



**LUANA DE OLIVEIRA TORRES**

**DIVERSIDADE E CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS DE  
ÁRVORES EM CERCAS**

**LAVRAS - MG**

**2024**

**LUANA DE OLIVEIRA TORRES**

**DIVERSIDADE E CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS DE  
ÁRVORES EM CERCAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração em Ecologia e Conservação de Recursos em Paisagens Fragmentadas e Agrossistemas, para obtenção do título de Mestra.

Prof. Dr. Eduardo van den Berg

Orientador

**LAVRAS - MG**

**2024**

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

Torres, Luana de Oliveira.

Diversidade e características funcionais de árvores em cercas /  
Luana de Oliveira Torres. - 2024.  
49 p.

Orientador(a): Eduardo van den Berg.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de  
Lavras, 2024.

Bibliografia.

1. Ecologia vegetal. 2. Pequenos elementos da paisagem. 3.  
Estratégia ecológica. I. Berg, Eduardo van den. II. Título.

**LUANA DE OLIVEIRA TORRES**

**DIVERSIDADE E CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS DE  
ÁRVORES EM CERCAS**

**FUNCTIONAL TRAITS AND DIVERSITY OF TREE LINES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração em Ecologia e Conservação de Recursos em Paisagens Fragmentadas e Agrossistemas, para obtenção do título de Mestra.

APROVADA em 23 de fevereiro de 2024.

Dr. RUBENS MANOEL DOS SANTOS (UFLA)

Dra. GISLENE CARVALHO DE CASTRO (UFSJ)

Prof. Dr. Eduardo van den Berg

Orientador

**LAVRAS - MG**

**2024**

*À todas as minorias políticas que ocupam o espaço que lhes rejeita.  
Nossa luta abre caminhos para os próximos.*

*À todas as pessoas que lutam por uma educação gratuita, de qualidade  
e acessível. Sem ela eu não chegaria até aqui.*

*À todas que lutam por uma sociedade justa, com equidade e popular.  
Que a sede de mudança nunca pare de nos movimentar.*

## AGRADECIMENTOS

Nenhuma ação é realizada individualmente, tudo o que fazemos é afetado ou afetará outras pessoas de alguma forma. Tudo o que conquistei e o lugar em que cheguei, não é um mérito só meu. Dessa forma, agradeço a todas e todos que trilharam comigo até aqui, tornando possível que a caminhada prossiga. Aos familiares, às amizades e colegas que me apoiaram nessa caminhada.

À Kívia, por todo incentivo nos momentos mais desanimadores, pelo amor, carinho e companheirismo, pelo apoio emocional durante esse processo, pelo auxílio em campo, em laboratório e os pomodoros também. Sem você tudo seria muito mais difícil. Obrigada por me fazer enxergar os obstáculos de forma mais leve e de que sou capaz de superá-los, apesar das dificuldades. Mesmo nos momentos mais tenebrosos da sua vida você tem sido luz pra mim.

À Diana, minha tia que sempre torceu por mim, me incentivou nos estudos, foi suporte para várias dificuldades que passei desde minha graduação. Agradeço para sempre.

Agradeço ao Eduardo van den Berg, meu orientador, pelos ensinamentos em ecologia vegetal, em escrita e pelo trabalho em conjunto, com o qual aprendi muito.

Agradeço às minhas companheiras minhas companheiras do Laboratório de Ecologia Vegetal, Suelly por me acompanhar na parte mais árdua dos campos e atravessar as dificuldades comigo em busca das cercas com toda a tranquilidade que emana. À Patrícia, ao Igor e à Luane por todo esforço, dedicação e agilidade nos trabalhos de campos e laboratório e por todo o suporte para além do trabalho. À Kelly, Laura e à Barbara pela disposição e tempo em contribuir com esse trabalho. Ao Flávio e Ian pelo apoio e parceria. Vocês foram incríveis.

Agradeço a todo o Laboratório de Fitogeografia e Ecologia Evolutiva pela parceria, pela paciência e pelo tempo disponível para me ensinar e trabalhar juntos. Principalmente ao André, Camila e Rubens, mas também à Fernanda, Thiago, Felipe e Miguel.

À professora Maria Esteves pelo suporte quando o carro estragou em campo e ao professor Lucas Faria pela orientação em estatística e R.

À Debora, pela amizade e companheirismo. Não só dividimos a casa, mas diversas conquistas e também frustrações. Obrigada por dividir o peso e os momentos bons também, que

foram vários ao longo desses dois anos. À Carina, Raphael, Arnol, Pablo, Priscilla, Rayanne, meus colegas, pela amizade.

Agradeço ao Ítalo, técnico da Ecologia e à Mari, técnica da Ciência dos Solos pela paciência e pelo tempo.

Agradeço ao programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada da Universidade Federal de Lavras por possibilitar o ensino e a pesquisa, assim como pelo apoio financeiro.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo suporte financeiro (projeto APQ-00457-21).

## RESUMO

Linhas de árvores em cercas são um dos Pequenos Elementos da Paisagem (PEPs), os quais podem ter um papel importante para a conexão de ecossistemas fragmentados. Esses elementos compõem a paisagem agrícola e são mais abundantes em áreas de pequenos produtores, que têm se reduzido ao longo dos anos. O presente estudo visa iniciar a compreensão de como são as árvores que ocupam cercas e suas características funcionais, permitindo o entendimento ecológico de sua interação com o meio. Foram analisadas a espessura da casca, densidade específica, conteúdo da matéria seca, pecíolo, área foliar total e específica, comprimento, largura e espessura da folha, assim como os elementos químicos que compõem as folhas dos indivíduos que ocupam as cercas da cidade de Pedralva e de Três Corações em Minas Gerais, Brasil. Quatro florestas próximas foram utilizadas como grupo controle. As árvores em cercas, quando comparadas as de florestas, apresentaram características comumente designadas às espécies pioneiras, como folhas pequenas, finas e de baixa área específica foliar (pelo excesso de luminosidade) e com cascas mais grossas. Houve uma divisão clara entre as áreas e plasticidade na maior parte dos traços analisados, assim como por elementos químicos, que apareceram em maiores valores nas cercas. A pesquisa endossa futuras investigações sobre as cercas-vivas e PEP's, além de poder ser embasamento para conservação e integração da preservação e produção agrícola.

Palavras-chave: Árvores em cercas; Pequenos Elementos da Paisagem. Estratégia ecológica; Conectividade.

## ABSTRACT

Tree lines in fences are part of *Pequenos Elementos da Paisagem* (PEPs), which can have an important role in connecting fragmented ecosystems. These elements compose the agricultural landscape and are more abundant in areas of small producers, which have been reduced over the years. The present study aims to begin understanding what trees that occupy tree lines are like and their functional characteristics, thus facilitating the understanding of their interaction with the environment. The bark thickness, specific density, dry matter content, petiole, total and specific leaf area, length, width and thickness of the leaf were analyzed, as well as the chemical elements that compose the leaves of individuals that occupy tree lines in the city of Pedralva. and Três Corações in Minas Gerais, Brazil. Four nearby forests were used as a control group. The trees in fences, when compared to those in forests, showed characteristics commonly attributed to pioneer species, such as small, thin leaves with low specific leaf area (due to excess light) and thicker bark. There was a clear division between areas and plasticity in most of the traits analyzed, as well as chemical elements, which appeared in higher values in tree lines in fences. The research supports future investigations into hedges and PEP's, in addition to being able to be basis for conservation and integration of preservation and agricultural production.

Keywords: Tree lines in fences; Small Landscape Elements; Ecological strategy; Connectivity.

## **INDICADORES DE IMPACTO**

A dissertação é parte de um grupo de pesquisas que investiga sobre os Pequenos Elementos da Paisagem (PEP's), os quais possuem potencial de conectar florestas fragmentadas. Dentre os PEP's, as linhas de árvores em cercas podem servir de recursos para a fauna transeunte, possibilitam a troca de pólen e sementes com áreas fragmentadas, aumentando a variação genética das comunidades; são compostas por árvores climax e que estão em risco de extinção, possivelmente sendo abrigo para indivíduos remanescentes do desmatamento de uma floresta conservada. Nesse sentido, em um cenário de alta fragmentação de florestas tropicais conservadas, vê-se como importante o estudo de elementos que podem mitigar os efeitos da defaunação e deflorestamento, que é o caso da investigação das características e diversidade das cercas. Esse estudo, além de entender as estratégias dos indivíduos em cercas, os quais investem em cascas mais grossas, madeira de baixa densidade, folhas finas e pequenas, fornece conhecimento sobre as adaptações ambientais a partir da exposição à alta luminosidade, fogo, ventos e mudanças climáticas bruscas. Esse estudo tem impacto direto no âmbito ambiental e indireto para a sociedade, considerando a importância de manter a conservação e mitigações das ações antrópicas na fauna e flora para os pequenos produtores que possuem cercas em seus territórios rurais e para a sociedade no entorno, pelo direito a um meio ambiente equilibrado e conservado, como consta no artigo 255 da Constituição Federal e da resolução 76-300 da ONU de 28 de julho de 2022, que considera um direito humano básico o acesso a um ambiente limpo, saudável e sustentável.

## **IMPACT INDICATORS**

The dissertation is part of a research group investigating the Small Landscape Elements (SLEs), which have the potential to connect fragmented forests. Among the SLEs, tree lines in fences can serve as resources for transiting fauna, allowing the exchange of pollen and seeds with fragmented areas, increasing the genetic variation of communities; they are composed of climax trees that are at risk of extinction, possibly serving as shelter for individuals remaining from the deforestation of a preserved forest. Therefore, in a scenario of high fragmentation of preserved tropical forests, the study of elements that can mitigate the effects of defaunation and deforestation is seen as important, such as the investigation of the characteristics and diversity of fences. This study, besides understanding the strategies of individuals on fences, who invest in thicker barks, low-density wood, thin and small leaves, provides knowledge about environmental adaptations from exposure to high luminosity, fire, wind and abrupt climate changes. This study has a direct impact on the environmental scope and an indirect impact on society, considering the importance of maintaining the conservation and mitigations of anthropic actions on fauna and flora for small landowners who have fences in their rural territories and for society in the surrounding areas, for the right to a balanced and preserved environment, as stated in article 255 of the Federal Constitution and UN Resolution 76-300 of July 28, 2022, which considers access to a clean, healthy and sustainable environment a basic human right.

## SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE .....	1
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	1
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	3
SEGUNDA PARTE .....	4
1. INTRODUÇÃO.....	4
2. METODOLOGIA.....	7
2.1 Área de Estudo e Desenho Amostral.....	7
2.2 Espécies estudadas.....	8
2.3 Coletas .....	8
2.4 Análise de dados.....	9
3. RESULTADOS .....	10
3.1 Comparação de traços funcionais entre áreas.....	12
3.2 Comparação de elementos químicos entre áreas .....	14
3.3 Plasticidade dos traços funcionais entre áreas.....	14
3.4 Plasticidade de elementos químicos .....	17
4. DISCUSSÃO .....	18
5. CONCLUSÃO.....	23
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	25
APÊNDICES .....	31
APÊNDICE A: COORDENADAS DAS ÁREAS.....	31
APÊNDICE B: ESPÉCIES DAS CERCAS.....	32
APÊNDICE C: TABELA DESCRITIVA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS.....	36

## **PRIMEIRA PARTE**

### **1. INTRODUÇÃO GERAL**

Os Pequenos Elementos da Paisagem (PEP's) são elementos arbóreos encontrados em paisagens fragmentadas que tem potencial em conectar 50% fragmentos de florestas e ser fonte de recursos para a fauna (Siqueira, 2021). Esses elementos podem ser árvores isoladas, matas ciliares, fragmentos de menos de 10 hectares, linhas de árvores em valos e em cercas. Desses, as linhas de árvores em valos são classificadas como corredores funcionais e habitat para a fauna (Mesquita e Passamani, 2012). Por também ser elementos arbóreos em linhas e seu contexto na paisagem, existe potencial de que as linhas de árvores em cercas possam ter papel semelhante, entretanto, pouco se sabe sobre elas (Siqueira, 2021; Gabriel, 2005).

