



LAUANA SILVA DA COSTA

**O SOLO COMO FILTRO AMBIENTAL NA ESTRUTURAÇÃO
ESPACIAL DE CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS EM
FLORESTAS ESTACIONAIS SEMIDECIDUAIS**

LAVRAS – MG

2022

LAUANA SILVA DA COSTA

**O SOLO COMO FILTRO AMBIENTAL NA ESTRUTURAÇÃO ESPACIAL DE
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS EM FLORESTAS ESTACIONAIS
SEMIDECIDUAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Ecologia Florestal, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Rubens Manoel dos Santos

Orientador

LAVRAS – MG

2022

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Costa, Lauana.

O solo como filtro ambiental na estruturação espacial de
características funcionais em florestas estacionais semidecíduais /
Lauana Costa. - 2022.

60 p.

Orientador(a): Rubens Manoel dos Santos.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2022.

Bibliografia.

1. Ecologia florestal. 2. Espectro funcional. 3. Filtro ambiental.
I. Santos, Rubens Manoel dos. II. Título.

LAUANA SILVA DA COSTA

**O SOLO COMO FILTRO AMBIENTAL NA ESTRUTURAÇÃO ESPACIAL DE
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS EM FLORESTAS ESTACIONAIS
SEMIDECIDUAIS**

**THE SOIL AS AN ENVIRONMENTAL FILTER IN THE SPATIAL STRUCTURE OF
FUNCTIONAL TRAITS IN SEMIDECIDUOUS SEASONAL FOREST**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Ecologia Florestal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 31 de agosto de 2022

Dra. Camila Laís Farrapo – UFLA
Dr. Felipe de Carvalho Araújo – UFLA
Dra. Gisele Cristina de Oliveira Menino – IF Goiano

Prof. Dr. Rubens Manoel dos Santos
Orientador

LAVRAS – MG

2022

A todos que lutaram e lutam pela perpetuação das florestas e por uma vida mais digna. Aos meus antepassados que ficaram de pé para que hoje eu pudesse correr, em especial ao meu pai (*in memoriam*). DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao universo e sua supremacia em nos conceder a astúcia por aprender e a intuição para buscar respostas na natureza que possam melhorar a qualidade de vida de todos.

À Universidade Federal de Lavras, assim como todas as universidades públicas desse país, que em momentos de crise ainda resistem e desempenham seu papel social. Ao Departamento de Ciências Florestais e o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal pelo amparo na realização desse trabalho.

Agradeço as políticas e financiamentos governamentais, em especial à CAPES pela bolsa de mestrado concedida durante o período da realização da dissertação.

Ao Prof. Rubens Manoel, pela orientação, paciência e por me acolher me mostrando caminhos para que eu pudesse ver além. Agradeço ao apoio e amizade dos colegas do Laboratório de Fitogeografia e Ecologia Evolutiva da UFLA, principalmente pelas oportunidades em que pudemos ter trocas sobre nossas pesquisas, conversas de vida e risadas, deixando o ambiente propício ao aprendizado.

Aos amigos que fiz da turma 2020 do PPGEF, em especial Carolzinha Costa, Gabi Furbino, Matheus Couto, Leony e Loarena. Grata por terem topado estarem no mesmo barco, permitindo que pudéssemos continuar, ainda que a distância tenha tornado nossas conexões menos frequentes. Agradeço também aos meus amigos de Manaus, onde deixei um pedaço do meu coração, mas que sempre me apoiaram nas minhas escolhas, Julie, Karolzinha, Farias.

À minha família, que só ela sabe o quanto tivemos que desbravar esse mundo hostil e desigual, para que hoje eu pudesse ser a primeira do nosso núcleo familiar, obrigada por todo o amor incondicional, o apoio nessa distância quase que continental e que continuemos a lutar para diminuir os abismos desiguais que separam os Brasis.

E a todos que direta e indiretamente contribuíram para a finalização dessa etapa.

RESUMO

A importância em compreender o funcionamento do ecossistema partindo da perspectiva funcional tem sido uma questão chave nos estudos ecológicos. Compreender o ecossistema por meio de características funcionais é compreender a dinâmica dos aspectos ambientais. Tais características funcionais, aqui limitadas às plantas arbóreas, são influenciadas por filtros ambientais como o solo. Embora estudos das características funcionais tenham sido intensificados, em um mundo de constante mudanças, se faz necessário desenvolver mais pesquisas que possam auxiliar na compreensão da resposta à estas mudanças. Compreender estes processos é fundamental para análise ambiental e no auxílio de tomadas de decisão na conservação, especialmente nos remanescentes florestais brasileiros do domínio atlântico. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a dinâmica espacial de grupos funcionais em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual (FES). O levantamento florístico e edáfico realizados em fragmentos florestais localizadas nos municípios de Lavras, Ingaí e Luminárias, no estado de Minas Gerais. Um total de 12 características funcionais foliares e do ramo foram analisadas e computadas para a formação de grupos de espécies aquisitivas e conservativas. Foram realizadas PCA e análise de *k-means* para determinar os grupos funcionais e CWM para quantificar os efeitos das características funcionais nas parcelas das áreas de estudo. Foram identificados 3.574 indivíduos representados por 46 famílias, 95 gêneros e 140 espécies. O resultado obtido foi de 51 espécies de estratégia aquisitiva e 89 espécies de estratégia conservativa, conforme as características funcionais avaliadas. A composição funcional das parcelas apontou que embora os grupos funcionais em estratégias aquisitiva-conservativa, possam ser categorizados, seu resultado é mais próximo de um espectral, ou seja, as características funcionais são definidas ao longo do ambiente. Dentre os atributos edáficos avaliados, a drenagem apresentou maior explicação na espacialidade. As características dos agrupamentos confirmam as teorias de estratégias ecológicas de alocação e compensação de recursos, formando grupos ecologicamente coerentes. Embora o solo seja o principal filtro ambiental em escala local-regional, os resultados não tiveram uma padronização na questão espacial em relação a todos os atributos edáficos, o que pode ser melhor respondida ao longo de pesquisas futuras.

Palavras-chave: Filtro ambiental. Espectro funcional. Dinâmica espacial. Diversidade funcional. Estratégia ecológica.

ABSTRACT

The importance of understanding ecosystem functioning from a functional perspective has been a key issue in ecological studies. Understanding the ecosystem through functional traits is to understand the dynamics of environmental aspects. The functional characteristics, here limited to tree plants, are influenced by environmental filters such as the soil. Although studies of functional traits have been intensified, in a world of constant change, it is necessary to develop more research that can help in understanding the response to these changes. Understanding that processes is fundamental for environmental analysis and in support conservation decision-making, especially in Brazilian forest remnants of the Atlantic domain. In this context, the objective of this work was to evaluate the spatial dynamics of functional groups in fragments of Seasonal Semideciduous Forest. The survey of the vegetation sample and composition of soil variables was performed in forest fragments, located in the municipalities of Lavras, Ingaí and Luminárias, Minas Gerais. A total of 12 functional traits were analyzed and computed to form strategic acquisitive and conservative groups. PCA and k-means analyzes were performed to determine the functional groups and CWM to quantify the effects of functional characteristics in the plots of the study areas. Overall, 3,574 individuals were identified, representing 46 families, 95 genera and 140 species. The result was 51 species of acquisitive strategy and 89 species of conservative strategy, according to the functional traits evaluated. The functional composition of the plots indicated that although the functional groups in acquisitive-conservative strategies can be categorized, their result is closer to a spectral, that is, the functional traits are defined throughout in the environment. Among the edaphic attributes evaluated, drainage presented the greatest explanation in terms of spatiality. The attributes of the clusters confirm the theories of ecological strategies of allocation and compensation of resources, forming ecologically coherent groups. Although soil is the main environmental filter on a local-regional scale, the results were not standardized in terms of spatial dynamics, in relation to all edaphic attributes, which can be better answered throughout future scientific research.

Keywords: Environmental filter. Functional spectrum. Spatial dynamics. Functional diversity. Plant ecological strategy.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1	Ecologia Funcional.....	11
2.2	Características funcionais	12
2.3	O Solo como filtro ambiental	15
2.4	Florestas Neotropicais e sua diversificação	16
2.5	Floresta Estacional Semidecidual.....	17
3	MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1	Áreas de Estudo	19
3.2	Amostragem da Vegetação.....	20
3.2.1	Mata do Capivari.....	20
3.2.2	Mata da Ilha	21
3.2.3	Mata do Galego	21
3.3	Amostragem do solo	23
3.4	Coleta, triagem e medição das Característica Funcionais	23
3.5	Análise dos Dados	25
4	RESULTADOS	27
5	DISCUSSÃO	33
6	CONCLUSÃO	36
	REFERÊNCIAS	37
	APÊNDICE A – Lista de espécies dos fragmentos de FES.....	45
	APÊNDICE B – Eixos Principais da PCA de Características Funcionais	50
	APÊNDICE C – PCA das Áreas de Estudo e Variáveis edáficas.....	52

1 INTRODUÇÃO

A importância em compreender o funcionamento do ecossistema partindo da perspectiva funcional tem sido uma questão chave nos estudos ecológicos. Ao longo da história evolutiva da terra, as plantas sempre desenvolveram estratégias de adaptação frente às mudanças pelas quais estavam sendo submetidas. Compreender a evolução de suas características é entender a complexidade e funcionalidade do ecossistema. Para colonizar a vida terrestre, durante o período devoniano inicial, as plantas aquáticas precisavam de novas características morfológicas e fisiológicas para viverem em um ambiente diferente daquele que já estavam adaptadas, desenvolvendo estruturas vegetais com diferentes características e funções.

A evolução não ocorreu apenas nas estruturas vegetais, mas no modo de estudar as plantas. As abordagens científicas relacionadas à funcionalidade e biodiversidade são remotas e iniciam antes da organização dos conceitos e aplicações da Ecologia Funcional (CALOW, 1987; SHIPLEY et al., 2016), referindo-se ao ramo da ecologia que estuda as características aplicadas a diferentes níveis de organização e associadas às funções que os organismos desempenham na comunidade ou ecossistema em que ocorrem.

Florestas tropicais e neotropicais têm um papel fundamental na manutenção da vida planetária, auxiliando em diferentes frentes como regulação do clima, fornecimento de matéria-prima e ciclagem de nutrientes. A alteração intensificada do uso e cobertura do solo, por parte da pressão antropogênica, resulta no crescente aumento de estudos voltados à conservação de florestas, em outras palavras, a preocupação em relação à perpetuação da funcionalidade do ecossistema e respectivos serviços ambientais.

Pesquisas com abordagem funcional são condutoras na compreensão acerca da dinâmica espacial e ecológica e, portanto, ferramentas no processo de tomada de decisão sobre o uso e manutenção da biodiversidade, especialmente nos remanescentes florestais brasileiros do Domínio Atlântico, *Hotspot* reconhecido mundialmente por sua biodiversidade, endemismo e estado crítico de preservação (MYERS, 1988; MYERS, 2003; REID, 1998). No estado de Minas Gerais, onde a atuação da exploração colonial é mais antiga, a cobertura vegetal primitiva do domínio atlântico é reduzida a fragmentos florestais com baixa conectividade entre si e sofrem com diferentes níveis de perturbação pela exploração madeireira, fogo e agropecuária.

O solo tem papel fundamental na estrutura base, nutrientes e disponibilidade hídrica para a vegetação. A relação da vegetação e fatores ambientais locais, como atributos edáficos,

interferem na distribuição da flora, nos processos ecológicos e nas características funcionais. Embora, estudos na área de ecologia funcional continuem crescentes, há desafios em preencher lacunas do conhecimento e responder questionamentos inerentes à conservação e dinâmica da vegetação, bem como o agrupamento de espécies em grupos fundamentados nas características funcionais.

Diante desse cenário, o presente estudo buscou como objetivo avaliar a dinâmica espacial de grupos funcionais em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Testando as seguintes hipóteses de que: (a) há uma distribuição proporcional dos grupos funcionais nos fragmentos florestais e (b) que os atributos edáficos determinam a distribuição dos grupos funcionais nos diferentes gradientes ambientais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Ecologia Funcional

Organismos são sistemas de troca de energia com o ecossistema em diferentes níveis, seja na captação de luz para transformação de energia, seja para a disponibilização de recursos (CALOW, 1987). Isso nos mostra que dentro dos ecossistemas, as interações entre diferentes componentes de biodiversidade, ou seja, processos ecológicos, são resultado da função desempenhada e da dinâmica de interação com o ambiente, afetando as propriedades que compõem o ecossistema (CALOW, 1987; SHIPLEY et al., 2016).

Há uma inconstância em relação à atribuição de funcionalidade à diversidade biológica, onde muitas vezes o termo “ecologia funcional” parece ter sido reduzido para “ecologia baseada em características” (SHIPLEY et al., 2016). Contudo, a ecologia funcional se fundamenta em diferentes conceitos, mas adotaremos aqui o conceito baseado em Shipley *et al* (2016), onde pode-se dizer que é a área que concentra seus estudos em características funcionais aplicados a diferentes níveis de organização em comunidades e ecossistemas, associados a performance de um organismo e poder de interferência.

Sendo as interações ecológicas, um processo que interfere na dinâmica ecológica, a palavra função, funcionalidade ou funcionamento acabam sendo sinônimos na ecologia para se referir a forma que o ecossistema atua (LAVOREL; GARNIER, 2002; TILMAN, 2001), afetando também a resposta que dos organismos em relação aos fatores ambientais. A diversidade funcional, fundamental para os processos ecossistêmicos (DÍAZ; CABIDO, 2001; DÍAZ et al., 2013;), é descrita como componente da biodiversidade para medir valor, dispersão e abundância dos organismos e/ou espécies (DÍAZ et al., 2007b; TILMAN, 2001), além de determinar a composição funcional na escala espacial e temporal e suas influências no ecossistema (DÍAZ et al., 2007a; LAVOREL; GARNIER, 2002; DE PAULA, 2013).

A diversidade funcional também pode ser considerada como indicador mais sensível às perturbações no ecossistema (MOUILLOT et al., 2013) e seus efeitos sobre outras espécies (DELHING; STOUFFER, 2018; TILMAN, 2001). Ainda que possua uma abordagem limitada metodologicamente, a diversidade funcional é salutar para a compreensão dos processos ecológicos em função dos gradientes ambientais (DELHING; STOUFFER, 2018), por exemplo, topografia, disponibilidade de nutrientes, disponibilidade hídrica e variação climática (FAUCON; HOUBEN; LAMBERS, 2017; FUNK et al., 2017; KUPPLER et al., 2020;

PIERICK; EUSCHNER; HOMEIER, 2021; RAWAT; ARUNACHALAM; ARUNACHALAM, 2015).

Ainda que algumas pesquisas apontem a não associação da diversidade funcional e gradientes ambientais (LEVIONNOIS et al., 2020), a resiliência das florestas tropicais é respondida com base na influência da diversidade funcional tendo os gradientes ambientais como potenciais impulsionadores (PIERICK; EUSCHNER; HOMEIER, 2021; SCHMITT et al., 2020; ZHANG et al., 2019). A ecologia funcional como uma linha de pesquisa não é recente, tendo o conceito de características funcionais utilizado ainda no início do século XIX (RAWAT; ARUNACHALAM, K.; ARUNACHALAM, A., 2015), entretanto, o conhecimento fundamentado nessa perspectiva permite entender as interações ecológicas e potencial legado para os serviços ecossistêmicos.

2.2 Características funcionais

A conquista do ambiente terrestre pelas plantas é marcada pelo desenvolvimento de características morfológicas, especializando-se em diferentes funções, tais como a cutícula para evitar a perda de água, as folhas e raízes, especializadas no processo de fotossíntese e absorção de água e nutrientes e propágulos reprodutivos (SALGADO-LABORIAU, 1994). Esses são apenas alguns exemplos de características e funções inicialmente desenvolvidas. Desde então, a adaptação das plantas na superfície terrestre não parou, pois características adaptadas permitem o organismo colonizar, prosperar e persistir em um mundo de constantes mudanças (ZHANG, 2019).

No sentido amplo, característica funcional é toda característica fenológica, fisiológica e morfológica que interferem nos componentes de aptidão, crescimento, reprodução e sobrevivência, ou seja, toda característica expressa fenotipicamente à nível do indivíduo que apresenta resposta relevante ao ambiente (FAUCON; HOUBEN; LAMBERS, 2017; VIOLLE et al., 2007). O desafio é selecionar e compreender o nível de organização, desde o indivíduo até o ecossistema para compreender que características funcionais tem seus efeitos nos processos ecológicos.

Os impactos generalizados por parte das mudanças antropogênicas reduzem a capacidade dos ecossistemas de continuarem fornecendo seus serviços (DÍAZ et al., 2013; EDWARDS et al., 2019). Assim, as aplicações das características funcionais (CFs) em diversos estudos permite seu uso como ferramenta nas diferentes áreas de ecologia, com foco em responder questionamentos relacionados à caracterização das respostas dos organismos às

mudanças ambientais e o nível de influência das mudanças nas comunidades biológicas nesses processos ecossistêmicos (DÍAZ et al., 2013; FUNK, et al., 2017; NOCK; VOGT; BEISNER, 2016).

A literatura indica uma subdivisão das características funcionais, como as características de resposta e características de efeito (DÍAZ; CABIDO, 2001; DIAZ et al., 2013; LAVOREL; GARNIER, 2002). Primeiro, é necessário compreender a diferença de característica funcional e atributo funcional, o primeiro segue a definição vista anteriormente, enquanto que o segundo é o valor da característica dentro de uma espécie, que pode inclusive, ter diferentes valores por conta dos gradientes ambientais (VIOLLE et al., 2007). A característica de resposta é toda característica cujo o atributo apresenta variação em resposta às condições ambientais, influenciando no desempenho ecológico do organismo (DIAZ et al., 2013; FUNK et al., 2017; VIOLLE et al., 2007), enquanto que a característica de efeito é definida como a característica que reflete os efeitos da planta nas condições ambientais e seus impactos nos processos ecossistêmicos, independente dessa característica ser uma vantagem adaptativa (DIAZ et al., 2013; FUNK et a., 2017; VIOLLE et al., 2007; LAVOREL; GARNIER, 2002). A seguir (TABELA 1), podemos ver o resumo dessa subdivisão:

Tabela 1 – Classificação de características funcionais de acordo com a aplicação.

