



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgf>



Fitogeografia, Flora, Estrutura e Ecologia Funcional da Vegetação dos Capões de Mata na Cadeia do Espinhaço Meridional

Thamyres Sabrina Gonçalves¹, Alexandre Christófaros Silva², Carlos Victor Mendonça Filho³

¹ Geógrafa, Mestre em Ciência Florestal, Dra. em Produção Vegetal, Pós Doutorado no Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro pela 1ª Chamada Conjunta entre a FAPERJ e o Instituto Serrapilheira para Jovens Doutores Negros e Indígenas. sabrina5thamy@yahoo.com.br (autor correspondente). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0038-3561> ² Dr. Professor do Departamento de Engenharia Florestal da Faculdade de Ciências Agrárias/FCA/UFVJM. Coordenador do Laboratório Integrado de Pesquisas Multiusuário dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – LIPEMVALE/UFVJM. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), 39100-000, Diamantina, Minas Gerais, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0418-6175> ³ Professor Dr. Titular da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, Depto. Ciências Biológicas- Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde - FCBS/Campus JK, Rodovia BR- 367 CEP: 39.100-000 – Diamantina-MG. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4152-9034>

Artigo recebido em 17/05/2023 e aceito em 19/02/2024

RESUMO

Os Capões de Mata são fragmentos de florestas estacionais decíduas que ocorrem na forma de ilhas florestais na Cadeia do Espinhaço, a maior cordilheira de montanhas tropicais em extensão geomorfológica contínua do território brasileiro. Esse trabalho é o resultado de uma pesquisa que avaliou a fitogeografia dos Capões a partir de diferentes elementos, a flora, a estrutura e a ecologia funcional. Sobre a flora levantou-se quais são as espécies que ocorrem entre os Capões de mata na Cadeia do Espinhaço, por meio de um censo florestal feito em alguns destes fragmentos, agregando-se os levantamentos florísticos realizados em outros estudos feitos ao longo da região estudada, elaborando-se ao final uma tabela com todas as espécies que já foram até então coletadas pelos Capões de Mata da Cadeia do Espinhaço disponíveis na literatura científica acessível até o momento da pesquisa. Acerca da estrutura foi feito um estudo fitossociológico da vegetação com relação à estratificação horizontal e vertical para buscar entender quais são os padrões da comunidade de plantas que compõem essas florestas. E das funções do ecossistema observou-se ao longo de quatro anos em inserções de campo mensais permanecendo o dia todo no interior da floresta para descrever o que fosse possível observar dos detalhes das interações entre as espécies, as diferentes formas de vida das plantas, e a presença de fauna silvestre. Os resultados mostram uma vegetação altamente heterogênea, com expressiva diversidade beta, ocorrendo em forma de metacomunidade, onde diferentes elementos atuam em escalas espaço-temporais de intensidades distintas a influenciar a composição de espécies. Na florística conclui-se que as condições pedogeomorfológicas foram determinantes no estabelecimento das espécies dos Capões, e que o centro de origem da maior parte das plantas que ocorrem entre eles são as florestas úmidas atlânticas e amazônicas, certamente dispersadas por meio das rotas migratórias de aves entre os biomas, já que a distribuição dos Capões de Mata segue as linhas de drenagem da rede hidrográfica. A ecologia funcional expressa um conjunto de interações biogeográficas intrinsecamente associadas à posição dos Capões no encaixe do relevo, as condições de drenagem dos Organossolos sob os quais ocorre, a uma maior ou menor influência das turfeiras, as quais os Capões estão em geral associados, e as oscilações do lençol freático. De um modo geral a conclusão é que o equilíbrio dinâmico dessa vegetação segue padrões que incorporam dinâmicas ecológicas das florestas tropicais estacionais tanto decíduas quanto semidecíduas, com os quais a biota vem interagindo desde o Pleistoceno até os dias de hoje. Sendo um desafio apontar quais são os limites de equilíbrio e resiliência dessas florestas que parecem simultaneamente ser tão fortes e tão frágeis.

Palavras-chave: florística, fitossociologia, florestas estacionais, padrões fitogeográficos, pedogeomorfologia.