Animais dispersores de sementes fazem uso dos corredores ecológicos para migração e uso de recursos e, por outro lado, possibilitam alcances mais longos e distantes para as plantas que tiveram suas sementes dispersadas (Begon, 2009; Siqueira, 2021). PEP's também permitem a troca de sementes e pólenes entre áreas fragmentadas, o que auxilia na variabilidade genética e acesso a recursos de polinizadores e aves com alcances limitados de dispersão (Siqueira, 2021). Outra função das cercas é sua utilidade como poleiros para aves migratórias, sendo ponto de repouso e de depósito de semente a partir das fezes de frugívoras (Gabriel, 2005).

As linhas de árvores, encontradas em paisagens rurais, não entram em conflito com o uso econômico da terra e são essenciais para a conservação e conectividade da biodiversidade (Kremen e Merenlender, 2018; Siqueira, 2021). Ainda assim, no Brasil, poucos estudos foram publicados sobre as árvores em cercas. Em uma busca extensiva, apenas dois trabalhos foram encontrados. A pesquisa de Gabriel (2005) verificou a contribuição das cercas no deslocamento aves da Mata Atlântica em Atibaia, São Paulo, encontrando majoritariamente espécies frugívoras e de bordas, assim como atestou a importância desse PEP para aves insetívoras. Ficou explícito também nesse trabalho, que a presença das cercas é relevante para as plantas dependentes dessas aves para sua dispersão e polinização.

O segundo estudo, de Vallim (2022), sobre cercas revela a estrutura e composição heterogênea e 74% de zoocóricas, sendo a maior parte das espécies generalistas de habitats e pioneiras. Nessa pesquisa também foi identificada alta incidência de incêndios principalmente em

cercas próximas do perímetro urbano. A alta diversidade de espécies apresenta resistência e persistência por serem encontradas em ambiente impactado pelo microclima instável, fator que incorpora valor à essas paisagens fragmentadas e antropizadas.

O fato de a maior parte das espécies serem zoocóricas e a presença detectada de algumas espécies clímax como a *Ocotea odorífera*, ameaçada de extinção (Brasil, 2022) trazem à tona a importância desses elementos como ambientes remanescentes, que fornecem recursos e abrigam biodiversidade.

No atual cenário de perdas frequentes de áreas florestais e alterações do uso antrópico do solo, que desencadeia em extinção ou modificação da fauna e flora locais (Ward, 2020; Chase, 2020), vê-se necessário compreender e investigar alternativas que mitiguem a redução de habitats, e promovam conexões gênicas e movimento de biota entre fragmentos florestais.

Compreender as possíveis interações com os seres e o meio que ocupam, torna-se fundamental a realização de pesquisas que busquem compreender a estrutura desses elementos e quais as características necessárias para que estas árvores sejam capazes de ocupar cercas em meio a pastagens e áreas agrícolas.

O objetivo do presente estudo é realizar uma investigação sobre quais são os traços funcionais das árvores que ocupam as cercas, compreendendo assim, a interação desses indivíduos com o ambiente e se esse meio modela as características da comunidade.

## 2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEGON, M., TOWNSEND, C. R., & HARPER, J. L. (2009). *Ecologia: de indivíduos a ecossistemas*. Artmed editor
- BRASIL. (2022) Portaria MMA Nº 148, de 7 de junho de 2022. Lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção. Diário Oficial (da República Federativa do Brasil), Brasília.
- CHASE, J.M., BLOWES, S.A., KNIGHT, T.M. *et al.* (2020) Ecosystem decay exacerbates biodiversity loss with habitat loss. **Nature** 584, 238–243. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2531-2>
- GABRIEL, V. D. A; PIZO, M. A. Uso de cercas-vivas por aves em uma paisagem fragmentada de Mata Atlântica semidecídua. **Natureza & Conservação**. Vol. 3 n2 pp.79-89. 2005.
- KREMEN, C., AND MERENLENDER, A. (2018). Landscapes that work for biodiversity and people. **Science** 362:eaau6020. doi: 10.1126/science.aau6020
- MESQUITA, ANDRÉA O.; PASSAMANI, MARCELO. (2012) Composition and abundance of small mammal communities in forest fragments and vegetation corridors in Southern Minas Gerais, Brazil. **Rev. biol. trop**, San José, v. 60, n. 3, p. 1335-1343.
- PRIMACK, R. B., & RODRIGUES, E. (2006). *Biologia da conservação*. In *Biologia da conservação* (pp. vii-327).
- SIQUEIRA, F. F., DE CARVALHO, D., RHODES, J., ARCHIBALD, C. L., REZENDE, V. L., & Van den Berg, E. (2021). Small landscape elements double connectivity in highly fragmented areas of the Brazilian Atlantic Forest. **Frontiers in Ecology and Evolution**, 9, 614362.
- VALLIM, I. F. A. Estudo da Diversidade de Árvores em Cercas no Sul de Minas Gerais. **Universidade Federal de Lavras**, 2022.
- WARD, M., SAURA, S., WILLIAMS, B. *et al.* (2020). Just ten percent of the global terrestrial protected area network is structurally connected via intact land. **Nature communications**, 11, 4563

## SEGUNDA PARTE

### 1. INTRODUÇÃO

Linhas de árvores em cercas, são comumente encontradas em áreas de produção delimitando pastagens ou áreas agrícolas. Tais linhas de árvores (em cercas e em valos) em conjunto com pequenos fragmentos florestais, matas ciliares e árvores isoladas têm sido denominados de Pequenos Elementos da Paisagem (PEPs) e podem responder por 50% da conectividade da paisagem em regiões altamente fragmentadas da Mata Atlântica (Siqueira, 2021).

A densidade de linhas de árvores nas paisagens tende a reduzir com o aumento da concentração da terra em propriedades de grandes produtores, principalmente por se apresentarem com obstáculos a mecanização (Baudry, 2000), enquanto que, à medida que a propriedade da terra é fragmentada entre pequenos agricultores o inverso ocorre (dados não publicados)<sup>1</sup>. Segundo o Censo Agropecuário do IBGE (IBGE, 2019), as grandes propriedades, que compõem 81,3% dos estabelecimentos rurais, obtiveram acréscimo de 17 milhões de hectares em relação ao último censo, enquanto que as áreas pertencentes a pequenos agricultores (responsáveis por 14,8% da produção agrícola brasileira) sofreu redução de 586 mil hectares (IBGE, 2019). Dessa forma, com o aumento de grandes áreas agropecuárias, perde-se também os PEPs.

As linhas de árvores em cercas – ou, a partir de agora referidas apenas por cercas – são geralmente expostas à alta luminosidade e ventos, sendo facilmente impactadas por eventos extremos como mudança brusca de temperaturas e chuvas intensas. Tais cercas estão em contato íntimo com matrizes de gramíneas ou plantios agrícolas. Assim, as cercas estão expostas a condições ambientais semelhantes às que impactam e moldam a composição de espécies em bordas de florestas. São condições que também favorecem o crescimento e reprodução de plantas de metabolismo e crescimento rápido, com preferência a alta luminosidade e r-estrategistas, denominadas de pioneiras.

Nesse sentido, esperam-se que os mesmos fatores que moldam a diversidade funcional e a ocupação de bordas florestais também afetam as linhas de árvores em cercas e assim, compartilhem

---

<sup>1</sup> Kelly Marianne Guimarães Pereira. Defesa da tese de doutorado no Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Lavras. Dados ainda não publicados, 2023.

traços funcionais. Em ambientes de bordas de floresta comumente ocorrem árvores pioneiras e o mesmo é esperado para as cercas.

A fim de investigar as respostas aos efeitos ambientais e aos fatores que condicionam os indivíduos que compõem a comunidade de cercas, foram utilizadas a diversidade e características funcionais. Essas características avaliam a interação arbórea com o ambiente independente da riqueza e abundância da comunidade, que podem modificar com o tempo, e são utilizados como instrumentos para compreensão de como variáveis ambientais afetam a composição e diversidade de espécies em comunidades (Jonanson, 2017; Fagundes, 2022). O estudo de traços funcionais de folhas e madeira, assim como os componentes químicos das plantas podem indicar quais são as estratégias ecológicas das plantas que ocupam determinadas condições ambientais.

Entre traços funcionais foliares e de madeira utilizados para a investigação de estratégias ecológicas das plantas estão o comprimento e largura da folha, área foliar total e específica, comprimento do pecíolo, conteúdo da massa seca, espessura da folha e da casca e densidade da madeira.

O comprimento, largura e área foliar têm relação com a variação climática, à geologia do ambiente, estresse por calor, frio, seca, nutrientes e radiação. Nessas condições mais críticas de estresse, ocorrem, em sua maioria, folhas menores (Cornelissen *et al.*, 2003; Perez-Harguindeguy, 2016). Já o comprimento do pecíolo é um elemento pertinente para o suporte hídrico e o posicionamento espacial do limbo na arquitetura dos ramos. Quanto mais alongado, maior o deslocamento da folha por luz para realizar a fotossíntese (Perez-Harguindeguy, 2016).

A fim de analisar a resistência dos limbos, é medida a espessura da folha. O valor costuma ser maior em ambientes mais ensolarados, secos e de baixa fertilidade, assim como em folhas de vida mais longa e a difusão de CO<sub>2</sub> é comumente mais lenta (Harguindeguy, 2016). A razão entre a matéria seca e fresca da folha é denominado conteúdo da matéria seca, o qual se relaciona negativamente com a taxa de crescimento da planta e positivamente com a vida útil da folha. Quando esse valor é alto, as folhas tendem a ser mais resistentes a riscos físicos e demoram mais a decompor (Perez-Harguindeguy, 2016).

Outra característica foliar relevante é a área foliar específica é a razão entre a área foliar fresca e a massa foliar seca em estufa. Essa característica está positivamente correlacionada com

a taxa fotossintética, disponibilidade de recursos, concentração de nitrogênio e negativamente correlacionada à concentração de carbono e disponibilidade de luz (Perez-Harguindeguy, 2016; Fagundes, 2022). A massa foliar por área é a razão entre a massa seca e a área foliar total de folha. Quanto maior o valor, mais densos são os tecidos e as lâminas do limbo. Há indícios de que quanto menos úmido e fértil o solo, maior a massa foliar por área, possibilitando maior vida útil de folhas em plantas com menos recursos no ambiente que pertencem (Wright *et al.*, 2004; Fagundes, 2022).

Cascas mais espessas protegem e isolam os meristemas e a gema do ambiente externo contra o fogo, altas temperaturas, ataques de patógenos, herbívoros, geadas e secas (Perez-Harguindeguy, 2016). A densidade específica da madeira é o valor da massa seca do ramo dividida pelo volume. O valor está positivamente relacionado a segurança biomecânica e hidráulica, assim como resistência contra patógenos, herbívoros e danos físico, também desempenha um papel essencial também no armazenamento de carbono em sua biomassa (Perez-Harguindeguy, 2016).

Os elementos minerais são essenciais para o funcionamento do sistema físico-químico das plantas. Não existem estudos que analisem a composição química ou traços funcionais das árvores em cercas, ou que correlacionem ambos fatores em qualquer comunidade.

Normalmente os estudos investigando cercas focam nas análises ambientais e de paisagem de *hedgerows* (nome designado para cercas-vivas) (Deckers, 2004; Wilkerson, 2014) ou das espécies herbáceas (Roy, 2008; Vanneste, 2020), não abordando as características funcionais dos indivíduos arbóreos.