Característica Funcional	Nível de Aplicação	Exemplo
Característica de resposta	Individual	Tamanho da Semente Espessura de Casca Tamanho da Folha
Característica de efeito	Ecossistema	Altura da Planta Estrutura da Comunidade Fixação de Nitrogênio

Fonte: Adaptado de Díaz e Cabido (2001); Díaz *et al.* (2013); Funk *et al.* (2017) e Violle *et al.* (2007).

Em teoria, quando se fala em mensurar tais CFs é importante saber como diferenciá-las, a literatura indica uma classificação em relação a obter os valores dessas características, desafio em áreas de grande riqueza de espécies (NOCK; VOGT; BEISNER, 2016). No processo de mensuração, as CFS são classificadas como *Hard traits* quando as características são difíceis de serem mensuradas e dispendiosas, enquanto as características que podem ser adquiridas de forma prática e menos dispendiosas são chamadas de *Soft traits* (VIOLLE et al., 2007). Contudo, a literatura indica que essas são classificações subjetivas (NOCK; VOGT; BEISNER,

2016), sendo melhor aplicável quando tais características estão relacionadas aos efeitos e respostas das espécies nos ecossistemas (NOCK; VOGT; BEISNER, 2016). Na Tabela 2 podemos observar essa aplicação.

Tabela 2 – Exemplos de *Hard* e *Soft traits* aplicados para plantas terrestres.

<i>Hard Trait</i>	<i>Soft Trait</i>	Processo Ecológico
Capacidade de dispersão	Modo de dispersão Tipo e formato da semente Massa de sementes	Dispersão
Efeito competitivo	Altura Biomassa	Capacidade competitiva

Fonte: Adaptado de Nock, Vogt e Beisner (2016).

A busca por padrões com base nas características para melhores agrupamentos é realizada a algumas décadas (CHAZDON et al. 2010; DÍAZ et al., 2004; MOUCHET et al. 2010; MASON et al. 2012), um dos métodos de agrupamento tem como base as estratégias ecológicas, onde as CFs podem ser agrupadas em duas categorias por meio de filtros ambientais, tal classificação é chamada de grupo funcional. Os filtros ambientais atuam nas fases regenerativas da planta (LAVOREL; GARNIER, 2002), por exemplo, investimento na construção de tecidos (DÍAZ et al., 2004), a partir disso é detectado o padrão ecológico recorrente (CHAZDON et al., 2010; MOUCHET et al., 2010). As duas categorias de espécies relacionadas as estratégias ecológicas (DÍAZ et al., 2004; SOUZA et al., 2017) são:

a) Espécies Aquisitivas: Estratégias de baixo investimento na construção de tecidos, resultando em densidade da madeira baixa, folhas grandes, alta concentração de nutrientes nas folhas, maior Área Foliar Específica e baixo teor de matéria seca. Atributos que refletem a capacidade de maximizar à obtenção de recursos;

b) Espécies Conservativas ou conservadoras: Estratégias de alto investimento na construção de tecidos, resultando em densidade da madeira alta, folhas pequenas, baixa concentração de nutrientes nas folhas, menor Área Foliar Específica e alto teor de matéria seca. Atributos que refletem na capacidade de proteção da biomassa.

É importante ressaltar que, apesar das espécies aquisitivas serem favorecidas por ambientes com alta disponibilidade de recursos, como solos férteis e déficit hídrico baixo, enquanto que as espécies conservativas são favorecidas por ambientes com solo pobre e déficit

hídrico alto (SOUZA et al, 2017), a distribuição dos grupos funcionais é mediada pelas condições ambientais (FAUCON; HOUBEN; LAMBERS, 2017).

2.3 O Solo como filtro ambiental

O solo, composto pela interação de diferentes fatores físicos, químicos, biológicos e geológicos, apresenta relação direta com a vegetação e desempenha importante papel na sua distribuição e composição, interferindo na condução do funcionamento do ecossistema e sua biodiversidade (FUJII et al., 2018; JENNY, 1994; KRISHNADAS; KUMAR; COMITA, 2016; VAN DER PUTTEN et al., 2016).

Quando o *feedback* solo-planta é correlacionado as características funcionais, vemos que por exemplo, as características de resposta são definidas como o desempenho ecológico ao longo do ambiente, sendo um desafio compreender os fatores ambientais que impulsionam as características funcionais. Pois, a hipótese de filtragem ambiental prevê que as condições abióticas selecionam espécies com valores de características semelhantes e em escala local, nota-se que os gradientes edáficos funcionam como catalizadores nesse processo (GRIME, 2006; MORELLI et al, 2021; MORI, 2020; PIERICK; EUSCHNER; HOMEIER, 2021; SCHMITT et al., 2020; ZHANG et al., 2019).

O impulsionamento da diversidade funcional pode ocorrer por meio dos gradientes de fertilidade, topografia, regimes de inundação e drenagem, ou seja, características de composição do relevo que criam marcadores espaciais e que podem apresentar espacialidade semelhante com as estratégias ecológicas (FAUCON, 2017; MORELLI et al, 2021; MORI, 2020). Dentre as variações ambientais relacionadas ao solo, as características físicas e químicas indicam que a topografia interferindo diretamente na qualidade e fertilidade do solo, pois é um fator estratégico no estabelecimento da diversidade funcional, criando gradientes de umidade, nutrientes e matéria orgânica (FUJII et al., 2020; PIERICK; EUSCHNER; HOMEIER, 2021; SCHMITT et al., 2020).

Por outro lado, a competição também se apresenta como um fator determinante na composição de espécies com diferentes características, podendo aumentar a diversidade funcional (MORI, 2020). Há ainda, outras pesquisas que não apontam uma relação direta entre características funcionais e solo, mas a influência das variáveis de solo no *trade-off* de crescimento da planta (LEVIONNOIS et al., 2019; LEVIONNOIS et al., 2020). A composição de espécies de uma comunidade, as variações ambientais e das características funcionais, associadas com o tempo e espaço, auxiliam na previsão ecológica e possíveis mudanças nos

serviços ecossistêmicos de florestas neotropicais (KRISHNADAS; KUMAR; COMITA, 2016; WRIGHT, 2010).

2.4 Florestas Neotropicais e sua diversificação

As florestas tropicais estão presentes ao redor do mundo e globalmente reconhecidas pelo alto número de espécies em suas áreas (BRANDON, 2014). Para as florestas neotropicais essa realidade não é diferente, pois estão entre as áreas mais diversas do mundo e apresentam características proeminentes, distribuídas entre os trópicos de câncer e capricórnio, ao longo da linha do equador, proporcionando clima quente e úmido por conta da incidência perpendicular dos raios solares (CARNAVAL; MORITZ, 2008; COSTA, 2003; LEDO; COLI, 2017; WALSH; NEWBERY, 1999). Concomitantemente, a umidade é garantida por conta da alta pluviosidade controlada pela Zona de Convergência Intertropical (MCGREGOR; NIEUWOLT, 1998).

A distribuição das florestas tropicais teve sua interferência mais proeminente há 60 milhões de anos, durante o período do Eoceno, com temperaturas mais altas e concentração de CO₂ elevada, propiciando ambiente ideal do predomínio de plantas C3 (KISSLING et al., 2012; MORLEY, 2000; MORLEY, 2003; PAGANI et al., 2005; ZACHOS et al., 2010). As mudanças globais nos períodos glaciais e interglaciais, causaram ciclos de expansão e retração da vegetação, resultando na distribuição restrita explicada pela Teoria dos refúgios (CARNAVAL; MORITZ, 2008; MORLEY, 2000; SOBRAL-SOUZA; LIMA-RIBEIRO, 2017), e outros eventos, como a alteração do nível do mar, que complementam a explicação da diversidade e riqueza local (LEITE et al., 2016; THOME et al., 2014).

Apesar de compartilhar semelhanças em relação à dinâmica e produtividade, as florestas tropicais e neotropicais apresentam diferenças nas histórias geológicas (CORLETT; PRIMACK, 2006; SALGADO-LABOURIAU, 1994), como surgimento da Cordilheira dos Andes que trouxe transformações profundas como rearranjos de drenagem e oscilação da temperatura para as florestas neotropicais úmidas (RANGEL et al., 2018) e conseqüentemente variações no clima e topográficas que alteram os processos e fomentam correlações entre as funções do solo e características da planta (CONDIT et al., 2013; FUJII et al., 2018).

Há décadas se fala na impossibilidade de compreender toda essa diversidade, especialmente a flora (GENTRY, 1982, 1992a), o que culminou na busca por padrões de distribuição como resultado de processos históricos. Por outro lado, compreender a distribuição das florestas neotropicais úmidas exige aprofundar nas interações ecológicas existentes entre

os fatores bióticos e abióticos, especialmente a Mata Atlântica por ser um Domínio morfoclimático com elevada taxa de endemismo e ser considerada um dos *hotspots* da biodiversidade à nível global (MYERS et al., 2003).

Os desafios das florestas neotropicais convergem no atendimento às crescentes demandas antropogênicas junto às mudanças do uso e ocupação do solo (EDWARDS et al., 2019; MALHI et al., 2014), conseqüentemente, as variações das condições ambientais controlam em diferentes níveis, a resposta funcional das florestas neotropicais (POORTER et al., 2017). As mudanças na paisagem e a crescente fragmentação acabam trazendo desafios na conservação de espécies florestais, a conversão das paisagens florestais traz impactos no solo, disponibilidade de água e biota (EDWARDS et al., 2019; MALHI et al., 2014). Compreender o funcionamento do ecossistema é além de compreender os padrões de riqueza de espécies, mas as características funcionais que influenciam no seu funcionamento.

2.5 Floresta Estacional Semidecidual

A Mata Atlântica é formada por um conjunto de diferentes fitofisionomias, tendo destaque para dois tipos de formações florestais que são: Mata Atlântica Costeira ou Chuvosa, distribuída na planície litorânea do Sul até o Nordeste brasileiro e a Mata Atlântica do Interior ou Semidecidual, localizada no planalto continental e de clima sazonal (MORELLATO; HADDAD, 2000; OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000; SOBRAL-SOUZA, 2017). A Mata Atlântica Semidecidual também conhecida por Floresta Tropical Subcaducifólia ou Floresta Estacional Semidecidual, formam uma zona de transição complexa entre as formações costeiras e a diagonal de formações abertas e secas (MORELLATO; HADDAD, 2000; OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000; VELOSO; RANGEL-FILHO; LIMA, 1991).

Na Floresta Estacional Semidecidual, o clima é sazonal com estação seca relativamente severa que interferem nas características fenológicas das espécies na região (MORELLATO; HADDAD, 2000; SOBRAL-SOUZA, 2017; VELOSO; RANGEL-FILHO; LIMA, 1991), com quedas de folhas em torno de 20% a 50% na estação seca como característica de adaptação à deficiência hídrica (IBGE, 2012; KOZLOWSKI; KRAMMER; PALLARDY, 2012). As áreas possuem elevação média em torno de 600 metros e de acordo com a altitude e proximidade de rios, podem ser classificadas com formações Aluvial, de Terras Baixas, Submontana e Montana (MORELLATO; HADDAD, 2000; VELOSO; RANGEL-FILHO; LIMA, 1991).

Em geral, as Florestas Estacionais Semidecíduais ocorrem em solos férteis com alto nível de nutrientes, pH de moderado a alto e nível baixo de toxicidade por alumínio, além de

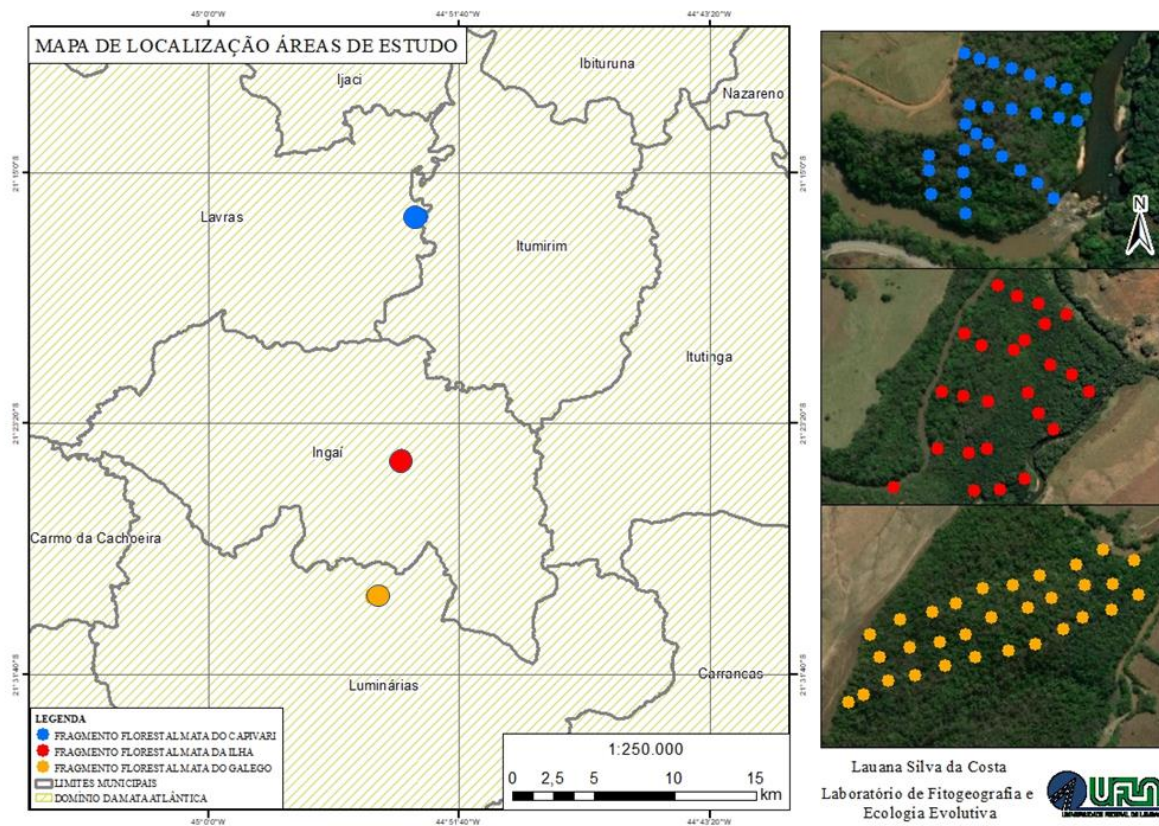
encostas de interflúvios dos rios (OLIVEIRA-FILHO, 2006), sendo importante faixa de transição para florestas de galeria. A distribuição espacial das espécies é afetada pelas condições ambientais, sobretudo as condições locais topográficas como a altitude (OLIVEIRA-FILHO et al., 1994), mas a pluviosidade é a principal condição ambiental que altera a riqueza de espécies dessas florestas (OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Áreas de Estudo

O estudo foi conduzido em três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual (VELOSO et al., 1991) e inseridas no Domínio Atlântico (OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000). Os três fragmentos correspondentes a área de estudo, estão localizados nos municípios de Lavras, Ingaí e Luminárias, estado de Minas Gerais (FIGURA 1). Os fragmentos florestais são conhecidos como Mata do Capivari, Mata da Ilha e Mata do Galego, respectivamente.

Figura 1 – Localização dos Fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual (FES) no estado de Minas Gerais, Brasil – Sirgas 2000 / Zona UTM 23S



Fonte: Da autora (2022)

A área de estudo está localizada na Bacia dos Afluentes Mineiros do Alto Rio Grande, integrante da Bacia Hidrográfica do Rio Grande. A Bacia do Alto Rio Grande está localizada na Região Sul de Minas, limítrofe sul e sudeste com a Bacia do Rio Paraíba do Sul, limítrofe oeste com a Bacia do Rio Verde e a nordeste com a Bacia do Rio das Mortes. Abrange 32 municípios, clima tropical de altitude (Cwa) caracterizado de acordo com a classificação Köppen-Geiger, com temperaturas médias entre 18 e 22°C (REBOITA et al., 2015).

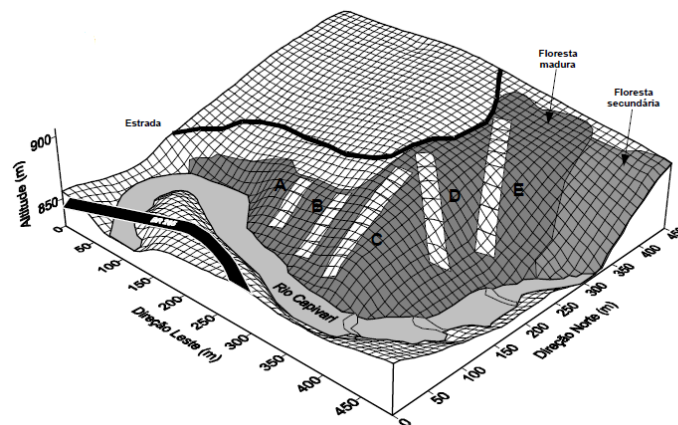
O relevo da região onde foram realizadas as coletas, conhecido como Mar de Morros por conta de declividade em “V”, possui inclinação suave e menores altitudes da Bacia do Alto Rio Grande, entre 900 e 1100 metros. (AMANCIO, 2016). Os tipos de solos predominantes são argissolos e cambissolos.

3.2 Amostragem da Vegetação

3.2.1 Mata do Capivari

O Fragmento florestal, conhecido como Mata do Capivari com área total de 13,6 ha, está situado na margem esquerda do rio Capivari, sob as coordenadas 21°18' S e 44°20' W, no município de Lavras - MG.