Phytogeography, Flora, Structure and Functional Ecology of Vegetation of Capões de Mata in the Southern Espinhaço Mountain

ABSTRACT

Capões de Mata are fragments of seasonal deciduous forests that occur in the form of forest islands in the Espinhaço Range, the largest range of tropical mountains in a continuous geomorphological extension of the Brazilian territory. This work is the result of a research that evaluated the phytogeography of the Capões from different elements, the flora, the structure and the functional ecology. About the flora, the species that occur among the forest Capões in the Espinhaço Range were identified, through a forest census carried out in some of these fragments, adding to the floristic surveys carried out in other studies carried out throughout the region studied, preparing a table at the end with all the species that

have so far been collected by the Capões de Mata da Cadeia do Espinhaço available in the scientific literature accessible at the time of the research. Regarding the structure, a phytosociological study of the vegetation was carried out in relation to the horizontal and vertical stratification for to understand what are the patterns of the plant community these forests islands. And the functions of the ecosystem were observed over four years in monthly field insertions, remaining all day in the interior of the forest to describe what was possible to observe in the details of interactions between species, the different forms of plant life, and the presence of wild fauna. The results show a highly heterogeneous vegetation, with expressive beta diversity, occurring in the form of a metacommunity, where different elements act in space-time scales of different intensities to influence the composition of species. In terms of floristics, it can be concluded that the pedogeomorphological conditions were decisive in the establishment of the Capões species, and that the center of origin of most of the plants that occur among them are the Atlantic and Amazonian humid forests, certainly dispersed through the migratory routes of birds between the biomes, since the distribution of Capões de Mata follows the drainage lines of the hydrographic network. Functional ecology expresses a set of biogeographical interactions intrinsically associated with the position of Capões in the relief setting, the drainage conditions of the Organosols under which it occurs, the greater or lesser influence of peatlands, which Capões are generally associated with, and fluctuations in water subterranean. In general, the conclusion is that the dynamic balance of this vegetation follows patterns that incorporate ecological dynamics of tropical seasonal forests, both deciduous and semi-deciduous, with which the biota has been interacting since the Pleistocene until the present. It is a challenge to point out what are the limits of balance and resilience of these forests that seem to be so strong and so fragile at the same time.

Keywords: floristics, phytosociology, seasonal forests, phytogeographic patterns, Pedogeomorphology.

Introdução

Os Capões de mata que ocorrem na forma de ilhas florestais enclavados no domínio morfoclimático dos Cerrados da Serra do Espinhaço, sempre intrigaram os fitogeógrafos da vegetação brasileira. Isso fica claro ao notar que praticamente todos os principais tratados de fitogeografia do Brasil citam essas formações, apesar de pouco ter sido aprofundado sobre elas nos livros clássicos de fitogeografia (Gonçalves, 2020).

Aprofundar o conhecimento sobre essas formações é uma tarefa desafiadora, pois pressupõe a admissão da tradicional hipótese da história natural de que o passado é a chave para o futuro, ou nesse caso para a compreensão do presente, com base no conceito do uniformitarismo, que assegura que ao se conhecer os aspectos da vegetação atual de uma área é possível atribuir padrões à vegetação pretérita e fazer a reconstituição paleoambiental da paisagem (Silva, 2008; Luz et al. 2023).

Assim sendo, alguns estudos se propuseram a entender a dinâmica de formação dessas ilhas de florestas estacionais semidecíduais no meio do Cerrado, concentradas nos locais de maior elevação altitudinal no âmbito da Cadeia do Espinhaço (Gonçalves et al., 2020 a, b; Gonçalves, 2021; Costa et al. 2023; Gonçalves et al. 2023).

Todos os levantamentos florísticos feitos até então apontam a elevada diversidade alfa e beta dos Capões, e, além disso, também se destaca a diversidade de formas de vida que podem ser encontradas no interior de fragmentos naturais, muitas vezes de tamanho hipoteticamente reduzido para abrigar índices tão elevados de diversidade (Costa et al. 2021; Souza, 2009; Gonçalves et al., 2020; Gonçalves, 2021).

Além da diversidade florística, essas ilhas florestais possuem a ecologia marcada por uma grande diversidade funcional, que pode ser o mecanismo biogeográfico condicionante dos processos evolutivos dessas florestas (Gonçalves, 2021; Gonçalves et al. 2023). A história paleoambiental da paisagem mediou essas interações, definindo os mecanismos chave do sucesso evolutivo de cada uma das espécies que fazem parte do que se entende ser uma metacomunidade florestal (Coelho, 2014; Coelho et al., 2017a,b; Coelho et al., 2018; Costa et al. 2023; Gonçalves, 2021; Perilo, 2022).