O objetivo do presente trabalho foi responder as seguintes perguntas: 1. Quais as características funcionais dos indivíduos que habitam esses elementos? 2. Há plasticidade fenotípica no processo de adaptação desses indivíduos ao ambiente? As hipóteses são de que (1) as características comumente encontradas em espécies pioneiras sejam mais comuns em cercas-vivas, assim como (2) as espécies comuns às cercas e às florestas apresentem plasticidade fenotípica de forma que adaptam seus traços funcionais às diferentes condições e recursos dos ambientes.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1 Área de Estudo e Desenho Amostral**

O estudo foi conduzido em quatro cidades do Estado de Minas Gerais, sendo vinte cercas igualmente distribuídas nas cidades de Pedralva (Cercas 1) e Três Corações (Cercas 2) a fim de abranger maior heterogeneidade de ambientes e identificar se mesmo sendo ambientes diferentes os traços convergem. Foram escolhidas quatro florestas próximas entre si nas cidades de Lavras e Cana Verde (Apêndice A), utilizadas como grupo controle em relação às cercas. As áreas escolhidas eram ocupadas originalmente pela Floresta Estacional Semidecidual pertencentes ao domínio Mata Atlântica e a região de estudo possui o clima classificado como tipo Cwa de Köppen, exceto por Pedralva, definido como Cwb (Junior, 2009; Martins, 2018).

Pedralva e Três Corações são os municípios em que ocorreram o estudo das cercas, sendo a primeira cidade caracterizada com temperatura média de 18,9°C e precipitação 1653mm, e região de Três Corações, que também engloba um pequeno trecho de Cambuquira, apresenta uma temperatura média de 20,1°C, pluviosidade anual de 1517mm. Lavras e Cana Verde, cidades as quais pertencem as florestas estudadas, possuem temperatura com média de 20,2°C e 20,8°C e precipitação média anual de 1.237mm e 1325mm.

As cercas possuem no mínimo 300 metros de extensão, necessariamente conectadas a um fragmento florestal, com 70% de árvores tocando suas copas. Cada cerca teve três parcelas de 30 metros de comprimento e 1 metro de largura, com intervalo mínimo de 30 metros entre elas, sendo a primeira parcela iniciada no contato com o fragmento. As cercas foram selecionadas buscando abranger da melhor forma possível a área rural da região. As cercas tiveram os dados fitossociológicos levantados por Flávio Fernando Vilas Bôas de Oliveira e Ian Fonseca de Andrade Vallim. As espécies com suas respectivas abundância e biomassa estão no apêndice B.

As florestas de Lavras utilizadas como grupo controle tinham 35,21; 25,39 e 2,76 hectares de extensão e a de Cana Verde, 62,39 ha. Foram levantadas 25 parcelas de 400m<sup>2</sup> em cada área florestal, sendo parcelas apenas em interior de floresta. Os dados foram fornecidos pelo Laboratório de Fitogeografia e Ecologia Evolutiva (dados não publicados).

## 2.2 Espécies estudadas

O Diâmetro a Altura do Peito (DAP) mínimo das árvores e arvoretas incusas no trabalho foi  $\geq 3$  cm a 1,30 metros do solo. Foram coletadas as características funcionais dos indivíduos que representavam 80% da área basal das áreas selecionadas de estudo, sendo no mínimo 3 indivíduos (Garnier, 2004; Pakeman e Quested, 2007).

## 2.3 Coletas

A triagem e coleta das amostras foi realizada de acordo com as metodologias de Perez-Harguindeguy (2016) e Fagundes (2022) explicitadas a seguir.

Em cada indivíduo selecionado foi coletado um ramo do comprimento de um metro a partir da extremidade exposta ao sol no dossel da copa da árvore com folhas jovens e expandidas. Os últimos cinco centímetros de cada ramo foram retirados e amarrados com fita crepe a ramos de folhas a fim de utilizar três dessas folhas para as análises funcionais e no mínimo seis outras para análises químicas, sendo este conjunto armazenado em sacos plásticos até a triagem.

Nesta segunda etapa, foram anotados os dados da espessura e casca medidos com paquímetro sendo duas medições tomadas com  $90^\circ$  de diferença de direção uma da outra. A casca e a medula foram retiradas do ramo e o mesmo foi pesado em balança analítica de quatro dígitos e imerso em água em tubo tipo Falcon de 50ml por três dias. Para as três folhas coletadas foram medidos o comprimento e largura do limbo, comprimento do pecíolo e espessura da folha. Essas folhas foram pesadas também em balança analítica e escaneadas com uma escala de um centímetro quadrado para que posteriormente fosse extraída a área foliar.

As imagens das folhas scaneadas foram tratadas no software ImageJ, o qual permitiu calcular a área foliar em centímetros. Os dados de folhas com três repetições foram utilizados para gerar um valor médio para cada indivíduo.

As três folhas escaneadas e as folhas restantes foram armazenadas separadamente em saquinhos de papel, identificadas e colocadas por 72 horas em estufa de 70 graus até obter peso constante. As três folhas foram pesadas novamente e as outras folhas foram direcionadas para a parte química. Para isso, elas foram trituradas em moedor elétrico, armazenadas em saquinhos plásticos de  $4 \times 23$ cm, identificadas e analisadas no espectômetro de fluorescência de raios PXRF

que captam entre magnésio e urânio (Silva, *et al.* 2021). O equipamento pertence ao Laboratório de Ciências do Solos da UFLA.

Os ramos imersos nos tubos por três dias tiveram seus valores pesados e foram fincados em pinças pontiagudas e mergulhadas em um recipiente com água, que, por sua vez, se encontrava em cima da balança analítica tarada. O valor do volume foi anotado ao momento que todo o ramo ficasse submerso à água do recipiente. Os ramos então eram secados em papéis-toalha, colocados e identificados em sacos de papel e permaneciam por 72 horas em estufa de 70 graus até obter peso constante, e assim, o ramo seco era pesado mais uma vez.

## 2.4 Análise de dados

Os dados foram organizados e tabulados no Microsoft Office Professional Plus Excel 2016, por meio do qual foram calculadas as médias das duas medidas de espessura da casca e das três medidas de comprimento e largura do limbo, comprimento do pecíolo e espessura da folha. Para as análises estatísticas foi utilizado o software R versão 4.3.0 (R Core Team, 2020).

As características funcionais e as químicas foram testadas com a finalidade de retirar os traços redundantes das análises por meio da correlação com método de Spearman utilizando-se o pacote ggplot2 (Wickham, 2016). Foram consideradas como altamente correlacionadas as variáveis com o Coeficiente de Correlação ( $|\rho| > 0,96$ ) (Zuur *et al.*, 2009).

Foi utilizado *Community Weighted Mean* (CWM) sendo as comunidades ponderadas por parcelas, a fim de aprimorar a compreensão dos traços funcionais de cada área estudada considerando abundância como fator peso. Para compreender a similaridade e variação dos traços funcionais e químicos entre as cercas e floresta foi aplicada a *Principal Component Analysis* (PCA) utilizando-se o pacote factoextra (Kassambara; Mundt, 2020).

Todos os dados passaram por teste de normalidade Shapiro-Walk. Sendo os dados não normais, foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis a partir do pacote agricolae (Mendiburu, 2023) para análises comparativas entre características de cada área e a função boxplot para melhor visualização da distribuição dos dados. Massa foliar por área foi representado por área foliar específica por serem fórmulas inversas, sendo tratada então como correspondente de correlação negativa.

Na tabulação dos dados químicos, foram excluídos os elementos que tinham o valor semelhante ou menor que o erro de leitura, pois não são valores confiáveis (Feret, *et al.*, 2003).

### **3. RESULTADOS**

Foram analisadas as características funcionais de folhas, ramos e os teores químicos foliares de 103 indivíduos das cercas comparadas com 306 indivíduos florestais. Nessas comunidades foram encontrados 15 elementos químicos dentre o espectro que o PXRf é capaz de capturar.

Para a investigação de plasticidade, foram utilizados 166 indivíduos de espécies e gêneros comuns às cercas e florestas. Nessas comunidades foram analisados os 14 elementos químicos encontrados nas amostras.

Não foi encontrada nenhuma alta correlação ( $|\rho| > 0,96$ ) entre os traços e elementos químicos das áreas de cercas e florestas (figura 1).

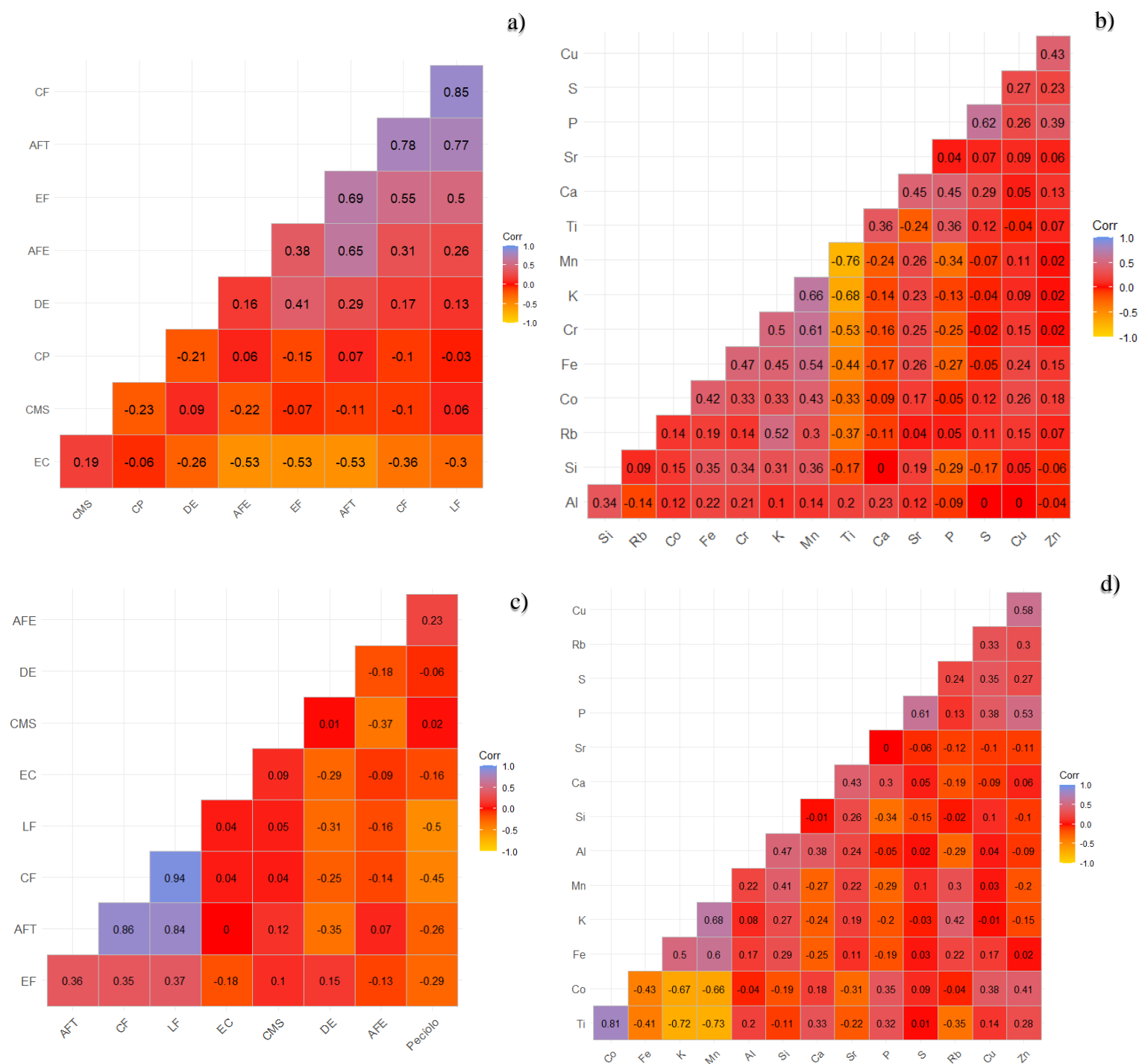


Figura 1 – Correlação de Sperman entre as métricas das características funcionais e químicas das cercas e florestas a) comparação das características funcionais por áreas; b) elementos químicos em comparação por áreas; c) características funcionais de espécies que ocorrem simultaneamente em cercas e florestas; d) elementos químicos de espécies que ocorrem simultaneamente em cercas e florestas. AFE = área foliar específica; LF = largura foliar; CF = comprimento foliar; AFT = área foliar total; EF = espessura foliar; DE = densidade específica; CMS = conteúdo da matéria seca; EC = espessura da casca; CP = comprimento de pecíolo.