Figura 2 - Grade de superfície da área Mata do Capivari com as parcelas amostrais



Fonte: Adaptado de Souza et al. (2003)

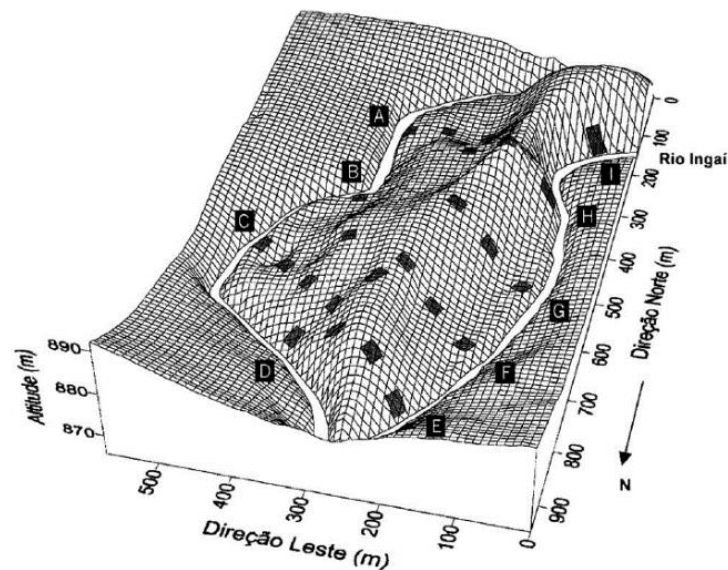
Foram instaladas 28 parcelas de 20 x 20 m, dispostas paralelamente à inclinação do terreno, totalizando uma área amostral de 1,12 ha. O levantamento topográfico foi realizado com auxílio de trenas e hipsômetro Blume-Leiss, para aferir o desnível do terreno. Em relação à inclinação do terreno, todas as medições foram corrigidas no processo de instalação da parcela, nivelando as extremidades das trenas (SOUZA et al., 2003).

As parcelas foram dispostas em cinco transectos (Fig. 1), de modo que apresentassem equidistância entre si e tivessem seu início nas proximidades da margem do rio e finalizassem na borda do fragmento junto à área de pastagem (SOUZA et al., 2003). O último censo realizado na área foi no ano de 2020.

3.2.2 Mata da Ilha

O Fragmento florestal, conhecido como Mata da Ilha com área total de 17 ha, está situado em um meandro do rio Ingaí, sob as coordenadas 21°24' S e 44°55' W, no município de Ingaí - MG.

Figura 3 - Grade de superfície da área Mata da Ilha com as parcelas amostrais



Fonte: Adaptado de Botrel et al. (2002)

Foram instaladas 25 parcelas de 20 x 20 m, dispostas em nove conglomerados, totalizando uma área amostral de 1 ha (Fig. 3). O levantamento topográfico foi realizado com auxílio de trenas, GPS e hipsômetro Blume-Leiss (BOTREL et al., 2002).

Cada conglomerado possui três parcelas com 40 m de distância entre si, de modo que pudessem representar as variações de vegetação e de topossequência. Os conglomerados foram distribuídos à 150 m da margem do rio. O conglomerado I teve a exceção de ter apenas uma parcela devido à proximidade da borda (BOTREL et al., 2002). O último censo realizado na área foi no ano de 2017.

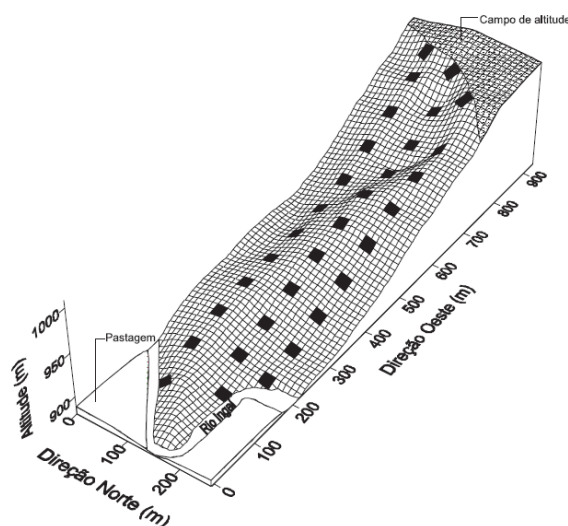
3.2.3 Mata do Galego

O Fragmento florestal, conhecido como Mata do Galego com área total de 77 ha, está situado às margens do rio Ingaí, sob as coordenadas 21°29' S e 44°55' W, no município de Luminárias - MG.

Foram instaladas 32 parcelas de 20 x 20 m, totalizando uma área amostral de 1,28 ha (Fig. 3). O levantamento topográfico foi realizado com auxílio de trenas e hipsômetro *Blume-Leiss*, para aferir o desnível do terreno (RODRIGUES et al., 2003).

As parcelas foram dispostas em três transectos com distância de 50 m entre as parcelas e 64 m de distância entre transectos, distribuídos desde as proximidades da margem do rio até a borda do fragmento (RODRIGUES et al., 2003) com intuito de ter representatividade do gradiente ambiental. O último censo realizado na área foi no ano de 2018.

Figura 4 - Grade de superfície da área Mata do Galego com as parcelas amostrais



Fonte: Adaptado de Rodrigues et al. (2003)

O levantamento florístico segue de forma padronizada para os três fragmentos anteriormente apresentados, seguindo a metodologia da Rainfor (PHILLIPS, 2016) no estabelecimento e remedição de parcelas. Em cada uma das parcelas, registramos e identificamos, à nível de espécie, todos os indivíduos arbóreos que atendam os critérios de inclusão de circunferência a altura do peito à 1,30 m igual ou superior à 15,7 cm, equivalente ao critério de inclusão de 5 cm de diâmetro a altura do peito (DAP). A inclusão de indivíduos com múltiplos fustes foi realizada quando sua circunferência equivalente (raiz quadrada da soma dos quadrados das circunferências individuais do fuste) atendeu o critério de inclusão.

A identificação dos indivíduos foi realizada nas áreas de coleta por especialistas e seguiu os critérios propostos pela classificação APG IV (CHASE et al., 2016) à nível de família e Reflora para nível de espécie (REFLORA, 2020), quando necessária, prosseguiu-se com a comparação por espécimes de herbário.

3.3 Amostragem do solo

Para averiguar a relações da vegetação com o solo e análises químicas e granulométricas do solo nas áreas de estudo, amostras da superfície do solo foram coletadas aleatoriamente em três pontos distintos em cada parcela em uma profundidade de 20 cm, sendo combinadas posteriormente em uma única amostra de 0,5 L. Posteriormente, a amostra composta do solo coletado foi armazenada em saco plástico e encaminhada para o Laboratório de Análise de Solos da Universidade Federal de Lavras, afim de prosseguir com as devidas caracterizações de acordo com o Manual de Métodos de Análise do Solo e Classificação de Solos (EMBRAPA, 1997; EMBRAPA, 2013), para obtenção das seguintes variáveis: pH em água; teores de Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Alumínio (Al) e Matéria Orgânica (MoS); Soma de Bases (Sb), Saturação por Bases (V); Saturação por alumínio (m); Acidez Potencial (H+Al); CTC efetiva (t); CTC a pH 7,0 (T) e porcentagem de areia, silte e argila. Os solos de cada área de estudo foram classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS, 2018), chegando até o 4º nível categórico (subgrupos).

3.4 Coleta, triagem e medição das Característica Funcionais

Para as características funcionais de cada espécie, foram selecionadas características morfológicas de ramo e folhas, ambos relacionados à diferentes aspectos ecológicos da planta, mas que envolviam as estratégias em relação a investimento estrutural, proteção e uso eficiente dos recursos hídricos. Foram obtidos valores para as características de ramo e folhas (TABELA 3) a partir de três indivíduos por espécie em cada local e na ausência de satisfazer tal condição mínima, foi coletada a quantidade máxima de indivíduos presentes. Todos os indivíduos coletados estavam em bom estado sanitário, seguido de ramos saudáveis sem presença de brocas e outras avarias, bem como as folhas sem sinais de herbivoria (FAGUNDES, 2022). Todos os valores das espécies foram obtidos por meio de banco de dados padronizado e segmentado do Laboratório de Fitogeografia e Ecologia Evolutiva da UFLA.

A coleta dos ramos foi padronizada em 1 metro de comprimento de ramos expostos ao sol e limitada a apenas indivíduos adultos (CORNELISSEN et al., 2003; PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2016). Destes ramos, sempre que possível, foram retiradas as amostras relativas à folha. Todas as amostras foram processadas seguindo os protocolos propostos por Apgaua et al. (2017), Cornelissen et al. (2003), Fagundes, Gianasi e Santos (2022) e Pérez-Harguindeguy et al. (2016).

As características funcionais foliares mensuradas foram: Comprimento do Pecíolo; Comprimento da Folha; Largura da Folha; Espessura da Folha; Área Foliar Total; Área Foliar Específica e Conteúdo de Matéria Seca Foliar. As características funcionais mensuradas nos ramos foram: Espessura da casca; Diâmetro da medula; Espessura do Alburno; Densidade do Ramo e Densidade Específica. Tais características estão entre as mais utilizadas na literatura e apresentam procedimentos simplificados quanto à sua medição (FAGUNDES; GIANASI; SANTOS, 2022). Assim, obtivemos as seguintes variáveis do material coletado (TABELA 3):

Tabela 3 – Características funcionais utilizadas nas análises de dados (Continua)

Característica Funcional	Localização na Planta	Unidade	Importância ecológica
Comprimento do Pecíolo	Folha	cm	Suporte Hidráulico; Capacidade de Captação Luminosa
Comprimento da Folha	Folha	cm	Captação Luminosa; Balanço Hídrico; Trocas gasosas
Largura da Folha	Folha	cm	Captação Luminosa; Balanço Hídrico; Trocas gasosas
Espessura da Folha	Folha	Mm	Resistência e Longevidade Foliar
Área Foliar Total	Folha	mm ²	Capacidade Fotossintética
Área Foliar Específica	Folha	mm ² .mg ⁻¹	Crescimento; Defesa Estrutural e Longevidade
Conteúdo de Matéria Seca Foliar	Folha	mg. g ⁻¹	Crescimento; Longevidade Foliar
Espessura da casca	Ramo	mm	Proteção à herbivoria; Resistência ao Estresse Hídrico; Estabilidade Mecânica
Diâmetro da medula	Ramo	mm	Estabilidade; Capacidade e Velocidade de Transporte

Tabela 3 – Características funcionais utilizadas nas análises de dados (Conclusão)

Característica Funcional	Localização na Planta	Unidade	Importância ecológica
Espessura do Alburno	Ramo	mm	Condutância Hídrica e Nutrientes
Densidade do Ramo	Ramo	g.cm ⁻³	Condutância Hídrica; Resistência Física; Estabilidade Mecânica e Biomassa
Densidade Específica	Ramo	mg.mm ⁻³	Condutância Hídrica; Resistência Física; Estabilidade Mecânica e Biomassa

Fonte: Adaptado de Fagundes (2022) e Gianasi (2022)

Os atributos relacionados ao comprimento do pecíolo, comprimento da folha, largura da folha foram obtidos com auxílio de uma régua de alumínio milimetrada. A Área Foliar Total é a soma das áreas das unidades foliares, obtidas por meio do escaneamento das unidades foliares frescas e posteriormente calculadas no software de imageamento ImageJ (v.1.8.0). A massa fresca e a massa seca da folha, foram utilizadas para obtenção de outras características funcionais, sendo a massa fresca da folha resultado da pesagem das unidades foliares em balança de precisão e medida em gramas (g), posteriormente seca em estufa e novamente pesadas em balança de precisão para obtenção da massa seca, expressa em miligramas (mg). A partir da razão entre a massa fresca e a massa seca da folha, obteve-se o conteúdo de matéria seca foliar, expresso em miligramas/grama (mg/g⁻¹). A Área Foliar Específica foi obtida por meio da razão entre a Área Foliar Total e a Massa seca da folha.

Os atributos relacionados a espessura da folha, espessura da casca, diâmetro da medula e espessura do alburno, foram obtidos por um paquímetro digital, evitando as nervuras da folha durante a medição e reduzindo o erro de superestimação. A densidade do ramo foi obtida através da razão entre a massa fresca do ramo e volume do ramo, enquanto que a densidade específica foi obtida por meio da razão entre a massa seca do ramo e o volume do ramo, ambos seguindo o princípio de Arquimedes (ASTM, 2017) para a obtenção do volume.

3.5 Análise dos Dados

Após a coleta de dados nas áreas de estudo, prosseguiu-se com o ordenamento dos dados em planilha modelo com as espécies, as características funcionais selecionadas e os respectivos

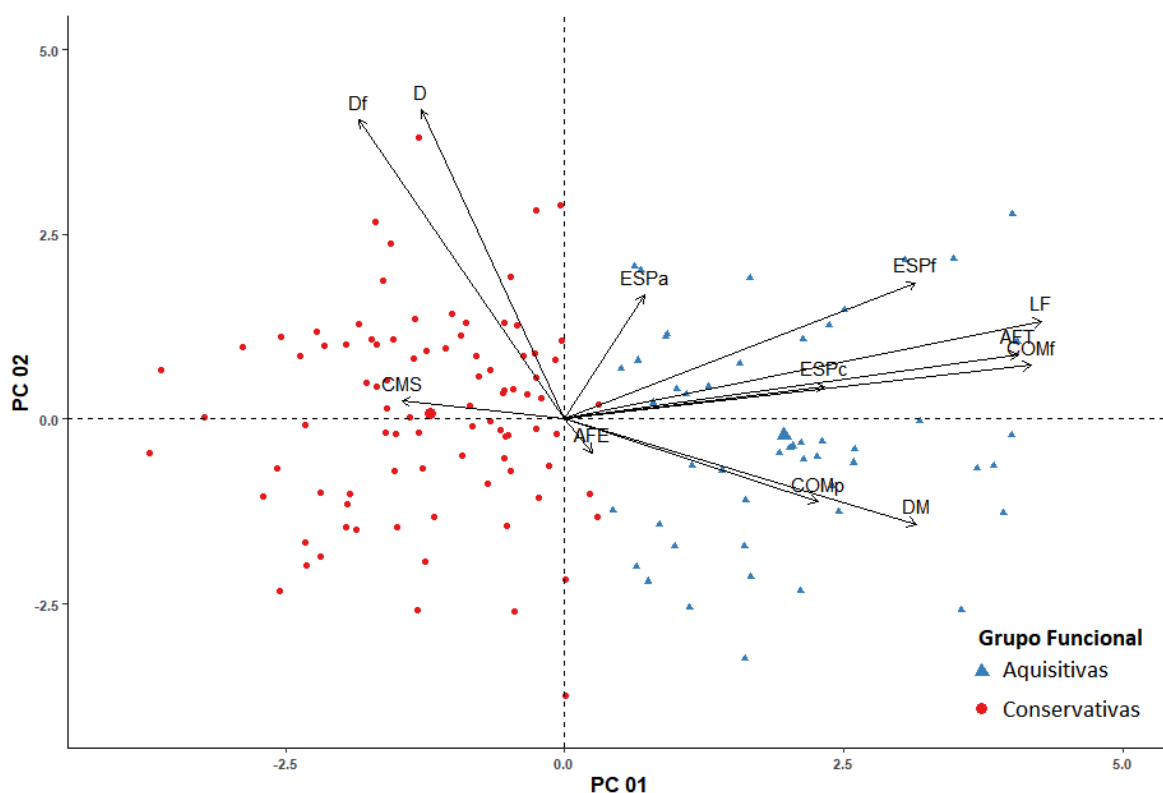
atributos funcionais. Para a categorização e formação dos grupos funcionais das espécies, utilizou-se o método de Clusterização Particionada *K-means* (KASSAMBARA, 2017). Afim de averiguar a relação das características funcionais em conjunto com os grupos funcionais de modo significativo, prosseguiu-se com a Análise de Componentes Principais (*Principal Component Analysis* – PCA), mostrando as variações dos atributos (KURITA, 2019; THARWAT, 2016).

Quantificamos os efeitos das características funcionais nas parcelas das áreas de estudo, utilizando as médias ponderadas da comunidade (*Community Weighted Mean* - CWM), calculadas a partir de valores médios dos atributos funcionais ponderados pela abundância relativa das espécies em cada parcela (LAVOREL, 2008), ou seja, quantificar os valores das características dominantes em uma determinada comunidade conforme determinado pela espécie dominante (RICOTTA; MORETTI, 2011). Os valores de CWMs foram obtidos por meio da função *functcomp* pertencente ao pacote “FD” (LALIBERTÉ et al., 2014), retornando assim a composição funcional das parcelas, utilizando as categorias “Aluvial” e “Montana” para Floresta Estacional Semidecidual e a representatividade dos grupos funcionais no ambiente utilizando um gradiente formado pelos valores edáficos das parcelas. A seguir, prosseguiu-se com a PCA para cada uma das três áreas de estudo, averiguando quais características funcionais eram de maior explicação na distribuição espacial das parcelas. Todas as análises foram realizadas utilizando a linguagem R versão 4.2.1 (TEAM, 2022).

4 RESULTADOS

Nas 85 parcelas distribuídas nas áreas de estudo, foram identificados 3.574 indivíduos representados por 46 famílias, 95 gêneros e 140 espécies. Destes, 1060 espécimes foram coletados e processados para obtenção dos atributos correspondentes às características funcionais de folhas e ramos. Após os atributos funcionais serem devidamente calculados pelo *K-means* por espécie, seguiu-se com o processo de agrupamento em estratégias ecológicas (Aquisitiva e Conservativa). O resultado da PCA (FIGURA 5), mostrou a tendência de um grupo à esquerda, associado à maior Conteúdo de Matéria Seca e Densidade Específica. Por outro lado, o grupo com tendências à direita teve maior correlação com características foliares morfológicas. O resultado obtido foi de 51 espécies de estratégia aquisitiva e 89 espécies de estratégia conservativa, conforme as características funcionais avaliadas. Os eixos PC 01 e PC 02, explicaram aproximadamente 45,75% da variação (TABELA 5, APÊNDICE B).