Um trabalho destacável sobre os Capões de mata da Serra do Espinhaço Meridional, foi publicado por Gonçalves et al. (2020), onde a autora buscou abordar os processos de origem e evolução fitogeográfica dessas ilhas florestais, no contexto dessa revisão, algumas abordagens merecem destaque:

A vegetação nunca é um continuum ao longo de todo o bioma, há paisagens de exceção em todos os domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas no Brasil (Gonçalves, 2020). Longe de admitir que o fato de existirem florestas que ocorrem naturalmente fragmentadas possa dar respaldo a qualquer argumento de que os efeitos da fragmentação florestal causada por impactos ambientais antrópicos não sejam ecologicamente devastadores.

Por outro lado, a fragmentação natural em ecossistemas florestais não é muito estudada, talvez pelo receio dos pesquisadores com a questão supracitada, ou mesmo pela dificuldade de mensurar os efeitos da fragmentação natural na dinâmica do ecossistema, como relatam os poucos

trabalhos que estudaram a fragmentação natural (Toniato et al. 1998; Carmo e Assis, 2012).

A Teoria da biogeografia de ilhas desenvolvida por MacArthur e Wilson explorou e deu as bases para o entendimento de vários aspectos da ecologia de ecossistemas insulares (MacArthur & Wilson, 1967). Mas apesar do suporte que essa teoria fornece para compreender as ilhas florestais, é preciso considerar que no caso de vegetações como os Capões de mata, as florestas não estão necessariamente ilhadas completamente.

Gonçalves (2021) afirma sobre a origem e evolução fitogeográfica dos capões de mata associados aos ecossistemas de turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional, que aqueles fragmentos, em termos ecológicos, não estão isolados na paisagem, mas sim integrados ao Cerrado circundante numa dinâmica evolutiva geossistêmica nem sempre perceptível em escala de paisagem, mas muito clara nos detalhes do ecossistema.

Outros autores que estudaram vegetações que são naturalmente fragmentadas chamam atenção para a importância de se compreender que um processo natural de fragmentação de uma floresta, leva a comunidade tanto de plantas como de animais a níveis de adaptação, especiação, especialização trófica e tudo mais, que muito diferem do que acontece tanto com florestas que ocorrem em continuum ou mesmo de vegetações que são fragmentadas por ações humanas (Toniato et al. 1998; Carmo e Assis, 2012).

Sobre esse processo de fragmentação fitogeográfica natural, Silva (2011) publicou uma excelente revisão, abordando sobre expansões e retrações vegetacionais de formações secas e úmidas ao longo do Quaternário, aceitando a hipótese de Aziz Ab'Saber de que os enclaves florestais entremeados no Cerrado, como é o caso de Capões de mata, seriam formações relictuais de uma expansão da Mata Atlântica que avançara sobre o Cerrado em períodos mais úmidos, retraindo-se em períodos mais secos.

Todavia no caso dos Capões de mata associados as turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional, Gonçalves (2021) defende que os Capões talvez não sejam uma vegetação relictual, mas representem na verdade a existência de períodos com condições de umidade e formação de solos de maior profundidade, nas linhas de drenagem dos cursos d'água ao longo dos contatos líticos entre os blocos de relevo.

E acrescenta que a composição florística dos Capões sugere que foram formados a partir de possíveis corredores ecológicos que foram se

estabelecendo ao longo do Quaternário desde o Pleistoceno até os dias de hoje. Pois para a autora a falta de uniformidade nos processos ecológicos entre essas ilhas florestais leva a entender que eles não foram formados a partir da expansão da Mata Atlântica sobre o Cerrado como pressupõe a teoria dos refúgios ecológicos, mas por outros mecanismos de desintegração de paisagens, que podem ter sido mediados pela fauna silvestre, ao se deslocar pelo gradiente altitudinal em busca de condições de clima mais ameno, promovendo a dispersão de sementes das espécies predominantes nos Capões.

Ao longo dessa fitogeografia evolutiva dos Capões associados às turfeiras da SdEM houve diversos períodos de expansão e retração dos Capões sob os Campos e vice versa, relacionadas ao que tudo indica a um contexto paleobiogeoclimático, muito influenciado pelas condições de altitude (Gonçalves et al. 2022).