### 3.1 Comparação de traços funcionais entre áreas

O PCA com tratamento em CWM indicou que as variáveis dos indivíduos de cercas 1 e 2 são similares entre si e se diferenciam do grupo controle composto pela floresta em variabilidade, pois cercas tem maior dispersão, e nos eixos, em termos de traços funcionais (figura 2). Outliers foram identificados e removidos da análise. A primeira dimensão explicou 45,9% da variação dos dados e a segunda 17,1%.

No teste de Shapiro-Walk de normalidade, nenhuma característica funcional se apresentou com distribuição normal, considerando o p-valor  $<0,05$ , dessa forma foi realizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (figura 3) a fim de compreender as expressões dos traços em cercas. Quando analisados os traços individualmente, o grupo de cercas apresentou, em relação às florestas, menor área foliar total e específica, comprimento e espessura das folhas menores e maior espessura da casca. Alguns traços, como na densidade da madeira, comprimento do pecíolo e largura foliar, os valores da cerca 1 são mais semelhantes de florestas que de cerca 2, ao passo que o conteúdo da matéria seca é maior em C1 e menor em C2 que o grupo controle.

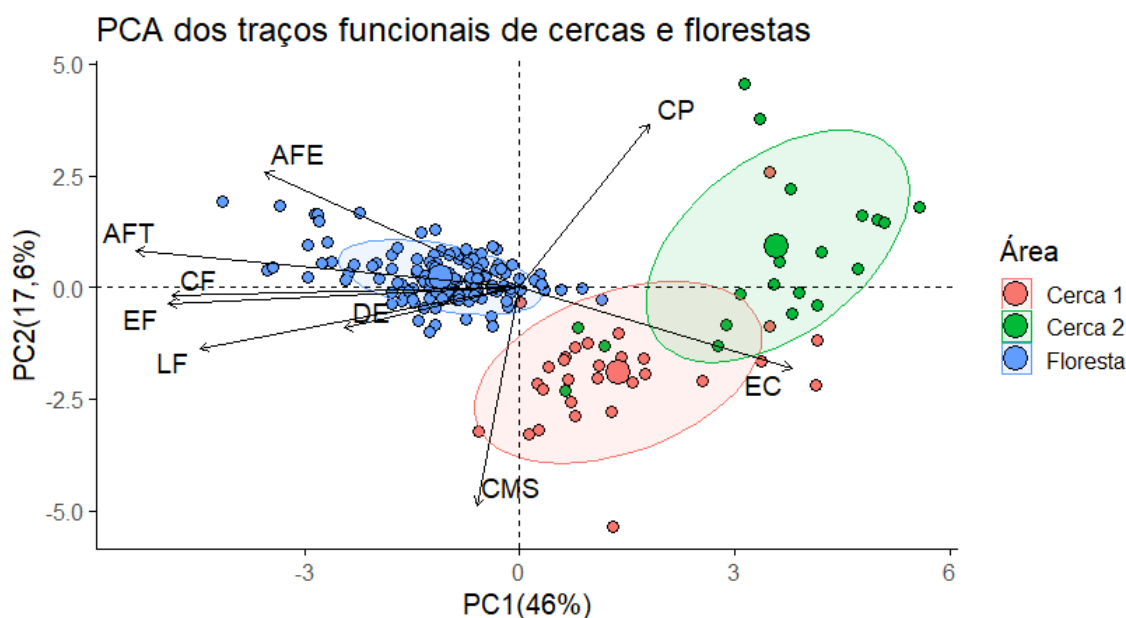


Figura 2 – Gráfico de dispersão bidimensional dos dois primeiros componentes principais (PC1 e PC2) derivados da análise de PCA das características funcionais de cercas e florestas com tratamento de CWM. Cada ponto representa um indivíduo e é colorido de acordo com a área correspondente: Cercas 1 (vermelho), Cercas 2 (verde) e Floresta (azul). AFE = área foliar específica; LF = largura foliar; CF = comprimento foliar; AFT = área foliar total; EF = espessura foliar; DE = densidade específica; CMS = conteúdo da matéria seca; EC = espessura da casca; CP = comprimento de pecíolo.

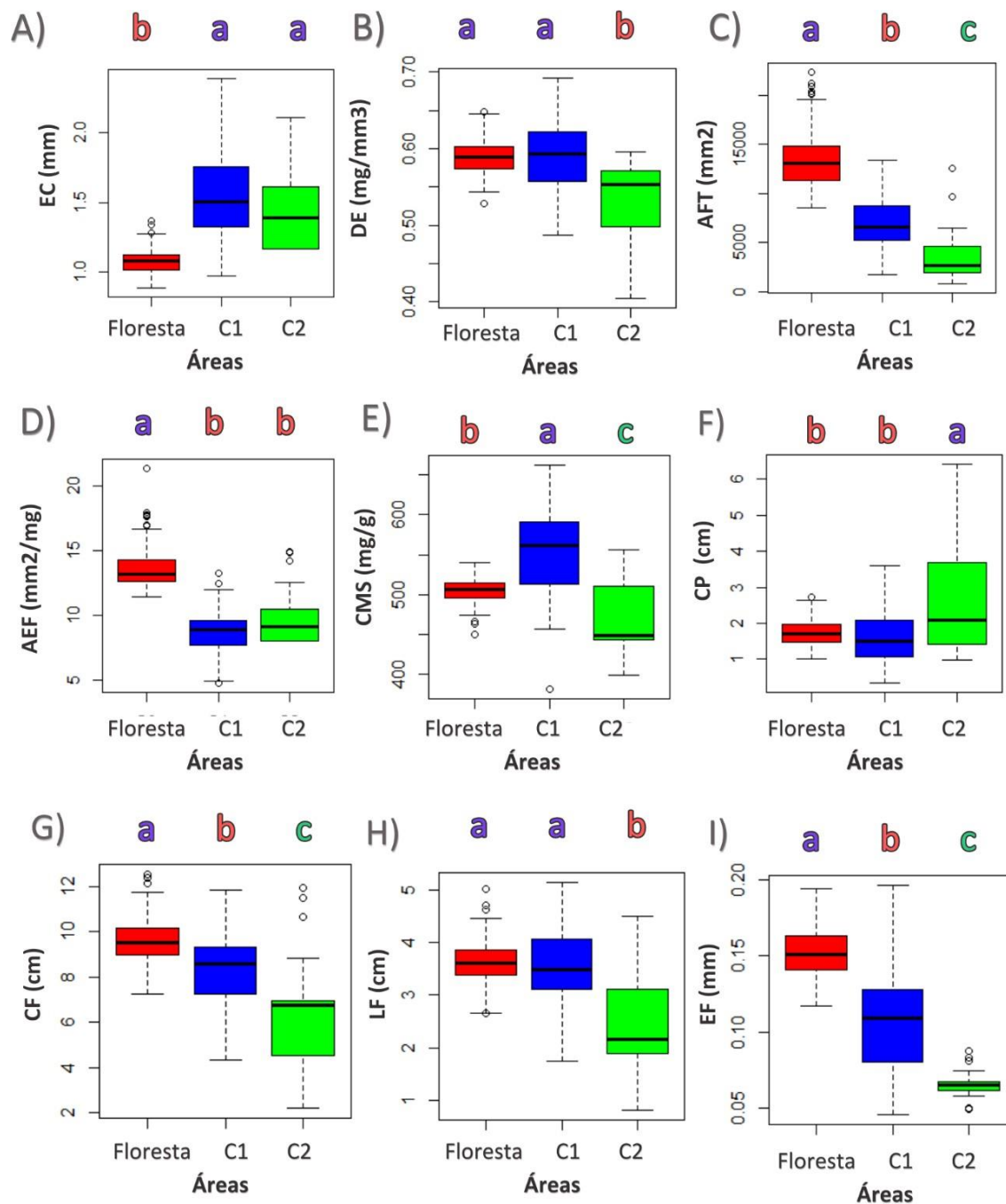


Figura 3 – Boxplot das características funcionais com adição das letras correspondentes às métricas de cada área geradas a partir do teste Kruskal-Wallis. Letras diferentes diferem os traços significativamente. AFE = área foliar específica; LF = largura foliar; CF = comprimento foliar; AFT = área foliar total; EF = espessura foliar; DE = densidade específica; CMS = conteúdo da matéria seca; EC = espessura da casca; CP = comprimento foliar.

### 3.2 Comparação de elementos químicos entre áreas

O PCA indicou uma separação clara entre as cercas e as florestas. Florestas apresentaram maior concentração de titânio, cálcio, potássio e enxofre e os outros elementos (Zn, Rb, Cu, Sr, K, Ni, Cr, Fe, Mn e Si) são encontrados em maior valor nas cercas (figura 4 e Apêndice C).

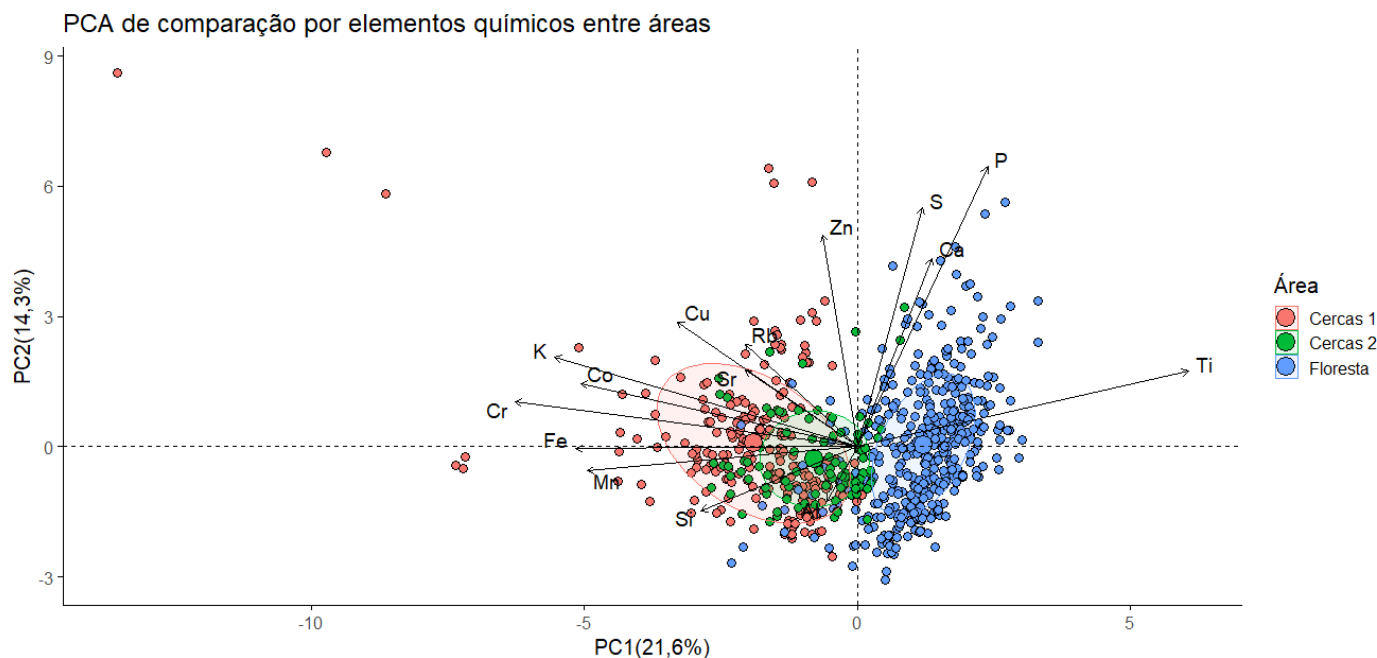


Figura 4 – Gráfico de dispersão bidimensional dos dois primeiros componentes principais (PC1 e PC2) derivados da análise de PCA dos elementos químicos entre áreas. Cada ponto representa um indivíduo e é colorido de acordo com a área correspondente: Cercas 1 (vermelho), Cercas 2 (verde) e Floresta (azul).

### 3.3 Plasticidade dos traços funcionais entre áreas

A análise de PCA mostrou que florestas e cercas são funcionalmente similares quando se usa as características funcionais das espécies e gêneros em comum aos dois ambientes. Isso indica que em áreas de estruturas diferentes como em interior de florestas e cercas, as espécies comuns a eles mantêm características funcionais semelhantes, indicando a ausência de plasticidade em diversidade funcional (figura 5).