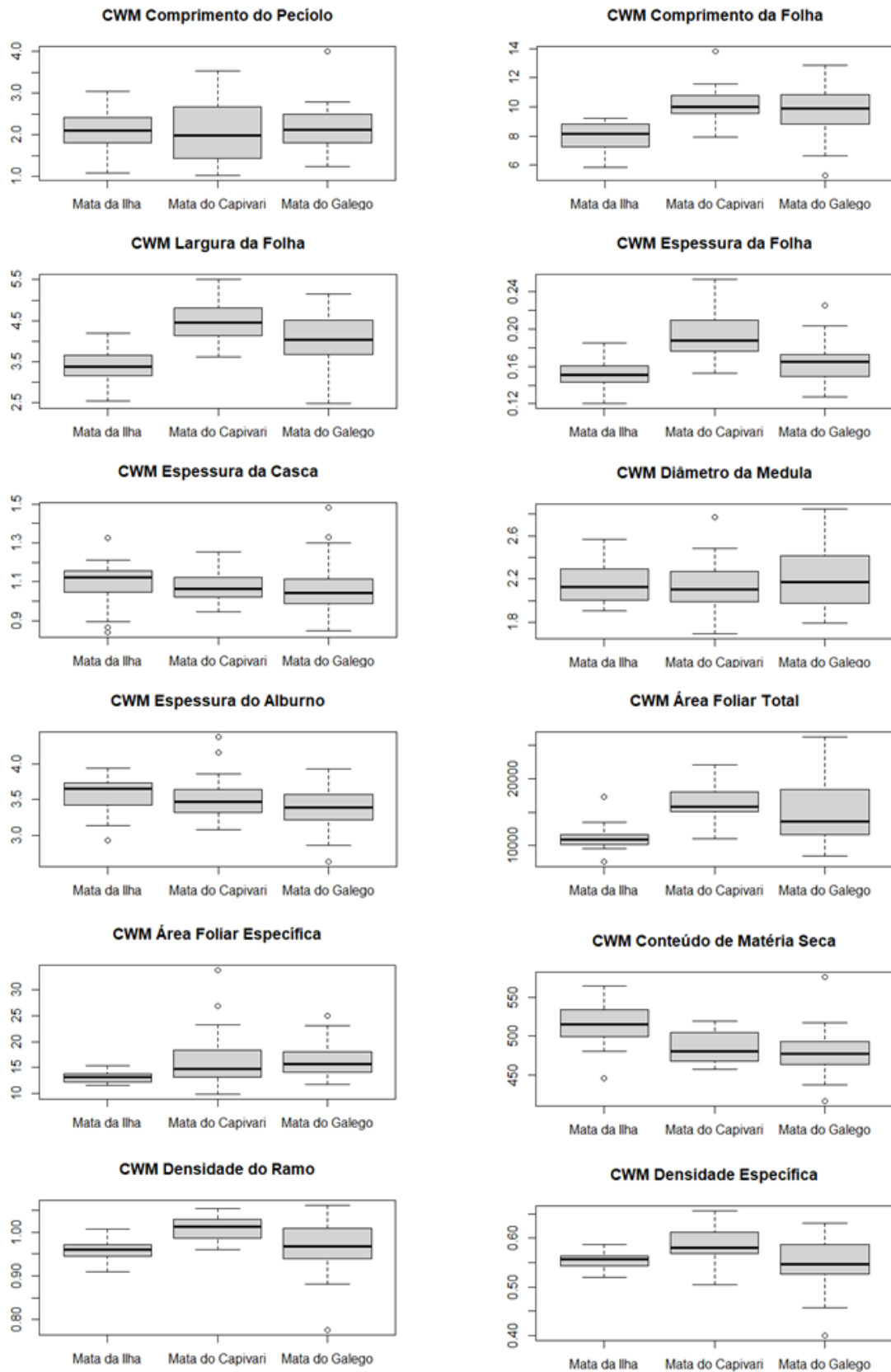
Figura 5 – Análise de Componentes Principais (PCA) mostrando o agrupamento por estratégias ecológicas das características funcionais das áreas de estudo



Legenda: **COMp** – Comprimento do Pecíolo; **COMf** – Comprimento da Folha; **LF** – Largura da Folha; **ESPf** – Espessura da Folha; **ESPC** – Espessura da Casca; **DM** – Diâmetro da Medula; **ESPa** – Espessura do Alburno; **AFT** – Área Foliar Total; **AFE** – Área Foliar Específica; **CMS** – Conteúdo de Matéria Seca; **D** – Densidade do Ramo e **Df** – Densidade Específica.

Fonte: Da autora (2022)

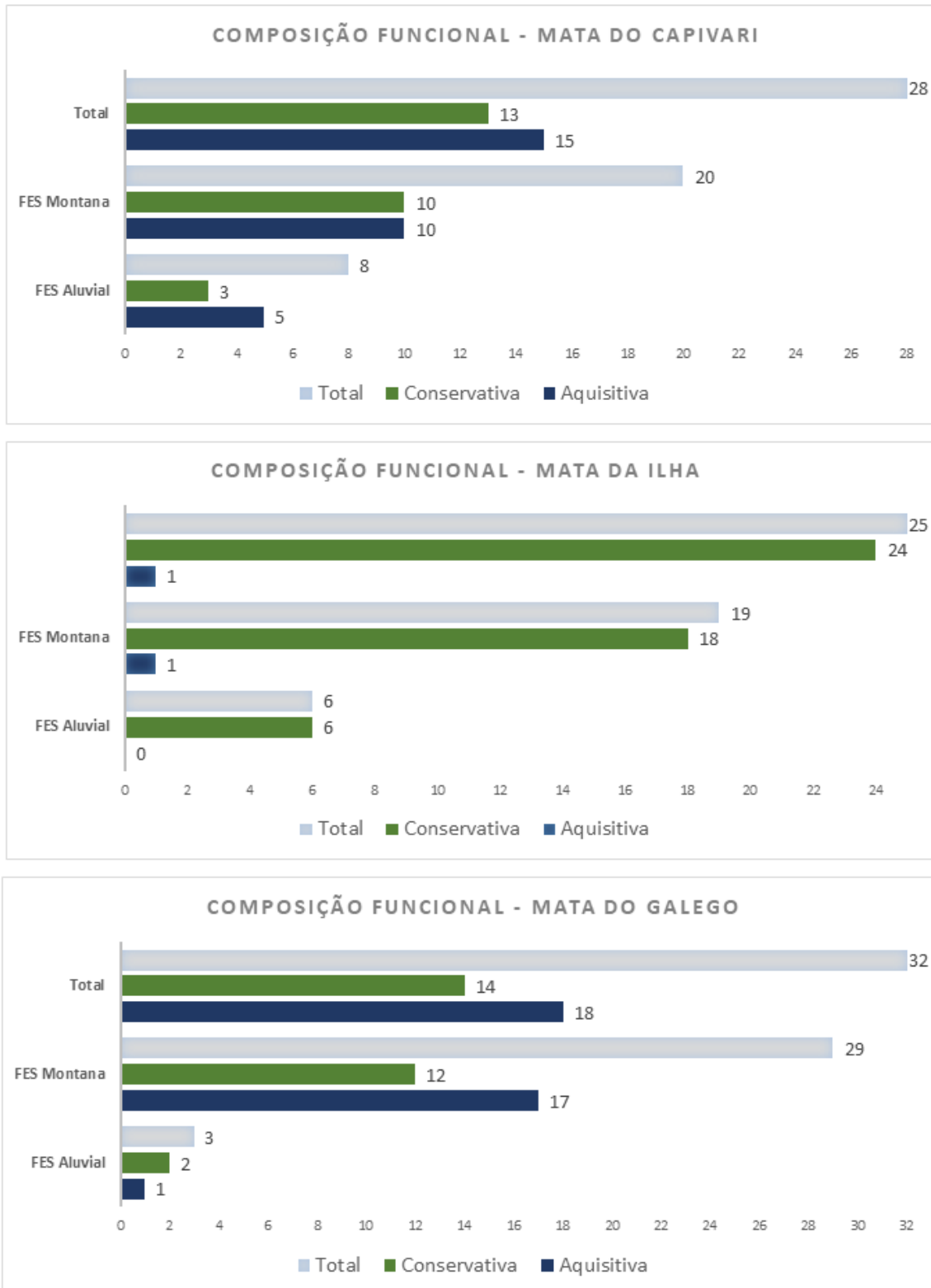
Figura 6 – Médias Ponderadas das Características Funcionais encontradas nos Fragmentos de Florestas Estacionais Semidecíduais



Fonte: Da Autora (2022)

Em relação a composição funcional, calculada pela CWM (Figura 6) e caracterizada de acordo com a estratégia ecológica da espécie dominante em cada parcela, obtemos a seguinte proporcionalidade no ambiente:

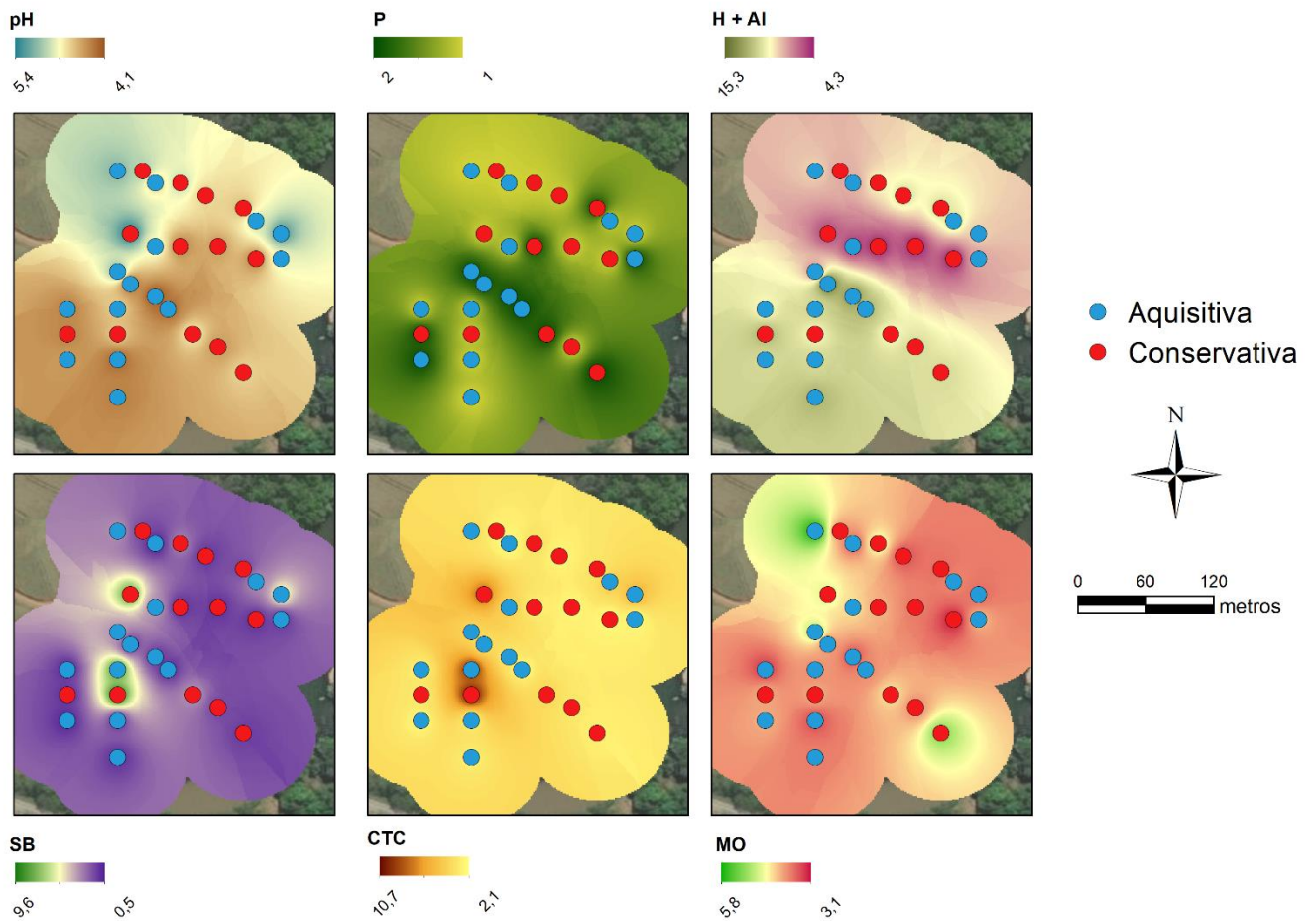
Figura 7 – Proporcionalidade dos Grupos Funcionais em cada Área de Estudo



Fonte: Da autora (2022)

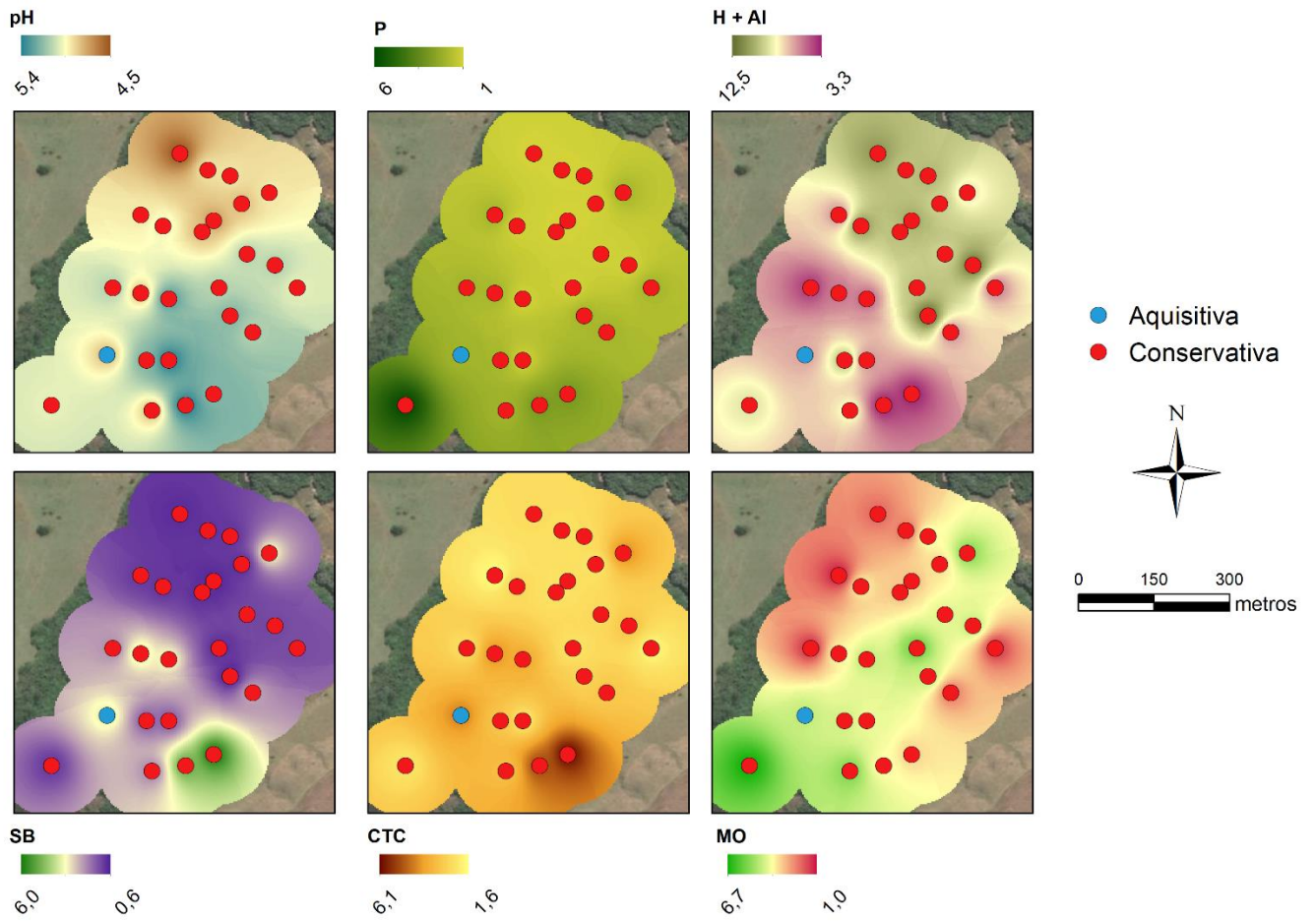
Em relação à representatividade no ambiente, as parcelas estão distribuídas e correlacionadas com os atributos edáficos abaixo:

Figura 8 – Distribuição espacial do Fragmento Mata do Capivari



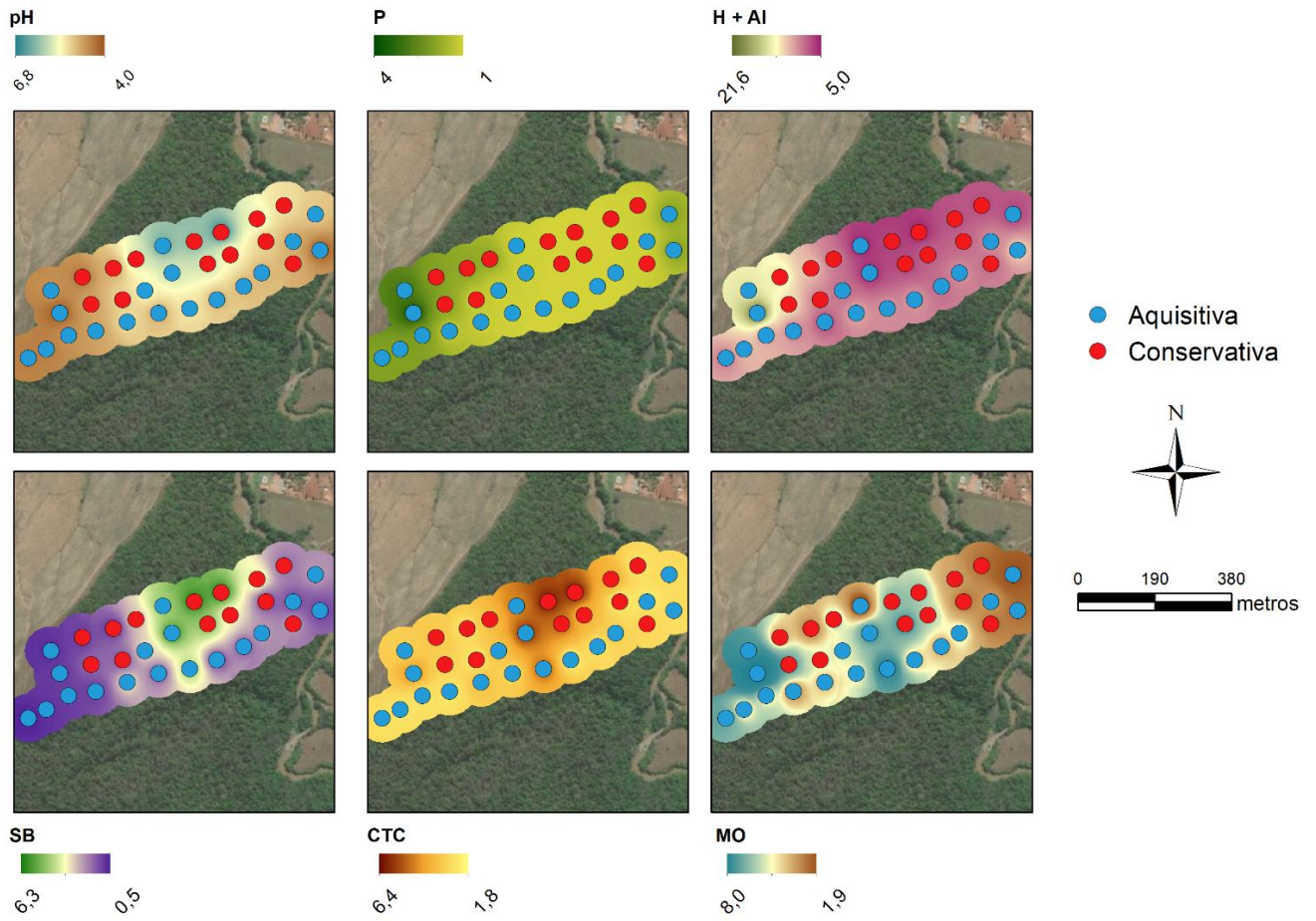
Fonte: Da Autora (2022)

Figura 9 – Distribuição espacial do Fragmento Mata da Ilha



Fonte: Da Autora (2022)

Figura 10 – Distribuição espacial do Fragmento Mata do Galego



Fonte: Da Autora (2022)

5 DISCUSSÃO

Em síntese, os resultados demonstram que o agrupamento por estratégias ecológicas apresenta uma tendência por parte dos grupos funcionais em áreas de Florestas Estacionais Semidecíduais. Do total de 140 espécies, aproximadamente 64% das espécies foram agrupadas como conservativas, considerando as 12 características funcionais analisadas (TABELA 4, APÊNDICE A). Apesar do primeiro eixo (PC 01) explicar a principal variância em torno de 30,10% e o segundo eixo (PC 02) responder 15,63%, em cada eixo (TABELA 5, APÊNDICE B), tivemos variáveis representativas atuando de forma similar. No Componente Principal 01 (PC 01) tivemos três variáveis mais representativas que foram Comprimento de Folha, Largura de Folha e Área Foliar Total, seguidos de mais duas variáveis colaborando em menor proporção, sendo Espessura de Folha e Diâmetro da Medula, enquanto que no segundo Componente Principal (PC 02) as variáveis mais representativas foram Densidade do Ramo e Densidade Específica (TABELA 6, APÊNDICE B). Contudo, as variáveis de Comprimento de Folha, Largura de Folha e Área Foliar apresentaram alta correlação, assim como a Densidade do Ramo e Densidade Específica (FIGURA 11, APÊNDICE B).