A complexidade das interações biogeográficas entre Capões e Campos atualmente vão de encontro a essa perspectiva, pois em alguns lugares há processos ecológicos entre as espécies da fauna e da flora bem mais intrinsecamente correlacionados do que em outros, pois pode ser percebido nos dados ecológicos que as comunidades de plantas de cada Capão de mata possuem processos funcionais independentes da distância geográfica entre eles, é bem mais provável que esse contexto de expansões e retrações é que tenha sido determinante no quanto os Capões e os Campos ao entorno estão integrados biogeograficamente ou não, na dinâmica da paisagem (Gonçalves, 2021).

Diante do exposto, esse trabalho assume a hipótese de que os Capões da Cadeia do Espinhaço são uma metacomunidade, que não se formaram a partir da ideia da teoria dos refúgios, e que os dados da vegetação em nível de espécies podem subsidiar a compreensão da origem e evolução fitogeográfica dessas ilhas florestais.

Partindo desse pressuposto, buscou-se fazer uma análise da fitogeografia dessas ilhas florestais, estudando as espécies que ocorrem entre os fragmentos até então já estudados, visando compreender quais os padrões existentes nas características florísticas, funcionais e estruturais que formam a metacomunidade de Capões de mata da Cadeia do Espinhaço em sua porção meridional.

Material e métodos

A Cadeia do Espinhaço, ou Serra do Espinhaço, em função de algumas discordâncias entre geólogos e geomorfólogos sobre ser a

cordilheira ou não uma cadeia montanhosa (Abreu-Filho et al. 2021) é uma das regiões mais estudadas do Brasil, porém sabe-se muito mais sobre as formações campestres predominantes do que sobre as florestas insulares que ali ocorrem (Gontijo, 2008; Gonzaga & Machado, 2021).

Em sua fitogeografia a Cadeia do Espinhaço representa um mosaico de vegetação, influenciado por diferentes biomas, com fitofisionomias de Cerrado nas altitudes mais elevadas, na porção centro-meridional e sul, as encostas são recobertas por florestas, resultado do ecótono com a Mata Atlântica e do estabelecimento dos Capões na forma de enclaves em meio ao Cerrado, rodeados ora por Campos Limpos Úmidos ora Campos Limpos Secos, e em seus limites setentrionais faz contato com o domínio da Caatinga (Gonçalves et al. 2020).

Foi feito um levantamento dos trabalhos que realizaram inventários florísticos dos Capões de Mata da Cadeia do Espinhaço, a partir dos quais foi elaborado uma lista de espécies que ocorrem nestes Capões, que está apresentada na tabela 1. (Meguro et al., 1996 a, b; Souza, 2009; Coelho, 2014; Costa, 2017).

Em seguida foi feito um levantamento de dados de cada uma dessas espécies na base de dados do projeto NeoTropTree (Oliveira-Filho, 2017) com relação ao hábito ou forma de vida, potencial de crescimento em altura, biomas e fitofisionomias de ocorrência. A partir desses dados foram feitas análises sobre proporção de espécies por forma de vida, também uma análise de distribuição de espécies por potencial de crescimento em altura, análise de similaridade baseada em presença e ausência por meio de diagrama de Veen pelo programa Venny 2.1 (Oliveros, 2015).

Também foi avaliada a fitossociologia da comunidade de plantas dos Capões estudados no inventário florístico feito por Gonçalves (2021). Para avaliação da estrutura horizontal da vegetação foi feito um censo florestal mensurando-se todos os indivíduos com caule medindo a partir de 10 cm de circunferência na altura do peito (1,30 m). Este critério de inclusão seguiu a metodologia utilizada em trabalhos de fitossociologia desenvolvidos em vegetação de Ipucas (Martins et al. 2011), cuja estrutura fisionômica é similar à dos Capões de Mata. A estrutura vertical foi analisada por meio da classificação das espécies por classes de altura de acordo com o potencial de crescimento de cada uma delas, baseado no projeto *NeoTropTree*. Ao longo de quatro anos de incursões para realização do censo florestal foram feitas anotações no caderno de campo sobre os mecanismos de biogeografia e biodiversidade que embasaram o entendimento da ecologia funcional dos Capões. As análises florísticas e fitossociológicas foram processadas no programa Excel conforme o guia prático para análises estatísticas (Ribeiro-Junior, 2013).

