, diurética, febrífuga, anti-veneno, estimulante cerebral, tratamento de problemas respiratórios (constipação, resfriado, bronquite) e estomacais, inflamações, problemas oculares; externamente, é aplicada a edemas, hanseníase, lesões, boubas, feridas e tumores, mas o tratamento prolongado pode ocasionar queimaduras

<i>Drymaria cordata</i>	Folhas	Infusão	Tratamento para icterícia, resfriado, biliosidade e malária
		Decocto	Tratamento para membros inchados (malária)
		Maceração	Tratamento de furúnculos (cataplasma)
	Seiva		Laxativa, tratamento para febre

COMMELINACEAE

Adstringente, demulcente, laxante, mucilagínosa, tratamento de infertilidade (mulheres), hanseníase, pés doloridos (cataplasma), além de usada como supositório emoliente para estrangúria

<i>Commelina benghalensis</i>	Raízes	Decocto	Alivia distúrbios estomacais
	Folhas	Maceração	Tratamento de diarreia
	Seiva		Tratamento de doenças oculares, dor de garganta, queimaduras, sapinhos em bebês (uso tópico)

CONVOLVULACEAE

<i>Ipomoea batatas</i>	Folhas		Galactagoga
	Tubérculo	Extrato alcoólico	Tratamento da deficiência de vitamina A
			Antimicrobiana

CYPERACEAE

<i>Cyperus distans</i>	Raízes	Suco	Tratamento de febres
<i>Kyllinga brevifolia</i>		Decocto	Tratamento para malária, resfriado com febre, coqueluche, bronquite, prurido, dor e inchaço na garganta
	Folhas		Tratamento de diarreia

		Maceração	Externamente aplicada à mordida de cobra, furúnculos e entorses (cataplasma)
	Rizomas	Maceração	Tratamento para feridas (cataplasma)
	Folhas e rizomas		Analgésica, anti-inflamatória, antimalárica, descongestionante, diurética, febrífuga, sudorífica
FABACEAE			
	Folhas		Tratamento de feridas, herpes, coceira, diarreia, gonorreia, sarampo, queimaduras, infecções oculares, dor de ouvido e de dente, inflamações da garganta e gengiva, anemia, vermes intestinais, tontura e epilepsia
<i>Cajanus cajan</i>	Caulas		Tratamento para feridas e dor de dente
	Sementes	Pó	Tratamento para inchaço (cataplasma)
	Raízes		Tratamento para tosse, dor de dente, problemas estomacais e sífilis
<i>Desmodium barbatum</i>	Todas	Decocto	Reduz os níveis de açúcar no sangue, previne abortos espontâneos e a queda de cabelo, tratamento de asma, tosses, resfriados, cólicas (bebês), dor estomacal, febre, hemorragia, problemas cardíacos, impotência e problemas relacionados à menstruação
<i>Desmodium incanum</i>	Todas		Tratamento para hemorragia; externamente, é usada no tratamento de feridas e cortes; combinada à outras plantas, é usada no tratamento para problemas renais e uterinos
<i>Inga marginata</i>	Folhas		Tratamento de inflamações Adstringente
	Cascas	Infusão	Antisséptica
LAMIACEAE			
	Folhas	Extrato metanólico Decocto	Antibacteriana e antifúngica Vermífuga
<i>Hyptis brevipes</i>	Folhas e flores	Óleo essencial	Antimicrobiana, tratamento de asma e malária
			Febrífuga, antiespasmódica, carminativa, anti-inflamatória e analgésica
<i>Marsypianthes chamaedrys</i>		Suco	Tratamento de mordida de cobra (uso interno e externo) e mordida de mosquitos e pernilongos (uso externo)
	Ramos	Infusão	Reumatismo articular (banho) Digestiva, laxativa e alivia dores intestinais