Os resultados do agrupamento por estratégias ecológicas, mostram que os investimentos por parte dos indivíduos são determinados pelo *trade-offs*, ou seja, aumento de área foliar total em relação a redução da densidade específica da madeira, nesse caso mediados pela capacidade do uso dos recursos no ambiente (SILVA et al., 2018; SOUZA, et al., 2014; WESTOBY, 2002). Embora, os grupos funcionais em estratégias aquisitiva-conservativa, possam ser categorizados, seu resultado é mais próximo de um espectro, isso significa que o número de eixos avaliados é resultado de variações associadas de todas as características funcionais em maior e menor proporção. Logo, as espécies com estratégia aquisitiva maximizam a captação de recursos, enquanto que as conservativas apresentam tal estratégia como aptidão à tolerância ao estresse ambiental.

Considerando a CWM das características funcionais encontradas nos três fragmentos de Florestas Estacionais Semidecíduais, podemos notar que a “Mata da Ilha” apresenta atributos com tendência inversamente proporcional dos demais fragmentos, especialmente em relação às características Comprimento da Folha, Largura da Folha, Área Foliar Total e Conteúdo de Matéria Seca quando comparada aos valores de CWM dos fragmentos “Mata do Capivari” e “Mata do Galego”. A implicância desse resultado é demonstrada na composição funcional das três áreas, resultando em uma identidade funcional 96% conservativa da “Mata da Ilha”, em

contraponto a 46% e 44% da “Mata do Capivari” e “Mata do Galego”, respectivamente (FIGURA 6).

A composição funcional dominante foi semelhante nos fragmentos “Mata do Capivari” e “Mata do Galego”, mas é inversa na área de estudo “Mata da Ilha”, corroborando parcialmente com a hipótese de distribuição proporcional. Contudo, as parcelas aquisitivas refletem ambientes de maior disponibilidade de recursos, enquanto que as parcelas conservativas nos revelam ambientes de baixa disponibilidade de recursos (FORGIARINI et al., 2015; SOUZA et al., 2014; SCHLICKMANN et al., 2020), ou seja, espécies conservativas são favorecidas em ambientes onde o estresse ambiental, em especial o nutricional, é alto, resultando no domínio de espécies que investem os nutrientes na produção de biomassa protegida e durável e consequentemente reduzindo as perdas por queda de folhas e danos de herbívoros (PEREZ-HARGUINDEGUY et al., 2016; REICH, 2014), explicada pelo CMS alto.

Podemos notar que quando representadas na PCA de cada fragmento (APÊNDICE C), as características funcionais não apresentam uma tendência em agrupamento, ou seja, estão caracterizadas de forma difusa, fator este que pode trazer dois cenários: (a) os grupos de estratégias ecológicas foram distribuídos de forma independente aos seus atributos; (b) efeitos na composição funcional por parte do solo como filtro ambiental. Os efeitos na composição funcional por parte do solo ocorrem, pois, as características edáficas impulsionam a distribuição funcional (GRIME, 2006; MORI, 2020), tal filtro determina o *pool de espécies* reunido em cada local (DÍAZ; CABIDO; CASANOVES, 1998) e as respectivas mudanças adaptativas. Logo, a composição funcional está relacionada tanto com a diversidade de espécies, quanto com a abundância das espécies, contudo também pode ter interferências do ambiente para sua espacialização. Outro ponto importante a ser considerado sobre os resultados é que as áreas foram exploradas no passado e são caracterizadas como florestas maduras (SOUZA et al., 2003; BOTREL et al., 2002; RODRIGUES et al. 2003), porém áreas com maior estresse ambiental selecionam espécies com estratégias conservativas e, portanto, o fragmento florestal “Mata da Ilha”, localizado no município de Ingaí, pode estar sob latente pressão devido a distúrbios antropogênicos e também sob diferentes filtros ambientais em comparação aos outros fragmentos.

Ao longo do gradiente ambiental de cada área, vemos quais atributos edáficos atuam diretamente e indiretamente na distribuição funcional das parcelas. Em uma escala de drenagem variando de “Muito mal drenado” para solos com nível crítico de drenagem e “bem drenado” para solos com ótimo nível de drenagem. No fragmento “Mata do Capivari” temos 50% das parcelas em áreas de solo bem drenado, 21% em solos acentuadamente drenados e 29% em

solos moderadamente drenados, desse total a maior parte das parcelas conservativas se encontram em solos bem drenados, contrapondo as aquisitivas que se encontram em solos menos drenados. No fragmento “Mata da Ilha” as parcelas conservativas ocorreram em todo o ambiente, independente da drenagem do solo e a “Mata do Galego”, 81% das parcelas ocorrem em solos bem drenados, sendo as parcelas aquisitivas encontradas em solos menos drenados (TABELA 7, APÊNDICE C). Sendo assim, a drenagem foi determinante na distribuição espacial de parcelas com estratégia aquisitiva nos ambientes da “Mata do Capivari” e “Mata do Galego”, ou seja, quanto menor a drenagem do solo, maior a ocorrência da parcela aquisitiva nesses ambientes.

Em relação à acidez ativa do solo, os valores de pH nos fragmentos “Mata da Ilha” e “Mata do Galego” apresentam valores ligeiramente maiores das parcelas conservativas em relação às aquisitivas. A acidez potencial ($H+A_l$) se apresentou maior nas parcelas aquisitivas na “Mata do Capivari” e “Mata do Galego”, resultado contrário na “Mata da Ilha”, o resultado da CTC ativa para todas as áreas foi inversamente proporcional quando comparada a acidez potencial. Por fim, a saturação por bases (SB) apresentou valor mais baixo nas parcelas conservativas do Fragmento “Mata da Ilha” em comparação aos demais (TABELA 9, APÊNDICE C). Tais resultados significam que plantas com características conservativas são favorecidas em ambientes de baixa fertilidade e aumento de acidez, além de solos ligeiramente mais secos, o que indica a possibilidade de substituição progressiva na “Mata da Ilha” de espécies com características aquisitivas para mais conservativas.

Contudo, além das variações de solo encontradas na escala local-regional e que é determinística na seleção de espécies (FUJII, 2018; MORELLI, 2021; MORI, 2020), a composição funcional não é espacialmente padronizada, o que pode indicar processos estocásticos ocorrendo de forma divergente e que pode responder essa não padronização na identidade funcional ao longo dos fragmentos florestais aqui avaliados, assim como outros impulsionadores da relação solo-planta como microclima e dispersão (CADOTTE; TUCKER, 2017; FUJII, 2018).

6 CONCLUSÃO

Os resultados apresentados nesse estudo corroboram com a ideia central de que características funcionais não são apenas o futuro na ecologia, mas o presente associado com o passado. Trazendo respostas e mais questionamentos sobre a ecologia funcional. As informações apresentadas até aqui demonstram a relevância de pesquisas em escala local-regional com diferentes filtros ambientais, tendo em vista que tais filtros sofrem modificações e todo o fragmento pode ter sua estrutura alterada, selecionando espécies com estratégias correspondentes e com isso modificando a estrutura funcional de um ecossistema.

A vegetação é resultado de interações complexas e não aleatórias que respondem de diferentes formas no espaço. Compreender a dinâmica espacial da composição funcional dos fragmentos de florestas estacionais semidecíduais é crucial pois, a resposta das espécies às mudanças ambientais ocorre de forma distinta em diferentes lugares, às vezes, até mesmo em ambientes com características similares, pois esse processo tem relação com a capacidade de tolerância. Isso ocorre, pois, os filtros ambientais considerados determinísticos na estrutura da vegetação têm influência parcial quando correlacionados à composição funcional, aparentemente, isso se dá porque a distribuição também pode ter influência de processos estocásticos.

Por fim, estudos integrados às características funcionais tornam possível a compreensão das funções ecossistêmicas em um mundo de constantes mudanças. Apesar de não ser abordado dentro desse estudo, sabe-se que a composição funcional influencia em diferentes níveis a estabilidade do ecossistema como um todo por meio das próprias interações ecológicas. Portanto, as características funcionais surgem como aliadas na aplicação de ferramentas de análise, tomada de decisão e por isso, considerada pelos ecólogos como o “Santo Graal” para responder questionamentos sobre os impactos nos serviços ecossistêmicos.

REFERÊNCIAS

- AMANCIO, D. **Qualidade da água e regime hidrológico em sub-bacias hidrográficas dos rios Capivari e Mortes**. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras.
- APGAUA, D.M.G. *et al.* Plant functional groups within a tropical forest exhibit different wood functional anatomy. **Functional Ecology**, 31(3), p. 582-591. 2017.
- ASANOK, L.; TAWEESUK, R.; KAMYO, T. Edge tree functional traits and their association with edaphic factors in seasonally dry forests in northern Thailand. **iForest-Biogeosciences and Forestry**, v. 15, n. 4, p. 273, 2022.
- ASTM Internacional (ASTM). Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Wood and Wood-Based Materials. ASTM D2395-17. **Annual Book of ASTM Standards**. 2017.
- BERNOUX, M. *et al.* Carbono e nitrogênio em solo de uma cronossequência de floresta tropical-pastagem de Paragominas. **Scientia Agrícola**, v. 56, n. 4, p. 777-783, 1999.
- BOTREL, R. T. *et al.* Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. **Brazilian Journal of Botany**, v. 25, n. 2, p. 195-213, 2002.
- BRAGA, A. J. T.; BORGES, E. E. L.; MARTINS, S. V. Influência dos fatores edáficos na variação florística de Floresta estacional semidecidual, em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 39, p. 623-633, 2015.
- BRANDON, K. Ecosystem services from tropical forests: review of current science. **Center for Global Development Working Paper**, n. 380, 2014.
- CADOTTE, W.; TUCKER, C.M. Should environmental filtering be abandoned? **Trends in ecology & evolution**, v.32, n.6, p.429-437, 2017.
- CALOW, P.. Towards a definition of functional ecology. **Functional Ecology**, v. 1, n. 1, p. 57-61, 1987.
- CARNAVAL, A. C.; MORITZ, C. Historical climate modelling predicts patterns of current biodiversity in the Brazilian Atlantic forest. **Journal of Biogeography**, v. 35, n. 7, p. 1187-1201, 2008.
- CHALMANDRIER, L. *et al.* Linking functional traits and demography to model species-rich communities. **Nature communications**, v. 12, n. 1, p. 1-9, 2021.
- CHASE, M. W. *et al.* An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.
- CHAZDON, R. L. *et al.* Composition and dynamics of functional groups of trees during tropical forest succession in northeastern Costa Rica. **Biotropica**, v. 42, n. 1, p. 31-40, 2010.

- CONDIT, R. *et al.* Species distributions in response to individual soil nutrients and seasonal drought across a community of tropical trees. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 110, n. 13, p. 5064-5068, 2013.
- CORDONNIER, T.; KUNSTLER, G.; COURBAUD, B.; MORIN, X. Managing tree species diversity and ecosystem functions through coexistence mechanisms. **Annals of Forest Science**, v. 72, n. 03, p. 01-11, 2018.
- CORLETT, R. T.; PRIMACK, R. B. Tropical rainforests and the need for cross-continental comparisons. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 21, n. 2, p. 104-110, 2006.
- CORNELISSEN, J. H. C. *et al.* A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. **Australian journal of Botany**, v. 51, n. 4, p. 335-380, 2003.
- COSTA, L. P. The historical bridge between the Amazon and the Atlantic Forest of Brazil: a study of molecular phylogeography with small mammals. **Journal of biogeography**, v. 30, n. 1, p. 71-86, 2003.
- DE PAULA, G.A.R. Perspectiva histórica e estudo de conceitos em ecologia funcional. **Oecologia Australis**, v. 17, n. 3, 2013.
- DÍAZ, S. *et al.* Functional diversity—at the crossroads between ecosystem functioning and environmental filters. In: **Terrestrial ecosystems in a changing world**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2007b. p. 81-91.
- DÍAZ, S. *et al.* Functional traits, the phylogeny of function, and ecosystem service vulnerability. **Ecology and evolution**, v. 3, n. 9, p. 2958-2975, 2013.
- DIAZ, S. *et al.* The plant traits that drive ecosystems: evidence from three continents. **Journal of vegetation science**, v. 15, n. 3, p. 295-304, 2004.
- DIAZ, S.; CABIDO, M.; CASANOVES, F. Plant functional traits and environmental filters at a regional scale. **Journal of vegetation science**, v. 9, n. 1, p. 113-122, 1998.
- DÍAZ, S. *et al.* Incorporating plant functional diversity effects in ecosystem service assessments. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 104, n. 52, p. 20684-20689, 2007a.
- DÍAZ, S.; CABIDO, M. Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. **Trends in ecology & evolution**, v. 16, n. 11, p. 646-655, 2001.
- EDWARDS, D. P. *et al.* Conservation of tropical forests in the anthropocene. **Current Biology**, v. 29, n. 19, p. R1008-R1020, 2019.
- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Embrapa: Rio de Janeiro, 2006.
- FAGUNDES, N. C. A.; GIANASI, F. M.; SANTOS, R. M. dos. **Manual para padronização de coleta, triagem e tratamento dos dados de características funcionais de plantas**. Lavras: Editora UFLA, 2022, 105p.

FARAWAY, J. J. **Extending the linear model with R: generalized linear, mixed effects and nonparametric regression models**. CRC press, 2016.

FAUCON, M.; HOUBEN, D.; LAMBERS, H. Plant functional traits: soil and ecosystem services. **Trends in plant science**, v. 22, n. 5, p. 385-394, 2017.

FORGIARINI, C. *et al.* In the lack of extreme pioneers: trait relationships and ecological strategies of 66 subtropical tree species. **Journal of Plant Ecology**, v. 8, n. 4, p. 359–367, 2015.

FUJII, K. *et al.* Plant–soil interactions maintain biodiversity and functions of tropical forest ecosystems. **Ecological Research**, v. 33, n. 1, p. 149-160, 2018.

FUNK, J. L. *et al.* Revisiting the Holy Grail: using plant functional traits to understand ecological processes. **Biological Reviews**, v. 92, n. 2, p. 1156-1173, 2017.

GARNIER, E.; NAVAS, M. L.; GRIGULIS, K. **Plant functional diversity: organism traits, community structure, and ecosystem properties**. Oxford University Press, 2016.

GENTRY, A. H. Patterns of neotropical plant species diversity. In: **Evolutionary biology**. Springer, Boston, MA, p. 1-84, 1982.

GENTRY, A. H. Tropical forest biodiversity: distributional patterns and their conservational significance. **Oikos**, p. 19-28, 1992a.

GIANASI, F. M. *et al.* Functional dominance is a better predictor than functional diversity of above-ground biomass in seasonally dry tropical forests. **Plant Ecology & Diversity**, p. 1-11, 2022.

GRIME, J. P. Trait convergence and trait divergence in herbaceous plant communities: mechanisms and consequences. **Journal of vegetation science**, v. 17, n. 2, p. 255-260, 2006.

GROSS, N. *et al.* Functional trait diversity maximizes ecosystem multifunctionality. **Nature ecology & evolution**, v. 1, n. 5, p. 1-9, 2017.

GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. M.; FOX, G. A. **Ecologia Vegetal-2**. Artmed Editora, 2009.

HÉRAULT, B.; PIPONIOT, C. Key drivers of ecosystem recovery after disturbance in a neotropical forest. **Forest Ecosystems**, v. 5, n. 1, p. 1-15, 2018.

IBGE, R. Manual técnico da vegetação brasileira. 2012.

JENNY, H. **Factors of soil formation: a system of quantitative pedology**. Courier Corporation, 1994.

KASSAMBARA, A. **Practical guide to cluster analysis in R: Unsupervised machine learning**. Sthda, 2017.

KOZLOWSKI, T. T.; KRAMER, P. J.; PALLARDY, S. G. **The physiological ecology of woody plants**. Academic press, 2012.