Resultados e discussão

Fitogeografia

Todas as espécies amostradas nos Capões de Mata da Cadeia do Espinhaço ocorrem na Mata Atlântica, o que reforça a classificação das florestas estacionais semidecíduais como fitofisionomia desse bioma, mas a maioria também ocorre no Cerrado (80%), quase metade na floresta amazônica (47%) e uma menor proporção na Caatinga (28%) (Figura 1).

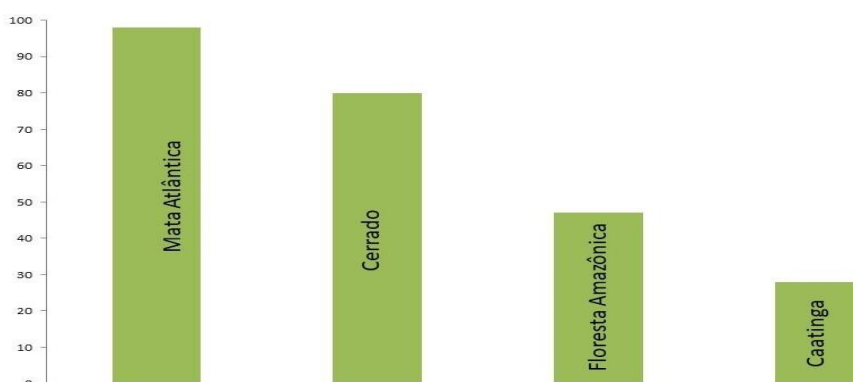


Figura 1. Ocorrência fitogeográfica das espécies encontradas nos Capões de Mata da Cadeia do Espinhaço.

A distribuição fitogeográfica dessas espécies que compõem os Capões de Mata da Cadeia do Espinhaço evidencia a influência da matriz de Cerrado. Mas, ao analisar a presença de espécies de distribuição geográfica mais restrita, de ocorrência exclusiva considerando todos os biomas

que influenciam a composição da flora dos Capões, é possível perceber que são floras mais associadas às florestas tropicais úmidas do que às formações mais secas, pois todas as espécies de ocorrência exclusiva provêm da Mata Atlântica (Figura 2).

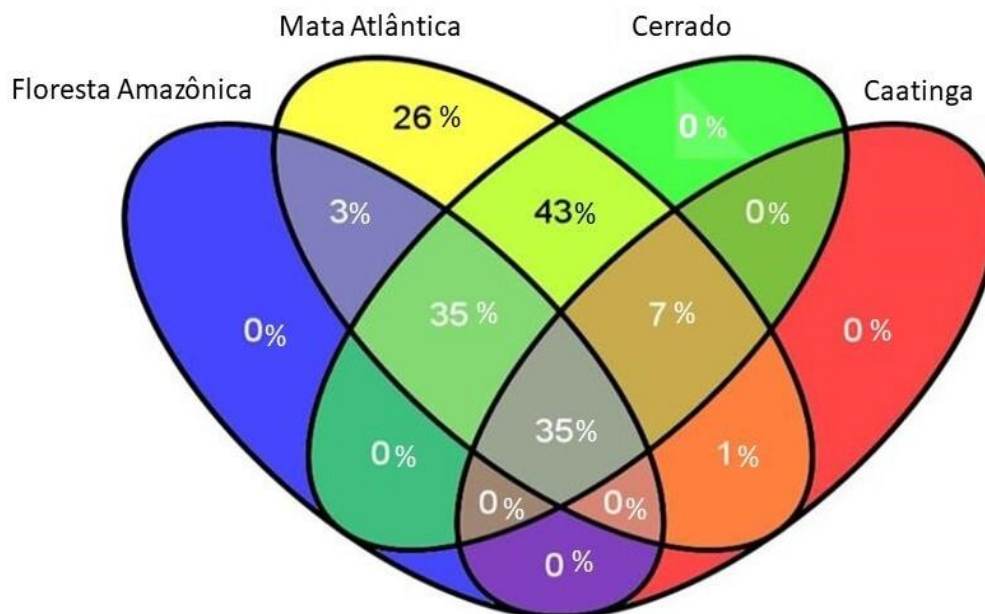


Figura 2. Similaridade florística dos Capões de Mata com diferentes domínios fitogeográficos brasileiros