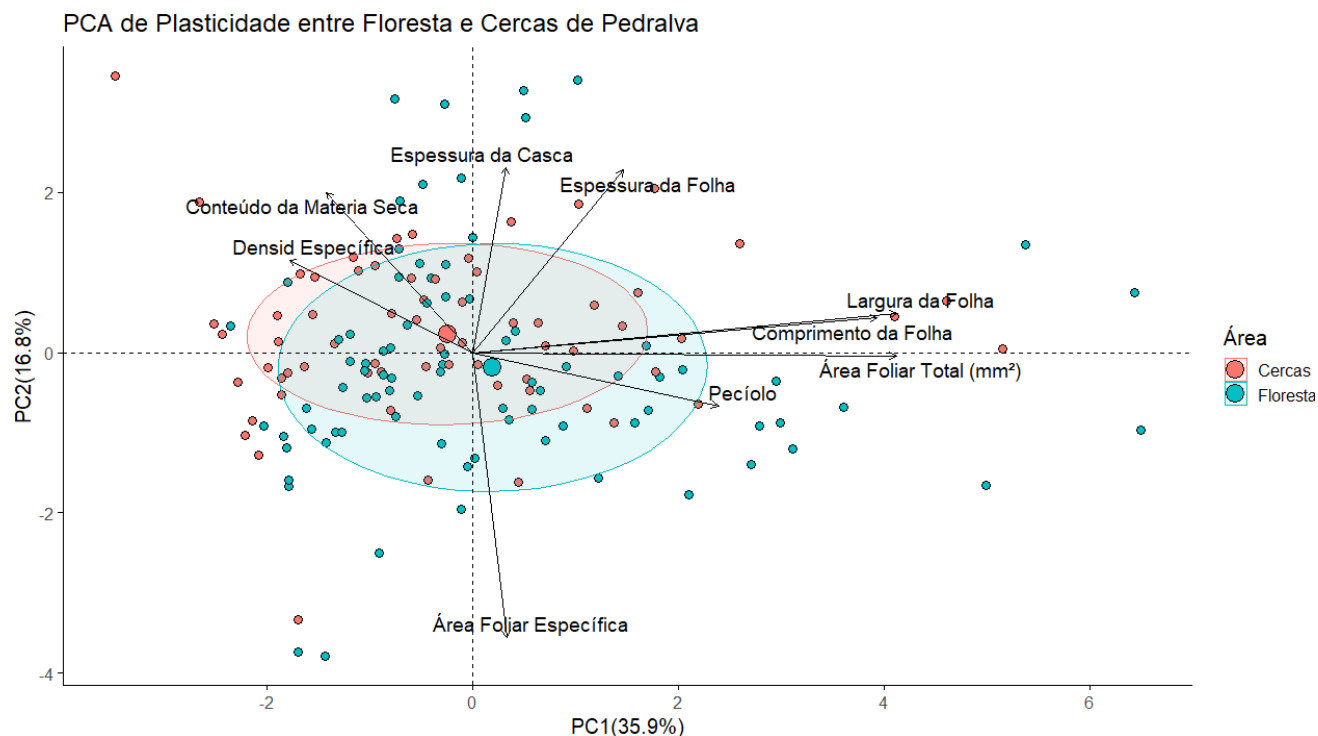


Figura 5 – Gráfico de dispersão bidimensional dos dois primeiros componentes principais (PC1 e PC2) derivados da análise de PCA da plasticidade dos traços funcionais entre áreas. Cada ponto representa um indivíduo e é colorido de acordo com a área correspondente: Cercas (vermelho) e Floresta (azul).

Contrastando com os resultados do PCA, o teste de Kruskal-Wallis (o teste de normalidade Shapiro-Walk mostrou que nenhum traço possuía distribuição normal) apontou que quando as áreas foram comparadas individualmente para cada característica (figura 6), os indivíduos das espécies comuns aos ambientes apresentam nas cercas maior espessura da casca, conteúdo da matéria seca, e menor espessura da folha, área foliar específica e total em comparação à floresta. Os traços de pecíolo, largura e comprimento foram semelhantes entre as áreas. A densidade específica da floresta é semelhante à cerca 2 e ambas se distanciam de cerca 1.

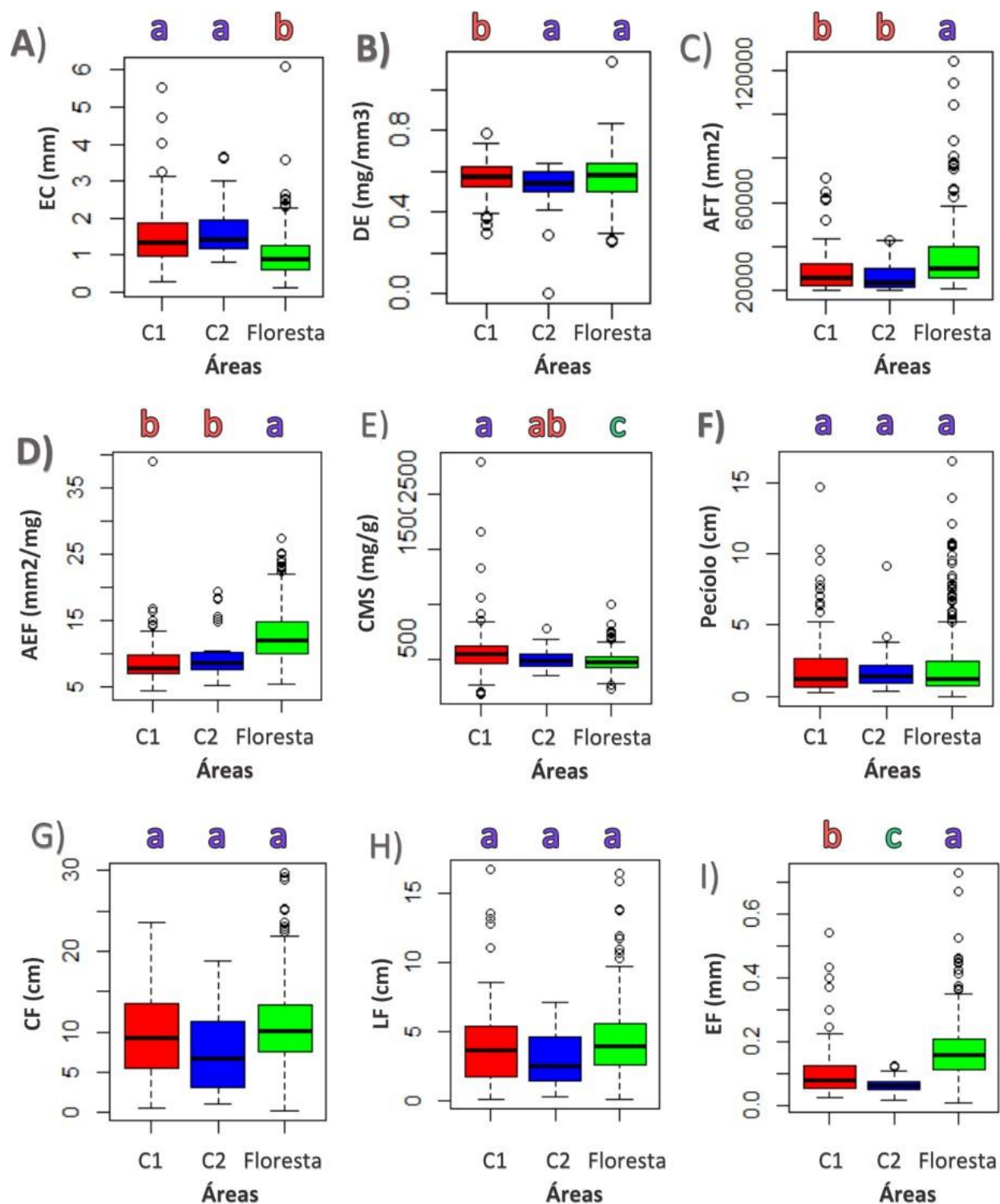


Figura 6 – Boxplot das características funcionais com adição das letras correspondentes às métricas de cada área geradas a partir do teste Kruskal-Wallis. Letras diferentes diferem os traços significativamente. AFE = área foliar específica; LF = largura foliar; CF = comprimento foliar; AFT = área foliar total; EF = espessura foliar; DE = densidade específica; CMS = conteúdo da matéria seca; EC = espessura da casca; CP = comprimento de pecíolo.

### 3.4 Plasticidade de elementos químicos

Na análise de PCA, cercas e florestas se diferenciaram entre si. Nesse cenário, as florestas tiveram maior concentração de cálcio, titânio, cobalto, potássio, enxofre e zinco, a posse que os outros elementos (Al, Si, Sr, Mn, Fe, K, Cu e Rb) tiveram maior valor nas cercas (figura 7 e Apêndice C).

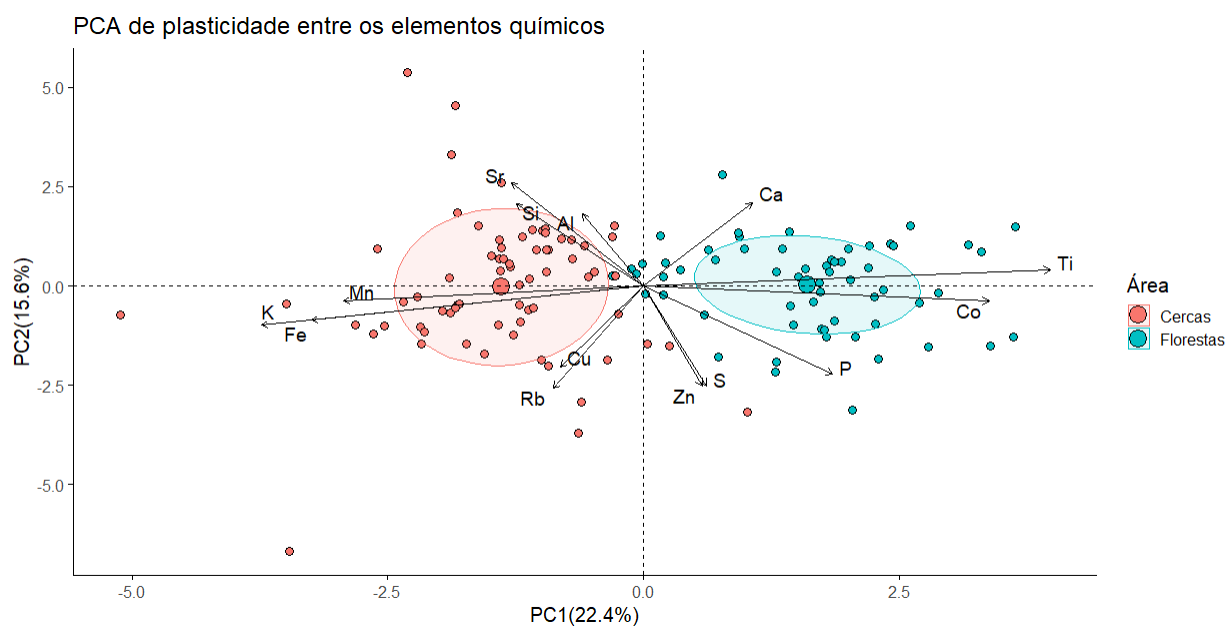


Figura 7 – Gráfico de dispersão bidimensional dos dois primeiros componentes principais (PC1 e PC2) derivados da análise de PCA da plasticidade de elementos químicos entre áreas. Cada ponto representa um indivíduo e é colorido de acordo com a área correspondente: Cercas (vermelho) e Florestas (azul).