KRISHNADAS, M.; KUMAR, A.; COMITA, L. S. Environmental gradients structure tropical tree assemblages at the regional scale. **Journal of Vegetation Science**, v. 27, n. 6, p. 1117-1128, 2016.

KUPPLER, J. *et al.* Global gradients in intraspecific variation in vegetative and floral traits are partially associated with climate and species richness. **Global Ecology and Biogeography**, v. 29, n. 6, p. 992-1007, 2020.

KURITA, T. Principal component analysis (PCA). **Computer Vision: A Reference Guide**, p. 1-4, 2019.

LALIBERTÉ, E. *et al.* Measuring functional diversity from multiple traits, and other tools for functional ecology. **R-Package FD**, 2014.

LAVOREL, S. *et al.* Assessing functional diversity in the field—methodology matters!. **Functional Ecology**, v. 22, n. 1, p. 134-147, 2008.

LAVOREL, S. *et al.* Plant functional types: are we getting any closer to the Holy Grail?. In: **Terrestrial ecosystems in a changing world**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2007. p. 149-164.

LAVOREL, S.; GARNIER, E. Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. **Functional ecology**, v. 16, n. 5, p. 545-556, 2002.

LEDO, R. M. D.; COLLI, G. R. The historical connections between the Amazon and the Atlantic Forest revisited. **Journal of biogeography**, v. 44, n. 11, p. 2551-2563, 2017.

LEITE, Y. L. R. *et al.* Neotropical forest expansion during the last glacial period challenges refuge hypothesis. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 113, n. 4, p. 1008-1013, 2016.

LEVIONNOIS, S. *et al.* Growth trajectories better reflect the influence of soil variation than functional traits in a widespread pioneer Neotropical tree. **bioRxiv**, n.p., 2019.

LEVIONNOIS, S. *et al.* Soil variation response is mediated by growth trajectories rather than functional traits in a widespread pioneer Neotropical tree. **bioRxiv**, p. 351197, 2020.

MALHI, Y. *et al.* Tropical forests in the Anthropocene. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 39, 2014.

MASON, N. W. *et al.* Changes in coexistence mechanisms along a long-term soil chronosequence revealed by functional trait diversity. **Journal of Ecology**, v. 100, n. 3, p. 678-689, 2012.

MAZON, J. **Atributos e grupos funcionais de espécies arbóreas em áreas de Floresta Ombrófila Mista do Paraná**. 2021. 201f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati, 2021.

MCGREGOR, G. R. *et al.* **Tropical climatology: an introduction to the climates of the low latitudes**. John Wiley & Sons Ltd, 1998.

MORELLATO, L. P. C.; HADDAD, C. F. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest
1. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 786-792, 2000.

MORELLI, M. C. M. *et al.* Can small-scale altitudinal gradients predict spatial and temporal patterns in tropical forests?. **Journal of Forestry Research**, v. 32, n. 5, p. 1855-1865, 2021.

MORI, G. B. *et al.* Edaphic characteristics drive functional traits distribution in Amazonian floodplain forests. **Plant Ecology**, v. 222, n. 3, p. 349-360, 2021.

MORLEY, R. J. *et al.* **Origin and evolution of tropical rain forests**. John Wiley & Sons, 2000.

MORLEY, R. J. Interplate dispersal paths for megathermal angiosperms. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 6, n. 1-2, p. 5-20, 2003.

MOUCHET, M. A. *et al.* Functional diversity measures: an overview of their redundancy and their ability to discriminate community assembly rules. **Functional Ecology**, v. 24, n. 4, p. 867-876, 2010.

MOUILLOT, D. *et al.* A functional approach reveals community responses to disturbances. **Trends in ecology & evolution**, v. 28, n. 3, p. 167-177, 2013.

MUNOZ, F. Growth trajectories, better than organ-level functional traits, reveal intraspecific response to environmental variation. **Peer Community in Ecology**, p. 100041, 2020.

MYERS, N. Biodiversity hotspots revisited. **BioScience**, v. 53, n. 10, p. 916-917, 2003.

MYERS, N. Threatened biotas: "hot spots" in tropical forests. **Environmentalist**, v. 8, n. 3, p. 187-208, 1988.

NOCK, C. A.; VOGT, R. J.; BEISNER, B. E. Functional traits. **eLS**, p. 1-8, 2016.

OLIVEIRA, H. F. *et al.* Modificações florístico-estruturais em uma floresta neotropical. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 3, p. 888-897, 2018.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. *et al.* Comparison of the woody flora and soils of six areas of montane semideciduous forest in southern Minas Gerais, Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 51, n. 3, p. 355-389, 1994.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, Washington, v. 31, n. 04, p. 71-88, 2000.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; JARENKOW, J.; RODAL, M. J. N. Floristic relationships of seasonally dry forests of eastern South America based on tree species distribution patterns. In: **Neotropical savannas and seasonally dry forests**. CRC Press, 2006. p. 159-192.

PAGANI, M. *et al.* Marked decline in atmospheric carbon dioxide concentrations during the Paleogene. **Science**, v. 309, n. 5734, p. 600-603, 2005.

PEREZ-HARGUINDEGUY, N. *et al.* Corrigendum to: New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of botany**, v. 64, n. 8, p. 715-716, 2016.

PHILLIPS, O. *et al.* Manual de Campo para o Estabelecimento e Remediação de Parcelas da RAINFOR. **The Royal Society**, 2016.

PIERICK, K.; LEUSCHNER, C.; HOMEIER, J. Topography as a factor driving small-scale variation in tree fine root traits and root functional diversity in a species-rich tropical montane forest. **New Phytologist**, v. 230, n. 1, p. 129-138, 2021.

POORTER, L. *et al.* Biodiversity and climate determine the functioning of Neotropical forests. **Global ecology and biogeography**, v. 26, n. 12, p. 1423-1434, 2017.

PURCELL, Adam. **Functional trait variation along a hydrological gradient and trait-based predictions of the composition of a wetland plant community**. 2016. Tese de Doutorado. University of Waikato.

RANGEL, T. F. *et al.* Modeling the ecology and evolution of biodiversity: Biogeographical cradles, museums, and graves. **Science**, v. 361, n. 6399, p. eaar5452, 2018.

RAWAT, M.; ARUNACHALAM, K.; ARUNACHALAM, A. Plant functional traits and carbon accumulation in forest. **Clim Chang Environ Sustainability**, v. 3, p. 1-12, 2015.

REBOITA, M. S. *et al.* Aspectos climáticos do estado de minas gerais (climate aspects in minas gerais state). **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 17, 2015.

REFLORA. **Reflora - Herbário Virtual. Disponível**

em: <https://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/> Acesso em: 20 de dez de 2021.

REICH, P. B. The world-wide ‘fast-slow’ plant economics spectrum: a traits manifesto. **Journal of Ecology**, v. 102, n. 2, p. 275–301, 2014.

REID, W. V. Biodiversity hotspots. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 13, n. 7, p. 275-280, 1998.

RICOTTA, C.; MORETTI, M. CWM and Rao’s quadratic diversity: a unified framework for functional ecology. **Oecologia**, v. 167, n. 1, p. 181-188, 2011.

RODRIGUES, L. A. *et al.* Florística e estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal em Luminárias, MG. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, n. 1, p. 71-87, 2003.

ROSENFELD, M. F.; MÜLLER, S. C. Ecologia funcional como ferramenta para planejar e monitorar a restauração ecológica de ecossistemas. **Oecologia Australis**, v. 24, n. 3, p. 550-

565, 2020. CARDOSO, J. T. A Mata Atlântica e sua conservação. **Revista Encontros Teológicos**, Florianópolis, v. 31, n. 3, p. 441-458, 2016.

SALGADO-LABOURIAU, M. L. **História ecológica da Terra**. Editora Blucher, 1994.

SANTOS, H. G. dos. *et al.* Sistema brasileiro de classificação de solos. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**: Brasília, DF, Embrapa. v. 5, 2018.

SCHLICKMANN, B. M. *et al.* Specific leaf area is a potential indicator of tree species sensitive to future climate change in the mixed Subtropical Forests of southern Brazil. **Ecological Indicators**, v. 116, p. 106477, 2020.

SCHMITT, S. *et al.* Functional diversity improves tropical forest resilience: Insights from a long-term virtual experiment. **Journal of Ecology**, v. 108, n. 3, p. 831-843, 2020

SHIPLEY, B. *et al.* Reinforcing loose foundation stones in trait-based plant ecology. **Oecologia**, v. 180, n. 4, p. 923-931, 2016.

SHUGART, T. M. *et al.* (Ed.). Plant functional types: their relevance to ecosystem properties and global change. **Cambridge University Press**, 1997.

SILVA, J. L. A. *et al.* Weak whole-plant trait coordination in a seasonally dry South American stressful environment. **Ecology and Evolution**, v. 8, n. 1, p. 4-12, 2018.

SOBRAL-SOUZA, T.; LIMA-RIBEIRO, M. De volta ao passado: revisitando a história biogeográfica das florestas neotropicais úmidas. **Oecologia Australis**, v. 21, n. 2, p. 93-107, 2017.

SOUZA, A. F. *et al.* Detecting ecological groups from traits: a classification of subtropical tree species based on ecological strategies. **Brazilian Journal of Botany**, v. 37, n. 4, p. 441-452, 2014.

SOUZA, J. S. *et al.* Análise das variações florísticas e estruturais da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua às margens do rio Capivari, Lavras-MG. **Revista Árvore**, v. 27, n. 2, p. 185-206, 2003.

SOUZA, K. *et al.* Partição de nicho por grupos funcionais de espécies arbóreas em uma floresta subtropical. **Rodriguésia**, v. 68. n. 04, p. 1165-1175, 2017.

STERCK, F. *et al.* Functional traits determine trade-offs and niches in a tropical forest community. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 108, n. 51, p. 20627-20632, 2011.

SUDING, K. N.; GOLDSTEIN, L. J. Testing the Holy Grail framework: using functional traits to predict ecosystem change. **New Phytologist**, v. 180, n. 3, p. 559-562, 2008.

TEAM, R. Core. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Project, 2022. <https://www.R-project.org/>

- THARWAT, A. Principal component analysis: an overview. **Pattern Recognit**, v. 3, n. 3, p. 197-240, 2016.
- THOME, M. T. C. *et al.* Barriers, rather than refugia, underlie the origin of diversity in toads endemic to the Brazilian Atlantic Forest. **Molecular Ecology**, v. 23, n. 24, p. 6152-6164, 2014.
- TILMAN, D. Functional diversity. **Encyclopedia of biodiversity**, v. 3, n. 1, p. 109-120, 2001.
- VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Ibge, 1991.
- VAN DER PUTTEN, Wim H. *et al.* Where, when and how plant–soil feedback matters in a changing world. **Functional Ecology**, v. 30, n. 7, p. 1109-1121, 2016.
- VIBRANS, A. C. *et al.* Diversidade e conservação dos remanescentes florestais. **Vol. I. Edifurb, Blumenau. 344p**, 2012.
- VIOLLE, C. *et al.* Functional rarity: the ecology of outliers. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 32, n. 5, p. 356-367, 2017.
- VIOLLE, C. *et al.* Let the concept of trait be functional!. **Oikos**, v. 116, n. 5, p. 882-892, 2007.
- WALSH, R. P. D.; NEWBERY, D. M. The ecoclimatology of Danum, Sabah, in the context of the world's rainforest regions, with particular reference to dry periods and their impact. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 354, n. 1391, p. 1869-1883, 1999.
- WESTOBY, M. *et al.* Plant ecological strategies: some leading dimensions of variation between species. **Annual review of ecology and systematics**, p. 125-159, 2002.
- WRIGHT, S. J. *et al.* Functional traits and the growth–mortality trade-off in tropical trees. **Ecology**, v. 91, n. 12, p. 3664-3674, 2010.
- XI, N. *et al.* Relationships between plant–soil feedbacks and functional traits. **Journal of Ecology**, v. 109, n. 9, p. 3411-3423, 2021.
- ZACHOS, J. C. *et al.* Tempo and scale of late Paleocene and early Eocene carbon isotope cycles: Implications for the origin of hyperthermals. **Earth and Planetary Science Letters**, v. 299, n. 1-2, p. 242-249, 2010.
- ZANNE, A. E. *et al.* Data from: Towards a worldwide wood economics spectrum. 2009.
- ZHANG, J. *et al.* Response of plant functional traits at species and community levels to grazing exclusion on Inner Mongolian steppe, China. **The Rangeland Journal**, v. 40, n. 2, p. 179-189, 2018.

APÊNDICE A – Lista de espécies dos fragmentos de FES

TABELA 4 – Lista de Espécies (Continua)

Família	Espécie	N. de Indivíduos	Estratégia Ecológica
Anacardiaceae	<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	35	Conservativa
Anacardiaceae	<i>Schinus lentiscifolia</i> Marchand	1	Conservativa
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	48	Aquisitiva
Anacardiaceae	<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J.D.Mitch.	176	Aquisitiva
Annonaceae	<i>Annona cacans</i> Warm.	3	Conservativa
Annonaceae	<i>Annona dolabripetala</i> Raddi	23	Aquisitiva
Annonaceae	<i>Annona sylvatica</i> A.St.-Hil.	34	Aquisitiva
Annonaceae	<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil.	37	Conservativa
Annonaceae	<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	7	Conservativa
Apocynaceae	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll.Arg.	5	Conservativa
Apocynaceae	<i>Aspidosperma olivaceum</i> Müll.Arg.	9	Conservativa
Aquifoliaceae	<i>Ilex cerasifolia</i> Reissek	7	Conservativa
Araliaceae	<i>Schefflera calva</i> (Cham.) Frodin	3	Aquisitiva
Asteraceae	<i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.) MacLeish	2	Conservativa
Asteraceae	<i>Piptocarpha macropoda</i> (DC.) Baker	2	Aquisitiva
Asteraceae	<i>Vernonanthura divaricata</i> (Spreng.) H.Rob.	3	Aquisitiva
Bignoniaceae	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	1	Aquisitiva
Bignoniaceae	<i>Jacaranda macranta</i> Cham.	4	Aquisitiva
Boraginaceae	<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	12	Aquisitiva
Boraginaceae	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	14	Aquisitiva
Burseraceae	<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	21	Conservativa
Burseraceae	<i>Protium widgrenii</i> Engl.	69	Conservativa
Cannabaceae	<i>Celtis brasiliensis</i> (Gardner) Planch.	2	Aquisitiva
Celastraceae	<i>Salacia elliptica</i> (Mart. ex Schult.) G.Don	1	Aquisitiva
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella hebeclada</i> Moric. ex DC.	1	Conservativa
Clethraceae	<i>Clethra scabra</i> Pers.	28	Aquisitiva
Clusiaceae	<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	4	Conservativa
Combretaceae	<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.	3	Conservativa
Connaraceae	<i>Connarus regnellii</i> G.Schellenb.	26	Aquisitiva
Cunoniaceae	<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	36	Aquisitiva

Família	Espécie	N. de Indivíduos	Estratégia Ecológica
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea hirsuta</i> (Schott) Planch. ex Benth.	2	Conservativa
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	2	Conservativa
Euphorbiaceae	<i>Croton floribundus</i> Spreng.	14	Aquisitiva
Euphorbiaceae	<i>Croton urucurana</i> Baill.	2	Aquisitiva
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	1	Conservativa
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	2	Conservativa
Fabaceae	<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip	66	Conservativa
Fabaceae	<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	2	Conservativa
Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	505	Conservativa
Fabaceae	<i>Dalbergia villosa</i> (Benth.) Benth.	22	Conservativa
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	1	Conservativa
Fabaceae	<i>Inga vera</i> Willd.	6	Conservativa
Fabaceae	<i>Leucochloron incuriale</i> (Vell.) Barneby & J.W.Grimes	13	Conservativa
Fabaceae	<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	73	Conservativa
Fabaceae	<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	63	Conservativa
Fabaceae	<i>Machaerium villosum</i> Vogel	130	Conservativa
Fabaceae	<i>Muelleria campestris</i> (Mart. ex Benth.) J.M.Silva & A.M.G.Azevedo	3	Conservativa
Fabaceae	<i>Platycyamus regnellii</i> Benth.	56	Aquisitiva
Fabaceae	<i>Platypodium elegans</i> Vogel	58	Conservativa
Fabaceae	<i>Senegalia langsdorffii</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	1	Conservativa
Fabaceae	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	30	Conservativa
Fabaceae	<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H. S. Irwin & Barneby	2	Conservativa
Fabaceae	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H. S. Irwin & Barneby	1	Conservativa
Fabaceae	<i>Tachigali rugosa</i> (Mart. ex Benth.) Zarucchi & Pipoly	5	Aquisitiva
Hypericaceae	<i>Vismia brasiliensis</i> Choisy	21	Conservativa
Hypericaceae	<i>Vismia guianensis</i> (Benth.) Zarucchi & Herend.	1	Conservativa
Lamiaceae	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	2	Aquisitiva
Lamiaceae	<i>Vitex polygama</i> Cham.	10	Aquisitiva
Lauraceae	<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	45	Conservativa
Lauraceae	<i>Nectandra grandiflora</i> Nees & Mart	17	Aquisitiva
Lauraceae	<i>Nectandra nitidula</i> Nees & Mart.	26	Conservativa