		Decocto	Tratamento de dor de cabeça
	Raízes		Tratamento de anemia
LYTHRACEAE			
			Não é indicada para crianças. Antibacteriana, antiviral, diaforética, laxativa, antissifilítica, hipotensora, anti-ansiedade, estimulante da vasodilatação, tratamento de doenças cardiovasculares, colesterol e triglicérides altos, problemas de circulação, hiperlipidemia, anemia, febre, inflamação, dor de estômago, litíase renal, infecção vaginal, fraqueza, vermes parasitas, diarreia, infecção intestinal e veias varicosas
		Infusão	Diurética, tratamento da arteriosclerose, hipertensão arterial e palpitação do coração
<i>Cuphea carthagenensis</i>		Decocto	Tratamento de afecções da pele (uso externo) e malária (uso interno)
	Aéreas	Maceração (alcoólica)	Tratamento de entorses (uso externo)
		Xarope (da infusão)	Alivia a sensação de respiração difícil, tosse dos cardíacos, irritação nas vias respiratórias e insônia
		Xarope (extrato alcoólico)	Diurética, depurativa, ativa a circulação sanguínea e a função intestinal
MALVACEAE			
			Tratamento de problemas gastrointestinais
	Folhas		Estimulante uterino (parto), tratamento de disenteria, diarreia, problemas relacionados a próstata
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Folhas e cascas		Tratamento de doenças renal e hepática, disenteria, antibacteriana, antifúngica,
	Cascas		Facilita o parto, alivia dores gastrointestinais, tratamento de asma, febre, diarreia e disenteria
			Diaforética, cardiotônica, hipotensora, relaxante muscular, estimulante uterino, tratamento de tosse, bronquite, asma, pneumonia, febres e problemas hepáticos
	Frutos	Óleo	Tratamento da queda capilar (uso externo)
<i>Sida urens</i>			Antimicrobiana e tratamento de doenças de pele
MYRTACEAE			

<i>Psidium cattleianum</i>	Raízes		Adstringentes, diuréticas, tratamento para hemorragias
ONAGRACEAE			
<i>Ludwigia octovalvis</i>	Folhas	Decocto	Laxante, analgésica, tratamento de dores reumáticas (com outras plantas), disenteria e ulcerações no nariz Carminativa, vermífuga, tratamento de diarreia e doenças nervosas
		Mucilagem	Cataplasmas usados no tratamento de dor de cabeça, orquite, inchaço das glândulas do pescoço
OXALIDACEAE			
<i>Oxalis corniculata</i>	Folhas	Suco	Anti-helmíntica, anti-inflamatória, adstringente, depurativa, diurética, emenagoga, febrífuga, tratamento de problemas estomacais, litíase nas vias urinárias, gripe, infecção do trato urinário, enterite, diarreia, escorbuto, lesões traumáticas, entorses e mordida de cobra Misturada à manteiga, é aplicada em inchaços, furúnculos e espinhas musculares
		Infusão	Tratamento infantil contra ancilostomídeos
		Suco	Antídoto para envenenamento por sementes de <i>Datura spp.</i> , arsênio e mercúrio Antibacteriana, tratamento de mordida de insetos, queimaduras e erupções cutâneas
PHYLLANTACEAE			
<i>Phyllanthus niruri</i>			Diurético, antiviral (hepatite B) tratamento para litíase renal, reumatismo gotoso, afecções caracterizadas por taxas elevadas de ácido úrico
POACEAE			
<i>Cymbopogon citratus</i>	Folhas	Infusão	Calmante, espasmolítica, antimicrobiana, analgésica, alivia cólicas uterinas e intestinais, tratamento de nervosismo e intranquilidade
<i>Digitaria horizontalis</i>			Sedativa, antinociceptiva, antidepressiva, tratamento de doenças neurológicas
<i>Digitaria sanguinalis</i>			Emética, tratamento de problemas oftálmicos e doenças venéreas
		Decocto	Tratamento de gonorreia
<i>Oryza sativa</i>	Folhas		Calmante, controla a transpiração Tratamento de úlceras
	Rizomas	Decocto	Tratamento de suores noturnos, tuberculose e pneumonia crônica
	Sementes		Tratamento de disfunção urinária, lactação excessiva, falta de apetite, indigestão, desconforto abdominal e inchaço