#### 4. DISCUSSÃO

As análises realizadas apontam para diferenças significativas na estrutura e características das cercas em comparação com as florestas. Cercas diferiram das florestas principalmente quando todas as espécies analisadas para características funcionais foram incluídas. Esta diferenciação foi menor quando apenas as espécies e gêneros comuns aos dois ambientais foram incluídas, embora, mesmo assim, para algumas características funcionais e químicas cercas foram diferentes de florestas. Considerando que este é o primeiro estudo avaliando isso, os resultados obtidos permitiram uma compreensão mais precisa das estratégias e síndromes de espécies que ocupam cercas e o que as permitem tolerar as condições específicas inerentes a estes elementos lineares da paisagem, tais como elevada luminosidade e impactos da matriz circundante.

A partir dos resultados levantados, podemos inferir que árvores de cercas apresentam cascas espessas; área foliar específica e total com valores baixos e folhas mais finas. É possível que o fato de as cercas não estarem inseridas em paisagens padronizadas, sofrerem influências de diferentes culturas agropecuárias, mudanças e impactos microclimáticos inconstantes, heterogeneidade de condições ambientais justifiquem a alta diversidade funcional nas duas cercas, a divergência entre elas no PCA e na ausência de padrão na densidade da madeira, tamanhos de pecíolo e do conteúdo de matéria seca entre as cercas.

As cercas são geralmente utilizadas como divisas de pequenas propriedades rurais e glebas de terra, como piquetes de pastagens, áreas estas com maior incidência de fogo que em florestas bem conservadas. O fato de as cascas de árvores em cercas serem mais espessas nesses ambientes tanto em comparação com floresta, quanto em plasticidade indica adaptação desses indivíduos em proteção a seus órgãos internos das modificações climáticas extremas (Lawes, 2011; Pausas, 2014; Schafer, 2015), contra perda de água em locais de temperaturas altas, alta luminosidade, baixa umidade e impactos intensos como geada e fogo (Perez-Harguindeguy, 2016). A presença de suber espesso em ambientes mais áridos, está relacionada à perda de água, estresses e pragas (Pausas, 2014). Existem evidências de que ambientes em regime de incêndio podem ser um fator relevante para o desenvolvimento de cascas mais grossas na comunidade presente e aumenta a chance de sobrevivência arbórea mais que o valor de altura ou espessura do caule (Lawes, 2011; Schafer, 2015).

O metabolismo acelerado com pouco gasto de construção volumétrica tem como consequência a formação de indivíduos com baixa densidade específica de madeira (Perez-Harguindeguy, 2016), traço encontrado em C2, que são situadas em um ambiente majoritariamente de Cerrado. Em geral, ambientes mais savânicos com menor disponibilidade de água apresentam menores densidades de madeira (Medina e Silva, 1990). C1, entretanto, de composição mais florestal, apresentou madeiras tão densas quanto o grupo controle. Por outra perspectiva, Laurance (2006) não encontrou efeito significativo da DE entre árvores de borda e internos da floresta, porém, correlacionou o valor de densidade com o rápido crescimento. Outro trabalho encontrou menor valor de densidade da madeira em árvores pioneiras relacionada ao fogo (Benchimol; Perez, 2015) pela maior suscetibilidade das espécies de madeira pesada à dessecação.

Folhas são comumente mais espessas em áreas mais secas, ensolaradas, menos férteis, assim como possuem geralmente folhas de vida útil mais longas, o qual está associado a menor taxa fotossintética por unidade de massa foliar (Perez-Harguindeguy, 2016), entretanto essa pesquisa encontrou folhas mais finas em cercas que em florestas. Folhas de baixa espessura realizam rápida difusão de CO<sub>2</sub>, por ter maior condutância do mesófilo, as vias de difusão são mais próximas (Perez-Harguindeguy, 2016), além de redução de gasto energético no desenvolvimento foliar. Macieira *et al.* (2020) também encontraram menores valores de espessura da lâmina em pioneiras e classificaram como um dos traços quantitativos mais eficientes para a classificação de plantas pioneiras e não pioneiras das florestas tropical úmidas do sudeste do Brasil.

As florestas apresentaram maior área foliar específica que as cercas, o que significa um maior investimento em folhas proporcionalmente maiores em área em relação a biomassa alocada aumentando assim a captação de luz, um recurso limitado em florestas (Poorter; van der Werf, 1998; Poorter; Nagel, 2000; Poorter, 2008) mas não em cercas. Folhas de menor AFE possibilitam às comunidades menor investimento no crescimento dos tecidos, reduzindo gasto de energia e evitando também perda excessiva do teor hídrico, considerando que são expostas a alta radiação solar e quanto maior a área foliar, maior sua transpiração. Quando o valor da área específica foliar é baixo, sugere maior concentração de carbono, menor concentração de nitrogênio, menos recursos disponíveis e baixa taxa de fotossíntese (Perez-Harguindeguy, 2016), entretanto, folhas expostas a maiores temperaturas realizam mais transpiração e fotossíntese, assim, em ambientes secos é propício a ocorrência de folhas com áreas menores, o que reduz a evaporação (Givnish, 1984),

como ocorreu com os indivíduos de cercas. Ao mesmo tempo que pequenas folhas possibilitam ocupação em uma heterogeneidade de espaços, recebendo maior quantidade de micro raios de luz, amplificando o potencial de fotossíntese (Ritchie; Olf, 1999).

Outra estrutura com potencial de aumentar o espectro de luminosidade recebido pelas folhas é o tamanho do pecíolo. Estes são órgãos de baixo custo energético que auxiliam o alcance do limbo à luz (Sterck; Schiev, 2007) sendo em geral, mais alongados em ambientes de sombra. Porém, alguns estudos identificaram baixa ou nenhuma variação de tamanho de pecíolo em resposta a um ambiente iluminado (Niinemets; Kull, 1999; Niinemets; Fleck, 2002; Poorter, 2008), assim como ausência de plasticidade da característica entre diferentes variações ambientais (Poorter, 2008). Da mesma forma no presente estudo não houve diferença em plasticidade, entretanto na comparação com todas as espécies, C2 apresentou pecíolos longos enquanto C1 não se diferenciou do grupo controle. A torção ou mudança de ângulo do pecíolo é sugerida como uma alternativa para análise de plasticidade mais eficiente e barata para reduzir o auto sombreamento (Valladares, 1999; Galvez; Pearcy, 2003), esse traço, entretanto, não foi valorado nessa pesquisa, e a partir das considerações em literaturas e o encontrado em cercas, CP parece ser pouco relevante para os resultados aqui encontrados.

O traço conteúdo de matéria seca também não apresentou um padrão de comportamento em cercas, pois em C1 o CMS foi maior e em C2 menor que o grupo controle. Indivíduos com alto valor de CMS têm maior período de vida útil das folhas, limbos mais difíceis de decompor e mais resistentes à riscos físicos (Garnier; Laurent, 1994; Perez-Harguindeguy, 2016). Em comparação com as outras cidades desse trabalho, Pedralva (C1) tem temperaturas mais baixa e, de acordo com o site do INMET, maior incidência de geada, sendo possivelmente fatores relevantes para o desenvolvimento de folhas mais resistentes. É uma adaptação positiva também para árvores presentes em alta exposição à luz e alteração de climas, pois em condições de seca, quanto maior o valor de conteúdo de matéria seca, menos as folhas perdem seu teor de água (Ackerly *et al.*, 2002, Shipley *et al.*, 2006). Locais que possuem baixa área foliar total e espessura foliar geralmente estão associadas com alto conteúdo de matéria seca (Garnier *et al.*, 1999; Niinemets, 1999; Garnier, *et al.*, 2001; Perez-Harguindeguy, 2016).

A cerca 1 possui alto valor de CMS e pecíolos curtos, ambos fatores que podem ser desenvolvidos em ambientes de estresse microclimático, hídrico e alta incidência de luminosidade.

É possível que as cercas, por estarem situadas em ambientes com exposições a uma gama de impactos a depender da paisagem e região situada, desenvolva estratégias distintas de sobrevivência. A alta diversidade funcional de ambas cercas como visto no PCA expõe que alguns traços divergentes de cercas coexistem com a semelhança entre elas, ao serem comparadas com ambientes conservados, as florestas. O baixo valor de conteúdo da matéria seca em C2 pode ser justificado com outras estratégias de sobrevivência, como na pesquisa de Martínez-Garza (2013) em que também encontraram alto valor de massa foliar por área, porém baixo CMS em árvores pioneiras e sugeriram o desenvolvimento de raízes largas e profundas como possível estratégia secundária dessa comunidade.

Foi encontrado também altos valores nutricionais em folhas de árvores pioneiras de florestas amazônicas, associadas com folhas de tecidos finos e madeiras pouco densas, que promoveriam maior ciclagem de nutrientes no ecossistema em questão, a partir da rápida decomposição desses materiais e disponibilidade no solo para a comunidade (Aleixo, *et al.* 2019). Nesse sentido, existe uma lacuna de conhecimento pois poucos estudos correlacionam os traços funcionais aos nutrientes presentes nas folhas (Kumar, 2021).

A maioria das respostas dos traços funcionais por áreas e em espécies que coocorrem em ambos ambientes indicam que há plasticidade e que o ambiente modela como os indivíduos irão ocorrer. Possivelmente a análise em PCA para plasticidade apresentou diversidade e características funcionais convergentes entre cercas e floresta pela baixa explicação dimensional, baixa quantidade de espécies que coocorrem e pelos valores de pecíolo, largura e comprimento foliar que não foram características plásticas para essas áreas, podendo assim, alterar o resultado.

Podemos afirmar que as cercas se assemelham em suas características por terem as mesmas influências ecossistêmicas de propriedades agrícolas que estão inseridas, entretanto, se divergem em outros traços podendo ter influência do domínio morfoclimático e das diferentes culturas dessas propriedades do entorno. As semelhanças, no entanto, ocorrem mesmo as cercas tendo composições de espécies bastante diferentes entre si (Vallim, 2022). Ou seja, o ambiente das cercas com elevada luminosidade, baixa umidade, exposição a ventos e maior incidência de fogo parece selecionar dentre o *pool* local de espécies, aquelas com características funcionais adaptadas a tais condições. Assim, espécies características de cercas apresentam uma síndrome funcional caracterizada por baixa espessura foliar, área foliar específica e total; súber espesso e alta

concentração em nutrientes. Parte destas características também caracteriza as espécies pioneiras e de bordas de florestas.

## 5. CONCLUSÃO

Existe uma diferenciação clara entre as comunidades que habitam cercas e as que habitam florestas, sendo que as de cercas possuem adaptações a habitats mais estressantes de alta luminosidade, maior exposição à matriz e baixa umidade. Árvores em cercas possuem casca mais espessa, que as protege do fogo e outras intempéries como perda de água e mudanças climáticas extremas; folhas pequenas e finas que favorecem contra o déficit hídrico e altos valores minerais na composição de suas folhas. Esses aspectos funcionais encontrados são similares aos encontrados em indivíduos de bordas de florestas, comumente sendo espécies pioneiras.

A plasticidade em cercas ocorre principalmente em elementos químicos, já a nível de características funcionais, o PCA demonstra convergência em diversidade e traços, entretanto, ao observar individualmente a espessura da folha e casca, densidade de madeira, área foliar total e específica, conclui-se que as comunidades se adaptam nesses aspectos às diferentes influências ambientais.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A presente pesquisa pode ser base para futuras investigações sobre PEP's e linhas de árvores em cercas, assim como embasamento para a sua conservação e melhorar a compreensão das adaptações arbóreas em ambientes propícios a grandes impactos de eventos microclimáticos, os quais têm se tornado mais frequentes e extremos nos últimos anos.