Família	Espécie	N. de Indivíduos	Estratégia Ecológica
Lauraceae	<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart.	8	Aquisitiva
Lauraceae	<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	29	Conservativa
Lauraceae	<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	8	Conservativa
Lauraceae	<i>Ocotea indecora</i> (Schott) Mez	2	Conservativa
Lauraceae	<i>Ocotea odorífera</i> (Vell.) Rohwer	7	Conservativa
Lauraceae	<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	26	Conservativa
Lauraceae	<i>Persea major</i> (Meisn.) L.E.Kopp	3	Aquisitiva
Lauraceae	<i>Persea willdenovii</i> Kosterm.	1	Aquisitiva
Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	8	Aquisitiva
Lythraceae	<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	10	Aquisitiva
Malpighiaceae	<i>Byrsonima laxiflora</i> Griseb.	10	Aquisitiva
Malpighiaceae	<i>Heteropterys byrsonimifolia</i> A.Juss.	4	Conservativa
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	26	Aquisitiva
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	34	Aquisitiva
Malvaceae	<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	60	Aquisitiva
Melastomataceae	<i>Miconia willdenowii</i> Klotzsch ex Naudin	1	Aquisitiva
Meliaceae	<i>Cabrlea canjerana</i> (Vell.) Mart.	12	Aquisitiva
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	12	Aquisitiva
Meliaceae	<i>Trichilia casaretti</i> C.DC.	2	Conservativa
Meliaceae	<i>Trichilia catigua</i> A.Juss.	3	Conservativa
Meliaceae	<i>Trichilia pallens</i> C.DC.	5	Conservativa
Monimiaceae	<i>Mollinedia argyrogyna</i> Perkins	1	Conservativa
Monimiaceae	<i>Mollinedia widgrenii</i> A. DC.	7	Aquisitiva
Moraceae	<i>Ficus enormis</i> Mart. ex Miq.	1	Aquisitiva
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.)D. Don	18	Conservativa
Moraceae	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger et al.	1	Conservativa
Myrtaceae	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	3	Conservativa
Myrtaceae	<i>Calyptranthes clusiifolia</i> O.Berg	131	Aquisitiva
Myrtaceae	<i>Calyptranthes concinna</i> D.C.	2	Conservativa
Myrtaceae	<i>Calyptranthes grandiflora</i> O. Berg	1	Conservativa
Myrtaceae	<i>Calyptranthes widgreniana</i> O. Berg	1	Conservativa
Myrtaceae	<i>Campomanesia guaviroba</i> (DC.) Kiaersk.	7	Conservativa
Myrtaceae	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg	11	Conservativa

Família	Espécie	N. de Indivíduos	Estratégia Ecológica
Myrtaceae	<i>Campomanesia velutina</i> (Cambess.) O.Berg	6	Conservativa
Myrtaceae	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg	14	Conservativa
Myrtaceae	<i>Eugenia acutata</i> Miq.	140	Conservativa
Myrtaceae	<i>Eugenia florida</i> DC.	10	Conservativa
Myrtaceae	<i>Eugenia involucrata</i> DC.	1	Conservativa
Myrtaceae	<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	3	Conservativa
Myrtaceae	<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	73	Conservativa
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	33	Conservativa
Myrtaceae	<i>Myrcia subcordata</i> DC.	4	Conservativa
Myrtaceae	<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	27	Conservativa
Myrtaceae	<i>Myrcia vellozoi</i> Mazine	7	Conservativa
Myrtaceae	<i>Myrcia venulosa</i> DC.	30	Conservativa
Myrtaceae	<i>Psidium rufum</i> Mart. ex DC.	7	Conservativa
Myrtaceae	<i>Siphoneugena crassifolia</i> (DC.) Proença & Sobral	1	Conservativa
Myrtaceae	<i>Siphoneugena densiflora</i> O.Berg	25	Conservativa
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	21	Conservativa
Pentaphylacaceae	<i>Ternstroemia brasiliensis</i> Cambess.	4	Conservativa
Peraceae	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	34	Conservativa
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	1	Conservativa
Primulaceae	<i>Myrsine parvifolia</i> A. DC.	121	Conservativa
Proteaceae	<i>Roupala montana</i> Aubl.	32	Aquisitiva
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	17	Conservativa
Rubiaceae	<i>Amaioua intermedia</i> (DC.) Steyerm.	55	Conservativa
Rubiaceae	<i>Faramea latifolia</i> (Cham. & Schltdl.) DC.	2	Aquisitiva
Rubiaceae	<i>Faramea marginata</i> Cham.	110	Aquisitiva
Rubiaceae	<i>Guettarda uruguensis</i> Cham. & Schltdl.	16	Aquisitiva
Rubiaceae	<i>Ixora brevifolia</i> Benth.	58	Aquisitiva
Rubiaceae	<i>Machaonia acuminata</i> Bonpl.	10	Conservativa
Rubiaceae	<i>Psychotria vellosiana</i> Benth.	2	Conservativa
Rubiaceae	<i>Randia armata</i> (Sw.) Dc.	2	Conservativa
Rubiaceae	<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll.Arg.	1	Aquisitiva
Rubiaceae	<i>Rudgea viburnoides</i> (Cham.) Benth.	1	Aquisitiva
Rutaceae	<i>Galipea jasminiflora</i> (A.St.-Hil.) Engl.	38	Aquisitiva
Rutaceae	<i>Metrodorea stipularis</i> Mart.	20	Aquisitiva

TABELA 4 – Lista de Espécies (Conclusão)

Família	Espécie	N. de Indivíduos	Estratégia Ecológica
Rutaceae	<i>Zanthoxylum caribaeum</i> Lam.	1	Aquisitiva
Salicaceae	<i>Casearia arborea</i> (Rich.)Urb.	1	Conservativa
Salicaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	52	Conservativa
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> (Cambess.) Eichler	222	Conservativa
Sapindaceae	<i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.	1	Aquisitiva
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	23	Aquisitiva
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	42	Conservativa
Siparunaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	42	Aquisitiva
Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis fasciculata</i> (Meisn.) Nevling	4	Conservativa
Vochysiaceae	<i>Callisthene major</i> Mart.	4	Conservativa
Vochysiaceae	<i>Qualea cryptantha</i> (Spreng.) Warm.	1	Conservativa
Vochysiaceae	<i>Qualea multiflora</i> Mart.	1	Conservativa

Fonte: Da autora (2022)

APÊNDICE B – Eixos Principais da PCA de Características Funcionais

Tabela 5 – Análise dos Componentes Principais das Características Funcionais

Componente Principal	Variância %	Variância Cumulada
1	30,10%	30,10%
2	15,63%	45,73%
3	11,89%	57,62%
4	10,06%	67,68%
5	8,97%	76,65%
6	7,52%	84,17%
7	4,89%	89,05%
8	4,17%	93,22%
9	3,03%	96,26%
10	1,92%	98,18%
11	1,12%	99,30%
12	0,70%	100,00%

Fonte: Da autora (2022)

A seguir, podemos ver a relação de variáveis utilizadas na Análise de Componentes Principais (PCA) para obtenção dos grupos funcionais fundamentados nas estratégias ecológicas. Os valores abaixo correspondem aos valores gerados nos sete primeiros eixos principais (PC), que considera uma ou mais variáveis na sua composição.

Tabela 6 – Análise dos Componentes Principais das Características Funcionais

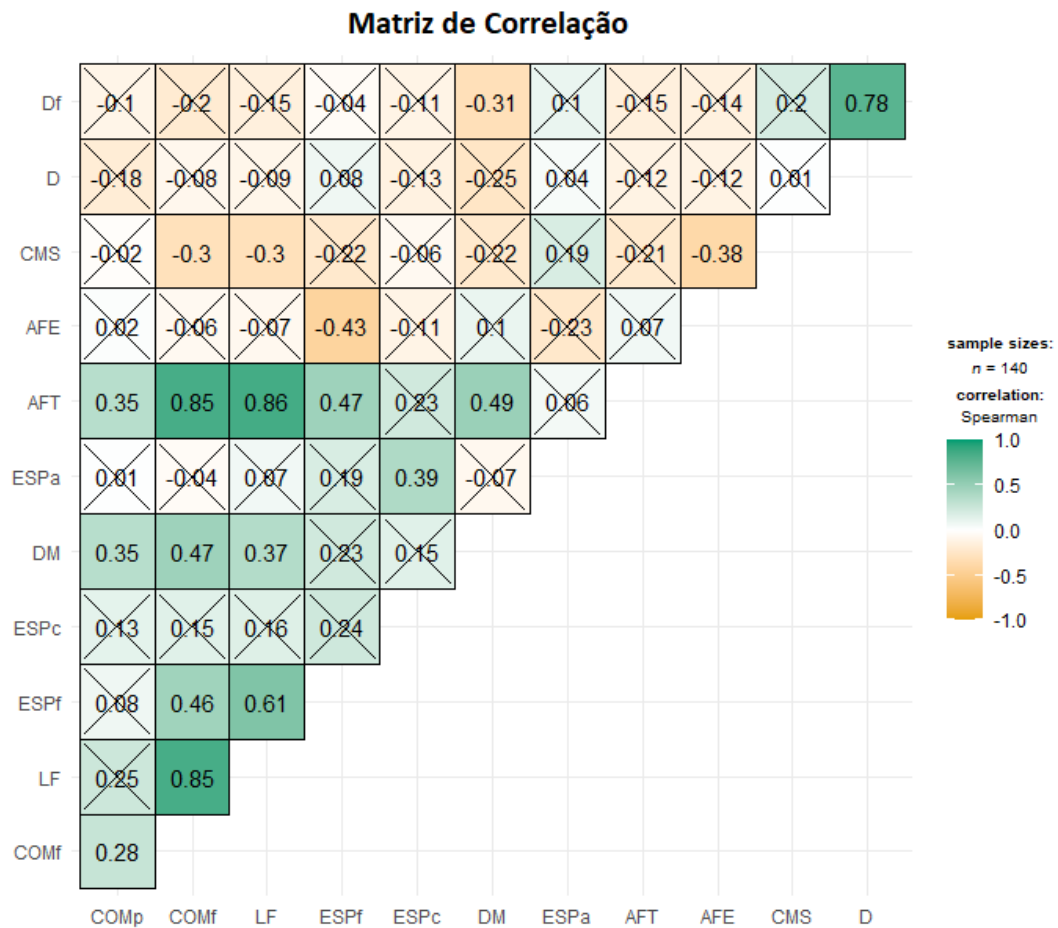
Variáveis	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 4	Eixo 5	Eixo 6	Eixo 7
COMp	0,2387	-0,1638	0,1440	0,0063	0,7111	-0,1302	-0,3077
COMf	0,4396	0,1068	-0,1869	-0,2316	-0,0494	0,0796	-0,2395
LF	0,4499	0,1936	-0,1050	-0,1653	-0,1344	0,0568	-0,2868
ESPf	0,3308	0,2691	0,1701	-0,1593	-0,2795	-0,0059	0,5557
ESPC	0,2452	0,0650	0,5038	0,3189	0,0145	0,0055	0,1151
DM	0,3312	-0,2077	-0,0194	-0,0704	0,4310	-0,1240	0,5677
ESPa	0,0749	0,2449	0,5754	0,3634	-0,0844	-0,0380	-0,2375
AFT	0,4274	0,1278	-0,2788	0,2250	-0,0255	0,2776	-0,1207
AFE	0,0266	-0,0665	-0,3995	0,7513	0,0296	0,2000	0,1598
CMS	-0,1532	0,0360	0,2097	-0,1995	0,2253	0,9070	0,0797
D	-0,1347	0,6107	-0,1732	0,0018	0,2674	-0,0954	0,1350
Df	-0,1938	0,5912	-0,0885	0,0060	0,2808	-0,0889	-0,0161

Legenda: **COMp** – Comprimento do Pecíolo; **COMf** – Comprimento da Folha; **LF** – Largura da Folha; **ESPf** – Espessura da Folha; **ESPC** – Espessura da Casca; **DM** – Diâmetro da Medula; **ESPa** – Espessura do Alburno; **AFT** – Área Foliar Total; **AFE** – Área Foliar Específica; **CMS** – Conteúdo de Matéria Seca; **D** – Densidade do Ramo e **Df** – Densidade Específica.

Fonte: Da autora (2022)

A seguir, a matriz de correlação entre as doze características funcionais considerando a correlação *Spearman*:

Figura 11 – Matriz de Correlação das Características Funcionais



X = non-significant at $p < 0.05$ (Adjustment: Holm)

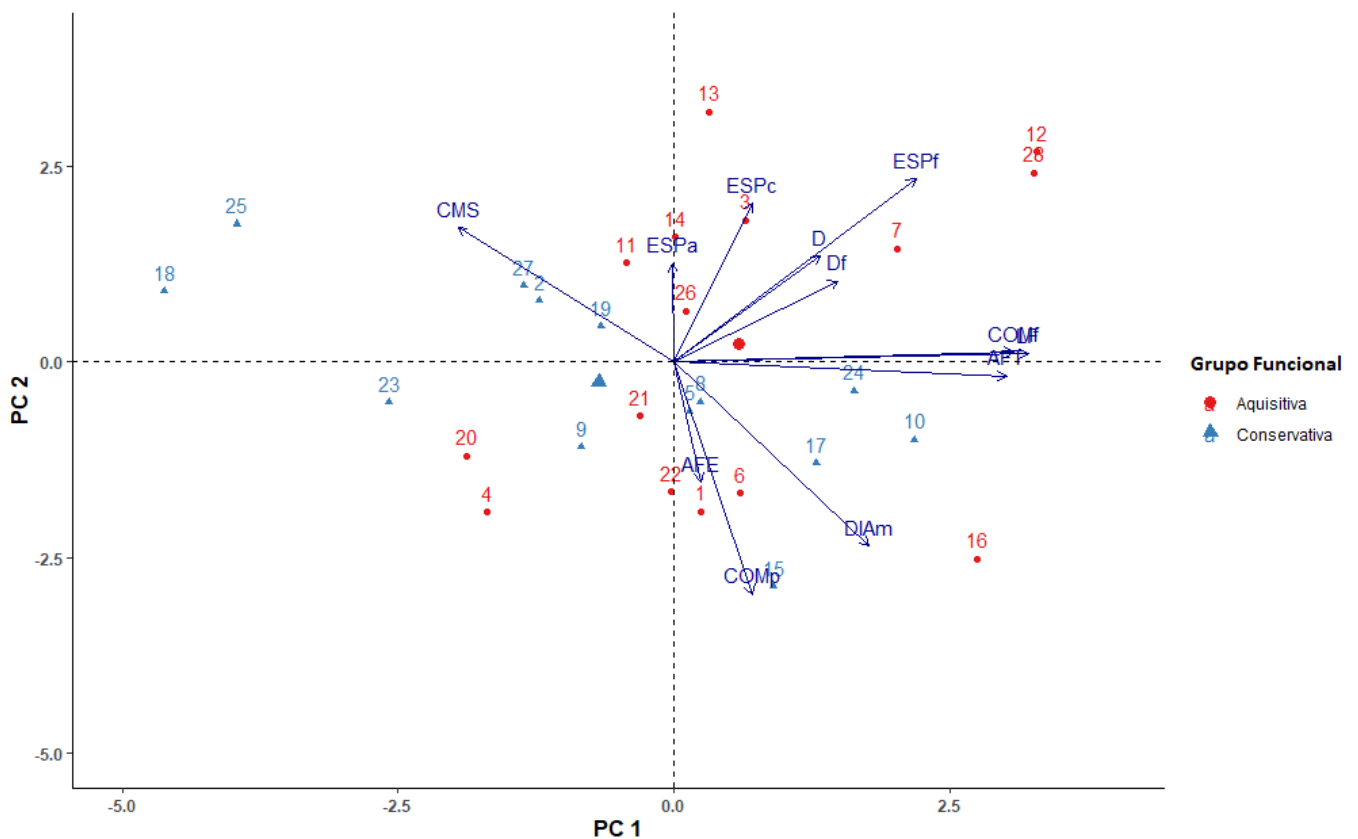
Legenda: **COMp** – Comprimento do Pecíolo; **COMf** – Comprimento da Folha; **LF** – Largura da Folha; **ESPf** – Espessura da Folha; **ESPc** – Espessura da Casca; **DM** – Diâmetro da Medula; **ESPa** – Espessura do Alburno; **AFT** – Área Foliar Total; **AFE** – Área Foliar Específica; **CMS** – Conteúdo de Matéria Seca; **D** – Densidade do Ramo e **Df** – Densidade Específica.

Fonte: Da autora (2022)

APÊNDICE C – PCA das Áreas de Estudo e Variáveis edáficas

Abaixo, os resultados da Análise de Componentes Principais (PCA) das Áreas de Estudo e a distribuição das parcelas nos eixos principais considerando os valores de CWM.

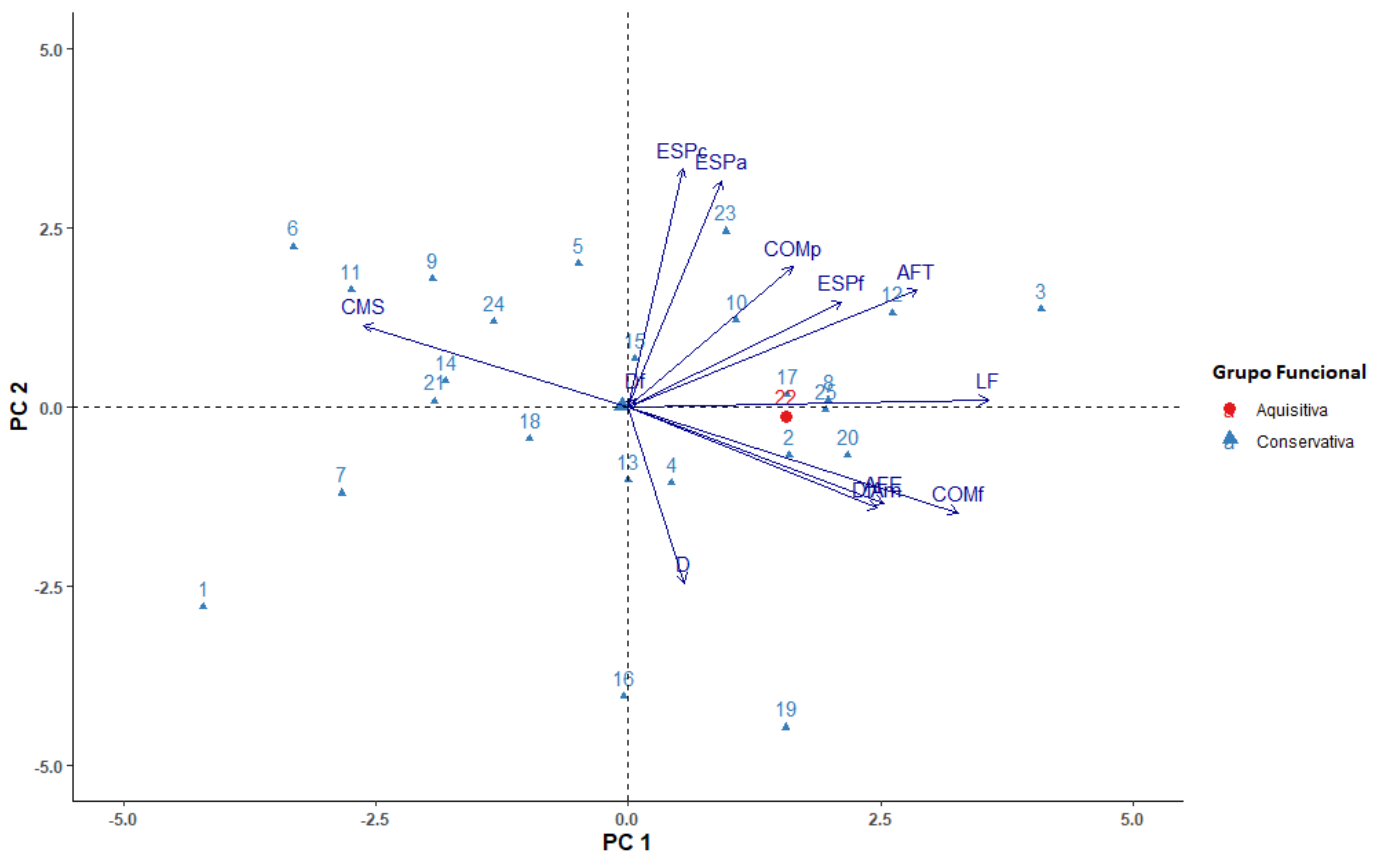
Figura 12 – PCA do Fragmento Florestal Mata do Capivari



Legenda: **COMP** – Comprimento do Pecíolo; **COMf** – Comprimento da Folha; **LF** – Largura da Folha; **ESPf** – Espessura da Folha; **ESpc** – Espessura da Casca; **DM** – Diâmetro da Medula; **ESPa** – Espessura do Alburno; **AFT** – Área Foliar Total; **AFE** – Área Foliar Específica; **CMS** – Conteúdo de Matéria Seca; **D** – Densidade do Ramo e **Df** – Densidade Específica.