Cabe ressaltar que a vegetação dos Capões só apresenta espécies de ocorrência exclusiva provenientes da Mata Atlântica, sendo todas as demais amplamente distribuídas entre os biomas brasileiros. Certamente, as espécies de ocorrência exclusiva da Mata Atlântica que fazem parte da composição florística dos Capões são espécies cuja história natural está associada ao processo de origem e evolução fitogeográfica destes enclaves, por serem endêmicas da Mata Atlântica e ocorrerem em uma formação disjunta do bioma. Assim, são sugeridas para estudos de filogenia e modelagem de distribuição geográfica a fim de tentar entender as disjunções da Mata Atlântica pelo Cerrado. Também as análises palinológicas talvez devam dar mais atenção a esse grupo de espécies que, ao que tudo sugere, tem muito a indicar sobre a formação desses Capões.

As espécies de ocorrência exclusiva da Mata Atlântica que ocorrem nos Capões de Mata da Cadeia do Espinhaço (Tabela 1) são *Aegiphila obducta*, *Ocotea langsdorffii*, *Byrsonima macrophylla*, *Miconia rimalis*, *Miconia tentaculifera*, *Mollinedia schottiana*, *Calyptranthes grammica*, *Myrcia obovata*,

Myrsine emarginella, *Myrsine gardneriana*, *Euplassa legalis*, *Euplassa semicostata*, *Cordia elliptica*, *Faramea hyacinthina*, *Matayba elaeagnoides*, *Matayba marginata*, *Athenaea pereirae*, *Styrax pedicellatus*, *Daphnopsis coriacea*, *Vochysia acuminata*, *Piptocarpha axillaris*, *Lafoensia glyptocarpa*.

Cerca de metade (51%) das espécies encontradas nos Capões ocorrem tanto em florestas estacionais decíduais como nas semidecíduais (Tabela 1), indicando que a deciduidade não é uma condição, mas sim uma estratégia fisiológica das espécies, em resposta às necessidades de adaptação às pressões seletivas do ambiente. Assim, como as espécies que ocorrem nos Capões, por serem a maioria de ampla distribuição fitogeográfica, possuem grande variabilidade genética para se adaptar a variações no clima ao longo do tempo, a dúvida é: tempo ecológico, evolutivo ou geológico?

A outra metade (47%) das espécies que ocorrem nos Capões são adaptadas somente ao regime de semideciduidade, não ocorrendo nas florestas estacionais decíduais (Tabela 1). É também interessante observar que todas as espécies

da floresta estacional semidecidual que ocorrem nos Capões também ocorrem na floresta amazônica e mesmo as espécies que também ocorrem na floresta estacional decidual, que são as adaptadas a um clima mais quente e seco, também ocorrem na floresta amazônica, o que indica que a relação fitogeográfica dos Capões da Cadeia do Espinhaço não é somente com a Mata Atlântica, mas também com a floresta amazônica. Isso reforça a ideia de que o processo de origem dos Capões não está associado apenas à expansão e retração da Mata Atlântica ao longo do Quaternário, como prediz a teoria dos refúgios florestais (Geraldino, 2023).

Essa conexão florística dos Capões com a floresta amazônica pressupõe outros mecanismos de integração, já que embora seja preconizado pela teoria dos refúgios que também a floresta amazônica tenha sofrido expansões e retrações durante o Quaternário, a distância geográfica é longa demais para explicar tamanha influência do bioma amazônico na flora dos Capões. Um índice de similaridade de 47% com a floresta amazônica não é encontrado em nenhuma das florestas estacionais da região do Brasil Central (Kunz et al. 2009; Gonzaga et al. 2013; Gonçalves et al. 2016; Pio et al. 2023).

Os Capões não foram formados no mesmo contexto paleoclimático que as demais florestas estacionais, cuja origem é consagradamente associada à teoria dos refúgios. Tal constatação evidencia a existência de outros mecanismos de integração entre os Capões e as florestas tropicais úmidas das latitudes setentrionais do Brasil. Ab'Sáber (1979) já havia falado sobre essa possibilidade, mas não soube apontar quais seriam esses mecanismos, dizendo apenas que atuaram como corredores ecológicos. Os resultados encontrados por Gonçalves (2021), ao correlacionar flora, fenologia, morfologia e morfometria de sementes dos Capões de mata, sugerem as rotas migratórias de pequenas aves como o mecanismo ecológico responsável pela origem e evolução fitogeográfica dos Capões (Gonçalves et al. 2023).