	Decocto	Diurética, emoliente, tratamento de diarreia
	Pó	Tratamento de coceira
	Raízes, folhas e cascas	Decocto
		Tratamento de loucura e beribéri
<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia*	Folhas	Diurética, laxativa, tratamento de azia e timpanite
	Seiva	Tratamento de dor de cabeça
		Cicatrizante
<i>Paspalum conjugatum</i>		Hemostática (reduz tempo de coagulação)
		Infusão
		Tratamento para dor de cabeça
		Decocto
		Tratamento para mordidas venenosas
	Folhas	Tratamento de febre, debilidade, problemas estomacais e pulmonares
		Decocto
		Tratamento de feridas
	Raízes	Tratamento de diarreia e disenteria
<i>Pennisetum purpureum</i>	Folhas e caules	Infusão
		Diurética, tratamento de anúria ou oligúria
<i>Saccharum officinarum</i>	Folhas	Tratamento de feridas nos olhos
		Decocto
		Tratamento de problemas urinários
	Caules	Suco
		Tratamento de dores de garganta, mordida de cobra e ferida envenenada; combinada com outras plantas, é usada para tratar envenenamento por curare
<i>Sorghum bicolor</i>		Considerada tóxica/venenosa. Antiabortiva, anti-helmíntica, cianogenética, demulcente, diurética, emoliente, tratamento para câncer, epilepsia, eczema, dor estomacal
	Folhas	Decocto
		Tratamento de sarampo
	Caules	
		Tratamento de inchaços tuberculares
	Raízes	Tratamento para malária
	Sementes	Benéfica para o fluxo estomacal, tratamento de doenças pulmonares (como bronquite e tosse) e da mama, problemas renais e urinários, bócio, diarreia, sarampo (uso externo)
<i>Zea mays</i>		Hipoglicêmica, hipotensiva, estimulante do fluxo biliar

Folhas e raízes	Decocto	Tratamento de estranguria, disuria e litíase
Seda		Colagoga, demulcente, diurética, vasodilatadora, levemente estimulante, tratamento de litíase nas vias urinárias e diabetes mellitus
Sabugo	Decocto	Tratamento de hemorragias nasais e menorragia
Semente		Cicatrizante, estimulante suave, diminui a atividade da tireoide e modera o metabolismo, tratamento de câncer, tumores e verrugas
	Óleo	Diurética, emoliente, analgésica
Estigmas e estiletos	Infusão ou maceração	Diurética, desinfetante das vias urinárias, tratamento de febre, problemas cardíacos, gota e inflamação da bexiga

POLYGONACEAE

	Infusão	Tratamento de litíase e dor de estômago
<i>Polygonum persicaria</i>	Decocto	Tratamento de reumatismo nos membros inferiores; misturada à farinha, alivia a dor (cataplasma)
Folhas		Adstringente, diurética, rubefaciente, vermífuga

SOLANACEAE

		Venenosa <i>in natura</i> . Internamente é considerada analgésica, sedativa, expectorante, anafrodisíaca, diurética, emoliente, depurativa, vermífuga, tratamento de gastralgia, espasmos da bexiga e dores nas articulações; externamente é considerada cicatrizante e empregada para aliviar prurido e para o tratamento de psoríase e eczema
<i>Solanum americanum</i>		Externamente usada para tratar feridas, úlceras, queimaduras, abscessos e furúnculos
Folhas	Maceração	Tratamento de mordida de cobra
	Decocto	Antiespasmódico, emético, tratamento de excitação nervosa, cólicas, nevralgias e afecções das vias urinárias