É necessário que sejam realizados mais estudos que complementem as informações existentes, como análise de características funcionais em outros pequenos elementos da paisagem, como linhas de árvores em valos e árvores isoladas, em comparação com cercas e fragmentos. Outros estudos que investiguem a uso das cercas pela fauna e qual a utilidade para esses grupos forneceriam maior robustez para compreender o papel ecológico das cercas na paisagem, assim como avaliar a história e os traços funcionais das árvores em cercas de outros biomas com diferentes influências ambientais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKERLY, D.D., KNIGHT, C.A., WEISS, S.B., BARTON, K., STARMER, K.P. Leaf size, specific leaf area and microhabitat distribution of chaparral woody plants: contrasting patterns in species level and community level analyses. **Oecologia** 130, 449–457, 2002.
- ALEIXO, I., NORRIS, D., HEMERIK, L., BARBOSA, A., PRATA, E., COSTA, F., & POORTER, L. Amazonian rainforest tree mortality driven by climate and functional traits. **Nature Climate Change**, 9(5), 384-388, 2019.
- BAUDRY, Jacques; BUNCE, R. G. H.; BUREL, Françoise. Hedgerows: an international perspective on their origin, function and management. **Journal of environmental management**, v. 60, n. 1, p. 7-22, 2000.
- BAUER, Luise *et al.* Edge Effects in Amazon Forests: Integrating Remote Sensing and Modelling to Assess Changes in Biomass and Productivity. **Remote Sensing**, v. 16, n. 3, p. 501, 2024.
- BENCHIMOL, Maíra; PERES, Carlos A. Edge-mediated compositional and functional decay of tree assemblages in Amazonian Forest islands after 26 years of isolation. **Journal of Ecology**, v. 103, n. 2, p. 408-420, 2015.
- CARVAJAL M.; ALCARAZ, C.F. Why titanium is a beneficial element for plants. **J Plant Nutr.** 21 (4): 655-664. 1998.
- CORNELISSEN JHC, LAVOREL S, GARNIER E, DÍAZ S, BUCHMANN N, GURVICH DE, REICH PB, TER STEEGE H, MORGAN HD, VAN DER HEIJDEN MGA, PAUSAS JG, POORTER H. A handbook of protocols for standarised and easy measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany** 51, 335–380. doi:10.1071/BT02124. 2003.
- DECKERS, Bart, Verheyen, K., Hermy, M., & Muys, B. Differential environmental response of plant functional types in hedgerow habitats. **Basic and Applied Ecology**, v. 5, n. 6, p. 551-566, 2004.
- 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**, 105p. 2022.

- FERET, F. R., HAMOUCHE, H., BOISSONNEAULT, Y. Spectral interference in X-ray fluorescence analysis of common materials. **Advances in X-ray Analysis**, 46, 381-387. 2003.
- GALVEZ D., PEARCY R.W. Petiole twisting in the crowns of *Psychotria limonensis*: implications for light interception and daily carbon gain. **Oecologia** 135:22–29, 2003.
- GARNIER E.; LAURENT G. Leaf anatomy, specific mass and water content in congeneric annual and perennial grass species. **New Phytologist** 128: 725–736. 1994.
- GARNIER E., SALAGER J-L., LAURENT G., SONIÉ L. Relationships between photosynthesis, nitrogen and leaf structure in 14 grass species and their dependence on the basis of expression. **New Phytologist** 143: 119–129. 1999.
- GARNIER, E., LAURENT, G., BELLMANN, A., DEBAIN, S., BERTHELIER, P., DUCOUT, B., NAVAS, M. L. Consistency of species ranking based on functional leaf traits. **New phytologist**, v. 152, n. 1, p. 69-83, 2001.
- GARNIER, E., CORTEZ, J., BILLÈS, G., NAVAS, M. L., ROUMET, C., DEBUSSCHE, M., TOUSSAINT, J. P. (2004). Plant functional markers capture ecosystem properties during secondary succession. **Ecology**, 85(9), 2630-2637.
- GIVNISH TJ. Leaf and canopy adaptations in tropical forests. In: E Medina, HA Mooney, C Vasquez-Yanes, eds. **Physiological ecology of plants of the wet tropics**. The Hague, the Netherlands: Dr. W. Junk Publishers, 51–84. 1984.
- GUPPY, Chris N. et al. Competitive sorption reactions between phosphorus and organic matter in soil: a review. **Soil Research**, v. 43, n. 2, p. 189-202, 2005.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agropecuário: Resultados Definitivos. Rio de Janeiro: **IBGE**, 1974. ISSN 0103-6157, v. 8, p.1-105, 2019.
- JONASON, D., EKROOS, J., ÖCKINGER, E., HELENIUS, J., KUUSSAARI, M., TIAINEN, J., SMITH, H. G., & LINDBORG, R. Weak functional response to agricultural landscape homogenisation among plants, butterflies and birds. **Ecography**, 40(10), 1221–1230. <https://doi.org/10.1111/ecog.02268>. 2017.

- JÚNIOR, A. D. Aplicação da classificação de Köppen para o zoneamento climático do estado de Minas Gerais. Minas Gerais, Brasil, Universidade Federal de Lavras. 2009.
- KASSAMBARA, A.; MUNDT, F. Factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses. R Package Version 1.0.7. <https://CRAN.R-project.org/package=factoextra>. 2020.
- KUMAR, A., KUMAR, P., SINGH, H., KUMAR, N. Modulation of plant functional traits under essential plant nutrients during seasonal regime in natural forests of Garhwal Himalayas. **Plant and Soil**, 465, 197-212. 2021.
- LAURANCE, W. F., NASCIMENTO, H. E., LAURANCE, S. G., ANDRADE, A. C., FEARNSSIDE, P. M., RIBEIRO, J. E., CAPRETZ, R. L. Rain forest fragmentation and the proliferation of successional trees. **Ecology**, 87(2), 469-482. 2006.
- LAWES, Michael J. *et al.* How do small savanna trees avoid stem mortality by fire? The roles of stem diameter, height and bark thickness. **Ecosphere**, v. 2, n. 4, p. 1-13, 2011.
- MACIEIRA, Bernardo Pretti Becacici *et al.* Stem and leaf functional traits allow successional classification in six pioneer and non-pioneer tree species in Tropical Moist Broadleaved Forests. **Ecological Indicators**, v. 113, p. 106-254. 2020.
- MARTINS, F. B., GONZAGA, G., DOS SANTOS, D. F., REBOITA, M. S. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite para Minas Gerais: cenário atual e projeções futuras. **Revista Brasileira de Climatologia**. 2018.
- MARTÍNEZ-GARZA, C., BONGERS, F., POORTER, L. Are functional traits good predictors of species performance in restoration plantings in tropical abandoned pastures? **Forest Ecology and Management**, 303, 35-45. 2013.
- MEDINA, E., SILVA, J. F. (1990). Savannas of northern South America: a steady state regulated by water-fire interactions on a background of low nutrient availability. **Journal of Biogeography**, 403-413.
- MENDIBURU, F. agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research. R package version 1.3-7, <https://CRAN.R-project.org/package=agricolae>. 2023

- NIINEMETS, Ü. Components of leaf dry mass per area – thickness and density – alter leaf photosynthetic capacity in reverse directions in woody plants. **New Phytologist** 144: 35–47. 1999.
- NIINEMETS U., FLECK S. Leaf biomechanics and biomass investment in support in relation to long-term irradiance in *Fagus*. **Plant Biol** 4:523–534. 2002.
- PAULILO, Maria Terezinha Silveira; VIANA, Ana Maria; RANDI, Áurea Maria. Fisiologia vegetal. **Universidade Federal de Santa Catarina**, CED/LANTEC/UFSC, 2015.
- PAUSAS, Juli G. Bark thickness and fire regime. **Functional Ecology**, v. 29, n. 3, p. 315-327, 2015.
- PEREZ-HARGUINDEGUY, N., DIAZ, S., GARNIER, E., LAVOREL, S., POORTER, H., JAUREGUIBERRY, P., CORNELISSEN, J. H. C. New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of botany**, 64(8), 715-716. 2016.
- POORTER, H.; NAGEL, O. The role of biomass allocation in the growth response of plants to different levels of light, CO<sub>2</sub>, nutrients and water: a quantitative review. **Austr. J. Plant Physiol.** 27: 595–607. 2000.
- POORTER, H.; VAN DER WERF, A. Is inherent variation in RGR determined by LAR at low irradiance and by NAR at high irradiance? A review of herbaceous species. In: *Inherent Variation in Plant Growth*. (Lambers H. & Poorter H. & Van Vuuren M. M. I., eds), pp. 309–336. **Backhuys Publishers**, Leiden. 1998.
- POORTER, Lourens; ROZENDAAL, Danaë MA. Leaf size and leaf display of thirty-eight tropical tree species. **Oecologia**, v. 158, p. 35-46, 2008.
- R CORE TEAM. R: a language and environment for statistical computing. Vienna: **R Foundation for Statistical**. Computing. 2020.
- RITCHIE M.E., OLFF H. Spatial scaling laws yield a synthetic theory of biodiversity. **Nature** 400:557–560. 1999.

- ROY, Valérie; DE BLOIS, Sylvie. Evaluating hedgerow corridors for the conservation of native forest herb diversity. **Biological conservation**, v. 141, n. 1, p. 298-307, 2008.
- SANTANA, Lucas Deziderio. Capões naturais de florestas nebulares: efeito de borda e diversidade funcional. Universidade Federal de Lavras. 2021.
- SCHAFFER, J. L., BRESLOW, B. P., HOHMANN, M. G., HOFFMANN, W. A. Relative bark thickness is correlated with tree species distributions along a fire frequency gradient. **Fire Ecology**, 11(1), 74-87. 2015.
- SHIPLEY, B., LECHOWEICZ, M.J., WRIGHT, I., REICH, P.B., Fundamental trade-offs generating the worldwide leaf economics spectrum. **Ecology** 87, 535–541. 2006.
- SIQUEIRA, F. F., DE CARVALHO, D., RHODES, J., ARCHIBALD, C. L., REZENDE, V. L., & VAN DEN BERG, E. (2021). Small landscape elements double connectivity in highly fragmented areas of the Brazilian Atlantic forest. **Frontiers in Ecology and Evolution**, 9, 614362.
- SILVA, S. H. G., RIBEIRO, B. T., GUERRA, M. B. B., DE CARVALHO, H. W. P., LOPES, G., CARVALHO, G. S., WEINDORF, D. C. pXRF in tropical soils: Methodology, applications, achievements and challenges. **Advances in Agronomy**, 167, 1-62. 2021.
- STERCK, Frank J.; SCHIEVING, Feike. 3-D growth patterns of trees: effects of carbon economy, meristem activity, and selection. **Ecological Monographs**, v. 77, n. 3, p. 405-420, 2007.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 4. ed. Porto Alegre: **Artmed Editora**, 2009.
- VALLIM, Ian Fonseca de Andrade. (2022) Estudo da Diversidade de Árvores em Cercas no Sul de Minas Gerais. Universidade Federal de Lavras.
- VALLADARES F. Architecture, ecology, and the evolution of plant crowns. In: Pugnaire F, Valladares F (eds) **The handbook of functional plant ecology**. Dekker, New York, pp 122–177. 1999.
- VANNESTE, T., VAN DEN BERGE, S., RISKÉ, E., BRUNET, J., DECOCQ, G., DIEKMANN, M., DE FRENNE, P. Hedging against biodiversity loss: forest herbs' performance in

- hedgerows across temperate Europe. **Journal of Vegetation Science**, 31(5), 817-829. 2020.
- WICKHAM H. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York. ISBN 978-3-319-24277-4, <https://ggplot2.tidyverse.org>. 2016.
- WILKERSON, Marit L. Using hedgerows as model linkages to examine non-native plant patterns. **Agriculture, ecosystems & environment**, v. 192, p. 38-46, 2014.
- WRIGHT I.J., *et al.* (2004) The worldwide leaf economics spectrum. **Nature** 428, 821–827. doi:10.1038/nature02403
- ZUUR, A.F.; IENO, E.N.; WALKER, N.J.; SAVELIEV, A.A.; SMITH, G.M. *Mixed effects models and extensions in ecology with R*. Springer-Verlag, Nova York. 2009.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A: COORDENADAS DAS ÁREAS

Tabela: Coordenadas geográficas das florestas e cercas utilizadas nessa pesquisa, com sua respectiva cidade.