Flora

No levantamento de espécies que já foram amostradas nos inventários realizados no interior dos Capões de Mata da Cadeia do Espinhaço, foi obtida uma lista com 160 espécies, que se distribuem entre 50 famílias e 84 gêneros taxonômicos. As famílias botânicas mais amostradas nos Capões de mata da Cadeia do Espinhaço são Myrtaceae, Lauraceae, Melastomataceae e Rubiaceae. Em nível de gênero

se destacam os grupos taxonômicos *Miconia*, *Myrcia*, *Myrsine* e *Ocotea* como os mais frequentemente amostrados nos levantamentos florísticos dos Capões.

Apenas quatro grupos taxonômicos se destacam entre famílias e gêneros ocorrentes nos Capões da Cadeia do Espinhaço. A maioria possui apenas um táxon ocorrente entre os Capões, de modo que 50% dos gêneros e 88% das famílias de plantas tem uma ocorrência teoricamente rara no contexto da metacomunidade, pois foram amostrados em apenas um fragmento, indicando que de modo geral há uma baixa dominância de espécies na metacomunidade e confirmando a baixa similaridade florística entre os Capões, já descrita nos levantamentos florísticos utilizados como base para a descrição da flora dos Capões.

Também é interessante observar que dos principais grupos taxonômicos que ocorrem entre os Capões, alguns são filogeneticamente muito próximos como Myrtaceae e Melastomataceae (Renner, 1993), ou de clados filogeográficos polifiléticos amplamente sujeitos a vicariância como a família Lauraceae (Chanderbali et al. 2001), e o gênero *Myrcia*, cujas linhagens da América Central e da Amazônia são oriundas de múltiplas dispersões em biomas díspares e subsequente colonização do Cerrado (Lucas et al. 2011).

É claro que são necessárias maiores investigações no ramo da filogenia e filogeografia, mas de qualquer modo, é possível destacar a possibilidade de altos níveis de vicariância na metacomunidade, e de convergências evolutivas funcionais das espécies ao longo do processo de evolução biogeográfica dos Capões (Tudge, 2000).

Nesse sentido, Silva (2020) traz uma importante contribuição sobre a filogenia dos Capões de mata, e chegou a algumas conclusões que em muito contribuem com a compreensão da história fitogeográfica dessas ilhas florestais, pois em sua discussão o autor coloca que o isolamento geográfico das populações na metacomunidade, ocasiona um compartilhamento tão intenso do ambiente geográfico que com o tempo contribui com o agrupamento filogenético das espécies, e ainda que o isolamento das populações com relação ao gradiente altitudinal também reforça essa aproximação filogenética entre determinados grupos taxonômicos, e adverte que as mudanças climáticas podem alterar essas interações evolutivas, causando perda de diversidade genética e quebrando interações ecológicas que estão a evoluir a milhares de anos, o que tem por consequência uma diminuição ou talvez a perda de

diversidade funcional entre as várias ilhas de florestas que formam os Capões.

Assim sendo, espécies diferentes cumprem a mesma função na metacomunidade e a substituição é aleatória entre espécies nos Capões ao longo do tempo, relacionadas com as funções ecológicas de cada uma destas na metacomunidade, gerando oscilações cíclicas na densidade e frequência de cada população entre os Capões, alguns estudos apontam esse mecanismo como resposta a mudanças nas populações e comunidades de dispersores e polinizadores (Renner, 1993; Tudge, 2000), em uma escala temporal evolutiva e talvez geológica, pois as datações radiocarbônicas apresentam variações na idade da matéria orgânica do solo sob diferentes fragmentos, sendo a maior parte datada do Holoceno com alguns fragmentos tendo sido formados no Pleistoceno (Silva et al. 2020; Gonçalves, 2021).

Apesar dos avanços nas últimas décadas em pesquisas que muito nos ajudam a compreender melhor a dinâmica ecológica e evolutiva das florestas tropicais, da maior disposição dos fitogeógrafos em estudar essas paisagens de exceção, das possibilidades da tecnologia, da pesquisa interdisciplinar e de tudo que hoje podemos saber sobre a fitogeografia da vegetação brasileira (Gonçalves, 2020; Quaresma e Silva, 2022).