Fonte: Da autora (2022)

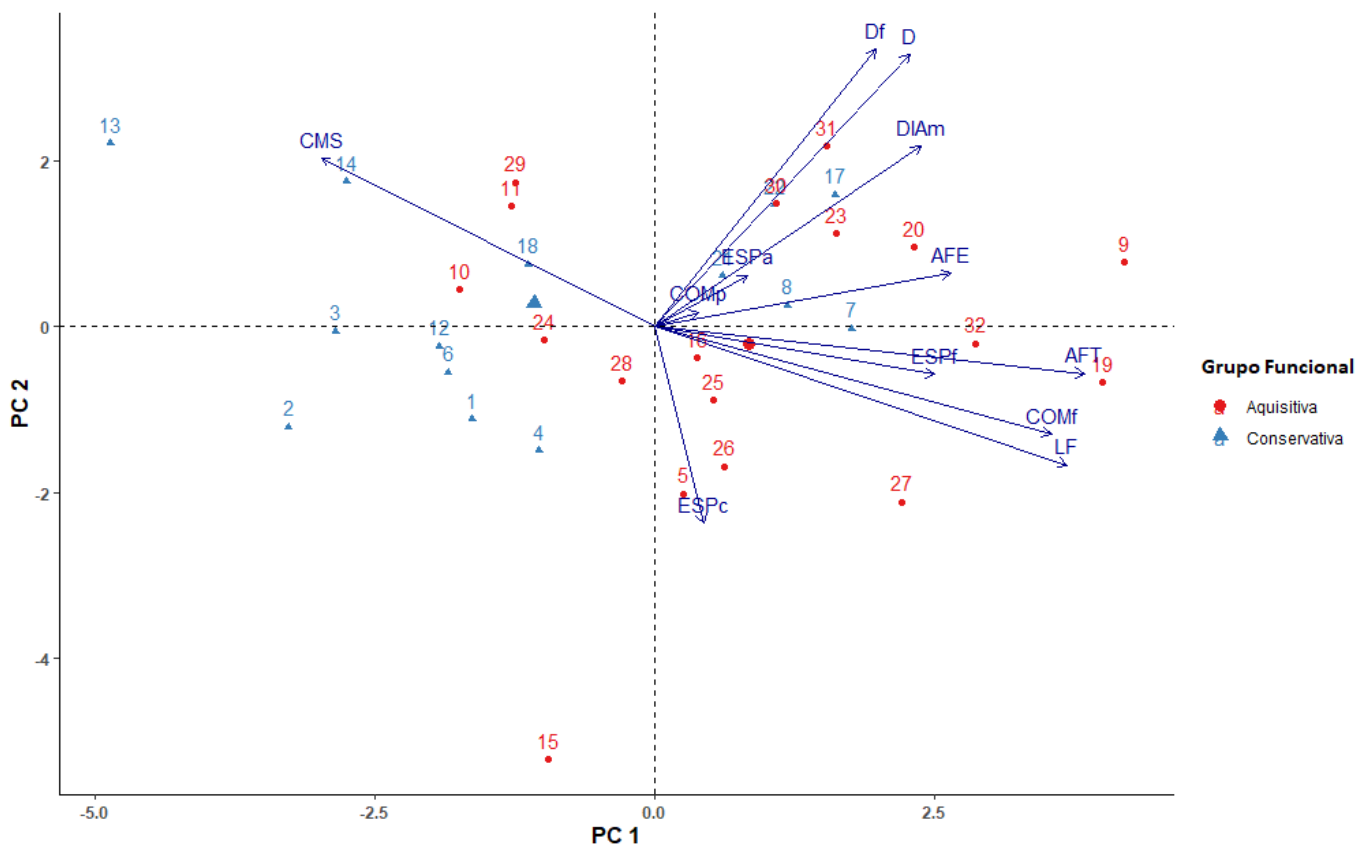
Figura 13 – PCA do Fragmento Florestal Mata da Ilha



Legenda: **COMP** – Comprimento do Pecíolo; **COMf** – Comprimento da Folha; **LF** – Largura da Folha; **ESPf** – Espessura da Folha; **ESPc** – Espessura da Casca; **DM** – Diâmetro da Medula; **ESPa** – Espessura do Alburno; **AFT** – Área Foliar Total; **AFE** – Área Foliar Específica; **CMS** – Conteúdo de Matéria Seca; **D** – Densidade do Ramo e **Df** – Densidade Específica.

Fonte: Da autora (2022)

Figura 14 – PCA do Fragmento Florestal Mata do Galelo



Legenda: **COMp** – Comprimento do Pecíolo; **COMf** – Comprimento da Folha; **LF** – Largura da Folha; **ESPf** – Espessura da Folha; **ESPa** – Espessura do Alburno; **AFT** – Área Foliar Total; **AFE** – Área Foliar Específica; **CMS** – Conteúdo de Matéria Seca; **D** – Densidade do Ramo e **Df** – Densidade Específica.

Fonte: Da autora (2022)

Tabela 7 – Lista de parcelas por área de estudo e suas respectivas classes de drenagem e tipo de solo (Continua)

Área	Parcelas	Estratégia	Categoria FES	Classe de drenagem	Tipo de Solo	Classe de Solo
Capivari	CP-A01	Aquisitiva	FES Aluvial	Moderadamente drenado	Camb	Cambissolos háplicos tb distróficos típicos
Capivari	CP-A02	Conservativa	FES Montana	Bem drenado	Arg-A	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Capivari	CP-A03	Aquisitiva	FES Montana	Bem drenado	Arg-A	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Capivari	CP-B01	Aquisitiva	FES Aluvial	Moderadamente drenado	Camb	Cambissolos háplicos tb distróficos típicos
Capivari	CP-B02	Conservativa	FES Aluvial	Moderadamente drenado	Camb	Cambissolos háplicos tb distróficos típicos
Capivari	CP-B03	Aquisitiva	FES Montana	Bem drenado	Arg-A	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Capivari	CP-B04	Aquisitiva	FES Montana	Bem drenado	Arg-A	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Capivari	CP-C01	Conservativa	FES Aluvial	Moderadamente drenado	Camb	Cambissolos háplicos tb distróficos típicos
Capivari	CP-C02	Conservativa	FES Montana	Bem drenado	Arg-A	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Capivari	CP-C03	Conservativa	FES Montana	Bem drenado	Arg-A	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Capivari	CP-C04	Aquisitiva	FES Montana	Bem drenado	Arg-A	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Capivari	CP-C05	Aquisitiva	FES Montana	Bem drenado	Arg-A	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Capivari	CP-C06	Aquisitiva	FES Montana	Bem drenado	Arg-A	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Capivari	CP-C07	Aquisitiva	FES Montana	Acentuadamente drenado	Arg-B	Argissolos vermelhos distróficos latossólico
Capivari	CP-D01	Conservativa	FES Aluvial	Moderadamente drenado	Camb	Cambissolos háplicos tb distróficos típicos
Capivari	CP-D02	Aquisitiva	FES Aluvial	Moderadamente drenado	Camb	Cambissolos háplicos tb distróficos típicos
Capivari	CP-D03	Conservativa	FES Montana	Bem drenado	Arg-A	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Capivari	CP-D04	Conservativa	FES Montana	Bem drenado	Arg-A	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Capivari	CP-D05	Conservativa	FES Montana	Bem drenado	Arg-A	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Capivari	CP-D06	Aquisitiva	FES Montana	Acentuadamente drenado	Arg-B	Argissolos vermelhos distróficos latossólico
Capivari	CP-E01	Aquisitiva	FES Aluvial	Moderadamente drenado	Camb	Cambissolos háplicos tb distróficos típicos
Capivari	CP-E02	Aquisitiva	FES Aluvial	Moderadamente drenado	Camb	Cambissolos háplicos tb distróficos típicos
Capivari	CP-E03	Conservativa	FES Montana	Bem drenado	Arg-A	Argissolos vermelhos distróficos típicos

Área	Parcelas	Estratégia	Categoria FES	Classe de drenagem	Tipo de Solo	Classe de Solo
Capivari	CP-E05	Conservativa	FES Montana	Acentuadamente drenado	Arg-B	Argissolos vermelhos distróficos latossólico
Capivari	CP-E06	Aquisitiva	FES Montana	Acentuadamente drenado	Arg-B	Argissolos vermelhos distróficos latossólico
Capivari	CP-E07	Conservativa	FES Montana	Acentuadamente drenado	Arg-B	Argissolos vermelhos distróficos latossólico
Capivari	CP-E08	Aquisitiva	FES Montana	Acentuadamente drenado	Arg-B	Argissolos vermelhos distróficos latossólico
Ingaí	IN-A1	Conservativa	FES Aluvial	Muito mal drenado	Nfeu	Neossolos flúvicos tb eutróficos gleicos
Ingaí	IN-A2	Conservativa	FES Aluvial	Mal drenado	NFps	Neossolos flúvicos psamíticos típicos
Ingaí	IN-A3	Conservativa	FES Montana	Moderadamente drenado	Camb	Cambissolos háplicos tb distróficos típicos
Ingaí	IN-B1	Conservativa	FES Aluvial	Mal drenado	NFps	Neossolos flúvicos psamíticos típicos
Ingaí	IN-B2	Conservativa	FES Montana	Moderadamente drenado	Camb	Cambissolos háplicos tb distróficos típicos
Ingaí	IN-B3	Conservativa	FES Montana	Acentuadamente drenado	Arg	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Ingaí	IN-C1	Conservativa	FES Aluvial	Mal drenado	NFps	Neossolos flúvicos psamíticos típicos
Ingaí	IN-C2	Conservativa	FES Montana	Moderadamente drenado	Camb	Cambissolos háplicos tb distróficos típicos
Ingaí	IN-C3	Conservativa	FES Montana	Acentuadamente drenado	Arg	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Ingaí	IN-D1	Conservativa	FES Montana	Imperfeitamente drenado	Camb	Cambissolos háplicos tb distróficos típicos
Ingaí	IN-D2	Conservativa	FES Montana	Bem drenado	Arg	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Ingaí	IN-D3	Conservativa	FES Montana	Acentuadamente drenado	Arg	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Ingaí	IN-E1	Conservativa	FES Montana	Imperfeitamente drenado	Camb	Cambissolos háplicos tb distróficos típicos
Ingaí	IN-E2	Conservativa	FES Montana	Bem drenado	Arg	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Ingaí	IN-E3	Conservativa	FES Montana	Acentuadamente drenado	Arg	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Ingaí	IN-F1	Conservativa	FES Aluvial	Mal drenado	NFps	Neossolos flúvicos psamíticos típicos
Ingaí	IN-F2	Conservativa	FES Montana	Moderadamente drenado	Camb	Cambissolos háplicos tb distróficos típicos
Ingaí	IN-F3	Conservativa	FES Montana	Acentuadamente drenado	Arg	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Ingaí	IN-G1	Conservativa	FES Aluvial	Mal drenado	NFps	Neossolos flúvicos psamíticos típicos
Ingaí	IN-G2	Conservativa	FES Montana	Imperfeitamente drenado	Camb	Cambissolos háplicos tb distróficos típicos
Ingaí	IN-G3	Conservativa	FES Montana	Moderadamente drenado	Camb	Cambissolos háplicos tb distróficos típicos
Ingaí	IN-H1	Aquisitiva	FES Montana	Imperfeitamente drenado	Camb	Cambissolos háplicos tb distróficos típicos

Área	Parcelas	Estratégia	Categoria FES	Classe de drenagem	Tipo de Solo	Classe de Solo
Ingaí	IN-H2	Conservativa	FES Montana	Bem drenado	Arg	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Ingaí	IN-H3	Conservativa	FES Montana	Bem drenado	Arg	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Ingaí	IN-I1	Conservativa	FES Montana	Imperfeitamente drenado	Camb	Cambissolos háplicos tb distróficos típicos
Luminárias	LU-01	Conservativa	FES Aluvial	Bem drenado	Arg-B	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Luminárias	LU-02	Conservativa	FES Montana	Bem drenado	Arg-M	Argissolos vermelhos distróficos típicos (mesotrófico)
Luminárias	LU-03	Conservativa	FES Montana	Bem drenado	Arg-M	Argissolos vermelhos distróficos típicos (mesotrófico)
Luminárias	LU-04	Conservativa	FES Montana	Bem drenado	Arg-M	Argissolos vermelhos distróficos típicos (mesotrófico)
Luminárias	LU-05	Aquisitiva	FES Montana	Bem drenado	Arg-M	Argissolos vermelhos distróficos típicos (mesotrófico)
Luminárias	LU-06	Conservativa	FES Montana	Bem drenado	Arg-B	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Luminárias	LU-07	Conservativa	FES Montana	Bem drenado	Arg-B	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Luminárias	LU-08	Conservativa	FES Montana	Acentuadamente drenado	Camb	Cambissolos háplicos tb distróficos típicos
Luminárias	LU-09	Aquisitiva	FES Montana	Acentuadamente drenado	Camb	Cambissolos háplicos tb distróficos típicos
Luminárias	LU-10	Aquisitiva	FES Aluvial	Bem drenado	Arg-B	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Luminárias	LU-11	Aquisitiva	FES Montana	Bem drenado	Arg-B	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Luminárias	LU-12	Conservativa	FES Montana	Bem drenado	Arg-B	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Luminárias	LU-13	Conservativa	FES Montana	Bem drenado	Arg-B	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Luminárias	LU-14	Conservativa	FES Montana	Bem drenado	Arg-M	Argissolos vermelhos distróficos típicos (mesotrófico)
Luminárias	LU-15	Aquisitiva	FES Montana	Bem drenado	Arg-M	Argissolos vermelhos distróficos típicos (mesotrófico)
Luminárias	LU-16	Aquisitiva	FES Montana	Bem drenado	Arg-B	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Luminárias	LU-17	Conservativa	FES Montana	Bem drenado	Arg-B	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Luminárias	LU-18	Conservativa	FES Montana	Bem drenado	Arg-B	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Luminárias	LU-19	Aquisitiva	FES Montana	Acentuadamente drenado	Camb	Cambissolos háplicos tb distróficos típicos
Luminárias	LU-20	Aquisitiva	FES Montana	Acentuadamente drenado	Camb	Cambissolos háplicos tb distróficos típicos
Luminárias	LU-21	Conservativa	FES Aluvial	Bem drenado	Arg-B	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Luminárias	LU-22	Conservativa	FES Montana	Bem drenado	Arg-B	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Luminárias	LU-23	Aquisitiva	FES Montana	Bem drenado	Arg-B	Argissolos vermelhos distróficos típicos

Tabela 7 – Lista de parcelas por área de estudo e suas respectivas classes de drenagem e tipo de solo (Conclusão)

Área	Parcelas	Estratégia	Categoria FES	Classe de drenagem	Tipo de Solo	Classe de Solo
Luminárias	LU-24	Aquisitiva	FES Montana	Bem drenado	Arg-B	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Luminárias	LU-25	Aquisitiva	FES Montana	Bem drenado	Arg-B	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Luminárias	LU-26	Aquisitiva	FES Montana	Bem drenado	Arg-B	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Luminárias	LU-27	Aquisitiva	FES Montana	Bem drenado	Arg-B	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Luminárias	LU-28	Aquisitiva	FES Montana	Bem drenado	Arg-B	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Luminárias	LU-29	Aquisitiva	FES Montana	Bem drenado	Arg-B	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Luminárias	LU-30	Aquisitiva	FES Montana	Bem drenado	Arg-B	Argissolos vermelhos distróficos típicos
Luminárias	LU-31	Aquisitiva	FES Montana	Acentuadamente drenado	Camb	Cambissolos háplicos tb distróficos típicos
Luminárias	LU-32	Aquisitiva	FES Montana	Acentuadamente drenado	Camb	Cambissolos háplicos tb distróficos típicos

Tabela 9 – Tabela resumo das variáveis edáficas considerando as estratégias ecológicas

Variáveis	Estratégia Ecológica	Mata do Capivari	Mata da Ilha	Mata do Galego
pH	Aquisitiva	4.6	4.8	4.9
	Conservativa	4.6	5.0	5.3
Fósforo	Aquisitiva	1.4	2.0	1.6
	Conservativa	1.4	1.8	1.3
Acidez Potencial	Aquisitiva	10.2	6.2	9.7
	Conservativa	8.6	7.9	8.7
S.B.	Aquisitiva	2.3	3.6	2.0
	Conservativa	2.6	1.8	2.7
M.O.S.	Aquisitiva	3.9	4.6	3.5
	Conservativa	4.0	3.7	3.2
C.T.C ativa	Aquisitiva	3.6	4.3	3.1
	Conservativa	3.9	2.9	3.4