Área	Cidade	Latitude	Longitude
Floresta	Cana Verde	20°59'21,99''S	45°10'45,71''W
	Lavras	21°13'18,31''S	44°52'49,94''W
		21°13'19,36''S	44°57'47,63''W
Cercas	Três Corações	21°1'38,66''S	44°58'01,47''W
		20°48'30,01''S	45°15'43,06''W
		21°49'18,10''S	45°15'46,96''W
		21°48'14,44''S	45°13'25,47''W
		21°35'27,16''S	45°11'22,37''W
		21°35'30,73''S	45°10'14,74''W
		21°36'40,26''S	45°15'43,47''W
		21°36'32,48''S	45°11'20,30''W
		21°44'30,39''S	45°08'00,45''W
		21°37'16,48''S	45°18'01,90''W
		21°42'27,17''S	45°11'51,78''W
		22°17'36,55''S	45°27'15,60''W
		22°18'20,79''S	45°29'03,21''W
		22°18'25,84''S	45°33'16,66''W
		22°14'52,88''S	45°26'16,81''W
Pedralva	22°15'09,30''S	45°27'29,34''W	
	22°15'51,89''S	45°28'58,69''W	
	22°11'15,46''S	45°28'33,00''W	
	22°17'37,35''S	45°25'15,66''W	
	22°14'28,36''S	45°29'22,84''W	
		22°13'05,00''S	45°26'25,83''W

## APÊNDICE B: ESPÉCIES DAS CERCAS

Tabela: Espécies encontradas nas cercas de Pedralva (Cercas 1) e de Três Corações (Cercas 2) e sua respectiva abundância e biomassa (kg).

Espécies	Cerca 1		Cerca 2	
	Abundância	Biomassa (kg)	Abundância	Biomassa (kg)
<i>Aegiphila integrifolia</i> Moldenke			1	245.70
<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	6	976.95		
<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.			3	196.29
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	2	15897.21	3	1846.71
<i>Annona sylvatica</i> A.St.- Hil.	9	672.11	6	49.60
<i>Aspidosperma australe</i> Müll.Arg.			1	21.83
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll.Arg.			1	5.00
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A.DC.	2	131.19		
<i>Bauhinia variegata</i> L.	2	710.84		
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> Kunth			1	0.28
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth			14	689.15
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	3	460.09		
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	2	1046.28		
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.			1	9.17
<i>Casearia decandra</i> Jacq.			2	30.67
<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	1	348.69		
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	17	1658.11	10	15.60
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	1	36.86		
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	60	3151.31	14	420.40
<i>Cassia ferruginea</i> (Schrad.) Schrad. Ex DC	1	572.72		
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	1	2079.66	3	207.38
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	1	7449.01		
<i>Celtis brasiliensis</i> (Gardner) Planch.	11	227.37	3	50.75
<i>Chomelia pohliana</i> Müll.Arg.			1	0.82
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook.F.) Radlk.			3	57.52
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	6	5399.15	44	14096.84
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	3	4376.00	3	2793.00
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrád. Ex steud	2	540.75	5	477.42
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	14	3143.39	2	484.45
<i>Cryptocaria moschata</i> Nees & Mart.	6	6548.51		
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Meisn.			9	11594.63
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	1	34.58	5	87.18
<i>Dendropanax cuneatus</i> (Dc.) Decne. & Planch.			2	81.93

<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.			1	6.38
<i>Diospyros hispida</i> A.DC.			1	31.90
<i>Diploon cuspidatum</i> (Hoehne) Cronquist	1	49.22		
<i>Erythroxylum campestre</i> A.St.-Hil.	3	76.50	7	20.69
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.			1	131.91
<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A.St.-Hil.			1	0.40
<i>Eugenia dodonaeifolia</i> Cambess.			5	20.88
<i>Eugenia francavilleana</i> O.Berg			1	29.52
<i>Eugenia pluriflora</i> D.C.	78	1368.44	5	66.54
<i>Eugenia sonderiana</i> O.Berg			1	55.55
<i>Ficus guaranítica</i> Chodat	4	384.73		
<i>Ficus mexiae</i> Standl.	2	110.88		
<i>Ficus tomentella</i> (Miq.) Miq.			1	10.84
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz			1	94.10
<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil.			2	9.22
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. Ex DC.) Mattos			1	34.41
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose			3	103.95
<i>Ilex cerasifolia</i> Reissek			4	1625.46
<i>Inga uruguensis</i> Hook. & Arn.			1	0.56
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	1	57.86		
<i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat	1	67.74		
<i>Leucochloron incuriale</i> (Vell.) Barneby & J.W.Grimes			3	7.61
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	4	302.03		
<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.M.G.Azevedo & H.C.Lima			70	5774.42
<i>Luehea candicans</i> Mart.	1	1786.42		
<i>Luehea divaricata</i> Mart.			2	53.29
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.			2	39.46
<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi	1	30.55		
<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	3	394.81		
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld			1	3.66
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.			7	64.32
<i>Machaerium scleroxylon</i> Tul.	31	9537.41	16	1694.99
<i>Machaerium</i> sp. Pers.	10	638.54		
<i>Machaerium stipitatum</i> Vogel			1	35.17
<i>Machaerium villosum</i> Vogel	5	3308.97	1	534.16
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don Ex Steud	8	2126.13	9	753.02
<i>Maytenus ilicifolia</i> (Schrad.) Planch.	13	13663.82	6	296.40
<i>Miconia</i> sp. Ruiz & Pav.			1	1.67
<i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G. Sancho			4	190.82
<i>Morus nigra</i> L.			14	690.08

<i>Myrcia neoclusiiifolia</i> A.R.Lourenço & E.Lucas	1	68.44		
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.			1	38.54
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	3	413.33	4	20.59
<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West Ex Willd.) O.			4	25.03
<i>Myrciaria</i> sp. O.Berg			2	76.49
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br.			3	23.06
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze			2	1.07
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.			1	3.24
<i>Nectandra nitidula</i> Nees & Mart.			1	0.40
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart.			9	171.13
<i>Ocotea brachybotrya</i> (Meisn.) Mez	2	711.62		
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	5	164.83		
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer			1	1.75
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	1	9454.80	6	1903.84
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	1	188.85		
<i>Ocotea spixiana</i> (Nees) Mez			9	1930.78
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Baill.	1	201.16		
<i>Persea major</i> (Meisn.) L.e.kopp			5	1243.62
<i>Persea pyrifolia</i> var. Major Meisn.	2	97.69		
<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i> Mattos.			3	3055.12
<i>Piper aduncum</i> L.			4	70.59
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.			2	0.56
<i>Pithecellobium incuriale</i> (Vellozo) Benth.	8	2497.60		
<i>Platycyamus regnellii</i> Benth.			6	577.09
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	14	8289.85		
<i>Protium widgrenii</i> Engl.			58	1491.86
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.			2	58.74
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	1	49.45		
<i>Psidium guajava</i> L.	1	4.29		
<i>Randia ferox</i> (Cham. & Schltdl.) DC.			2	0.86
<i>Richeria grandis</i> Vahl	1	35.49	10	78.49
<i>Roupala montana</i> Aubl.	1	17.60		
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong			1	117.74
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	2	153.57		
<i>Senna macranthera</i> (DC. Ex Collad.) H.S. Barneby			2	10.28
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.			5	22.40
<i>Solanum granuloseprosum</i> Dunal			7	11.16
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger Et.			9	78.57
<i>Spondias Mombin</i> L.	1	20.14		
<i>Styrax camporum</i> Pohl	1	82.65		
<i>Swartzia multijuga</i> Benth.			3	24.78
<i>Sweetia fruticosa</i> Spreng.			1	247.55

<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	1	22.56		
<i>Vernonanthura divaricata</i> (Spreng.) H.Rob.	3	368.32	2	136.45
<i>Vernonanthura polyanthes</i> (Spreng.) Veja & Dematteis			15	371.36
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke			1	437.49
<i>Vitex polygama</i> Cham.			14	53.37
<i>Zanthoxylum monogynum</i> A.St.-Hil.	3	2761.13		
<i>Zanthoxylum petiolare</i> A.St.-Hil. & Tul.			4	135.75
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	23	2639.30		
<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.			1	14.66
<i>Aegiphila integrifolia</i> Moldenke	2	139.99	8	705.92
<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.			3	148.56

### APÊNDICE C: TABELA DESCRITIVA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

Tabela: Descrição estatística sobre os dados dos elementos químicos de comparação entre áreas e de plasticidade dos elementos. E. Q. = elementos químicos, Min = mínimo, Mdn = mediana, Méd = média, Max. = máximo, SD = desvio padrão, F= floresta, C = cercas.

EQ	Comparação entre áreas					Plasticidade					Área
	Min	Mdn	Méd	Max	SD	Min	Mdn	Méd	Max	SD	
Al	0.0000	0.0563	0.0948	0.2254	1.6203	0.0000	0.0563	0.0658	0.0800	0.5714	F
	0.0000	0.0670	0.0754	0.0746	0.3716	0.0000	0.0769	0.0800	0.0642	0.2425	C
Si	0.0000	0.1034	0.3768	0.7547	5.0108	0.0000	0.1310	0.5194	0.8907	3.6294	F
	0.0000	0.4081	0.7217	0.8509	4.9971	0.0000	0.5485	0.8360	0.9036	4.6913	C
P	0.0133	0.1008	0.1052	0.0437	0.3086	0.0454	0.1015	0.1030	0.0333	0.1944	F
	0.0179	0.0792	0.0894	0.0506	0.3691	0.0403	0.0802	0.0901	0.0437	0.3176	C
S	0.0101	0.1133	0.1181	0.0648	0.6026	0.0191	0.1093	0.1125	0.0584	0.2808	F
	0.0232	0.1123	0.1172	0.0405	0.2850	0.0537	0.1206	0.1202	0.0386	0.2603	C
K	0.0000	0.1679	0.2068	0.1958	1.2956	0.0000	0.2221	0.2465	0.2124	0.8312	F
	0.1203	0.7821	0.9642	0.5125	2.7526	0.3124	1.0413	1.0986	0.4612	2.2881	C
Ca	0.1461	0.8494	0.9232	0.5107	4.1773	0.1804	0.9233	0.9922	0.4639	2.1477	F
	0.1464	0.5986	0.7697	0.5477	3.0901	0.2163	0.6166	0.8643	0.5865	3.0310	C
Ti	0.3037	1.5809	1.7819	0.9947	6.5058	0.6664	1.6805	1.9395	1.0368	5.5325	F
	0.0000	0.0007	0.0008	0.0007	0.0035	0.0000	0.0008	0.0009	0.0006	0.0027	C
Cr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001						F
	0.0000	0.0003	0.0003	0.0003	0.0027						C
Mn	0.0000	0.0003	0.0002	0.0002	0.0017	0.0000	0.0003	0.0003	0.0003	0.0014	F
	0.0046	0.0421	0.0645	0.0837	0.5883	0.0055	0.0538	0.0733	0.0960	0.5610	C
Fe	0.0014	0.0104	0.0235	0.0409	0.3764	0.0077	0.0461	0.0560	0.0383	0.1981	F
	0.0071	0.0357	0.0512	0.0416	0.2151	0.0056	0.0130	0.0160	0.0113	0.0682	C
Co	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0016	0.0000	0.0003	0.0006	0.0008	0.0030	F
	0.0000	0.0003	0.0005	0.0006	0.0033	0.0005	0.0012	0.0021	0.0038	0.0273	C
Cu	0.0003	0.0010	0.0021	0.0065	0.0842	0.0004	0.0010	0.0050	0.0281	0.2358	F

Zn	0.0004	0.0010	0.0041	0.0233	0.2824	0.0011	0.0027	0.0030	0.0016	0.0120	C
	0.0008	0.0022	0.0029	0.0023	0.0178	0.0009	0.0021	0.0025	0.0018	0.0151	F
	0.0009	0.0023	0.0026	0.0016	0.0171	0.0000	0.0020	0.0028	0.0029	0.0108	C
Rb	0.0000	0.0013	0.0022	0.0028	0.0221	0.0006	0.0029	0.0034	0.0022	0.0108	F
	0.0002	0.0024	0.0030	0.0023	0.0140	0.0000	0.0019	0.0024	0.0018	0.0072	C
Cr	0.0000	0.0015	0.0021	0.0021	0.0138	0.0005	0.0029	0.0045	0.0047	0.0256	F
	0.0000	0.0026	0.0040	0.0042	0.0257	0.0004	0.0010	0.0050	0.0281	0.2358	C