As mudanças climáticas severamente avançam em ritmo bem mais acelerado, não só inalcançável com relação aos esforços da pesquisa, mas sobretudo da capacidade ecológica dos

ecossistemas, seja de adaptação, tolerância, absorção ou de qualquer estratégia de sobrevivência aos extremos climáticos.

Ainda não está claro se algumas comunidades serão mais vulneráveis à perda de história evolutiva do que outras, se esta perda ocorrerá em ramos evolutivos profundos, únicos ou será aleatória (Costa, 2022; Costa et al, 2022).

O mesmo momento histórico que nos possibilitou fazer as mais avançadas perguntas é o que parece estar direcionado a nos impedir de alcançar as respostas, se considerarmos que dependemos desde sempre das florestas para viver, é certo que de alguma forma o ser humano entra nessa rede de interações funcionais que envolve as florestas, e também sai dela na medida em que as florestas são destruídas, para além de catastrofismos históricos sobre as mudanças climáticas, os sistemas naturais dão indicações objetivas e claras de que junto com diversos táxons da flora estingue-se também a história humana ou pelo menos parte dela (Krenak, 2022; Esteves, 2023).

Diante disso estão entre as opções a busca de soluções técnicas e políticas (Artaxo et al. 2022), holísticas e filosóficas (Krenak, 2022) e a continuidade de pesquisas que permitam a compreensão de como as plantas toleram, resistem, especiam e evoluem com relação as mudanças climáticas e aos eventos meteorológicos extremos a que são expostas (Boanares et al. 2021; Gonçalves e Silva, 2023).

Tabela 1. Check List da Flora dos Capões de Mata da Serra do Espinhaço Meridional. Legenda: 1) Potencial de Crescimento em Altura (m); 2) Ocorrência na Floresta Amazônica; 3) Ocorrência na Floresta Atlântica; 4) Ocorrência no Cerrado; 5) Ocorrência na Caatinga; 6) Ocorrência na Floresta Estacional Semidecidual; 7) Ocorrência na Floresta Estacional Decidual.

Família	Espécie	Forma de Vida	1	2	3	4	5	6	7
ANACARDIACEAE	<i>Lithrea molleoides</i>	Árvore	15	+	+	+	+	+	+
ANACARDIACEAE	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Árvore	10		+	+		+	+
ANACARDIACEAE	<i>Tapirira guianensis</i>	Árvore	20	+	+	+	+	+	
ANACARDIACEAE	<i>Tapirira obtusa</i>	Árvore	30	+	+	+		+	
ANNONACEAE	<i>Guatteria pohliana</i>	Árvore	13		+			+	
ANNONACEAE	<i>Guatteria sellowiana</i>	Árvore	25		+	+		+	
ANNONACEAE	<i>Guatteria villosissima</i>	Árvore	15	+	+	+		+	
ANNONACEAE	<i>Xylopia emarginata</i>	Árvore	20	+	+	+			
ANNONACEAE	<i>Xylopia sericea</i>	Árvore	15	+	+	+	+		
APOCYNACEAE	<i>Aspidosperma cuspa</i>	Arbusto	5		+	+	+		

APOCYNACEAE	<i>Aspidosperma parvifolium</i>	Árvore	10	+	+	+	+	+
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex conocarpa</i>	Arbusto	4		+	+		
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex pseudovaccinium</i>	Arbusto	4		+			
ARALIACEAE	<i>Dendropanax cuneatus</i>	Árvore	15	+	+	+		+
ARALIACEAE	<i>Schefflera calva</i>	Árvore	30		+	+		+
ARALIACEAE	<i>Schefflera morototoni</i>	Árvore	30	+	+	+		+
ARECACEAE	<i>Euterpe edulis</i>	Palmeira	12		+	+		+
ASTERACEAE	<i>Eremanthus glomerulatus</i>	Árvore	10		+	+		
ASTERACEAE	<i>Eremanthus incanus</i>	Árvore	10		+	+		+
ASTERACEAE	<i>Moquinia racemosa</i>	Arbusto	4		+			
ASTERACEAE	<i>Piptocarpha macropoda</i>	Árvore	25		+	+		+
BIGNONIACEAE	<i>Handroanthus ochraceus</i>	Árvore	12	+	+	+	+	
BIGNONIACEAE	<i>Handroanthus serratifolius</i>	Árvore	30	+	+	+	+	+
BURSERACEAE	<i>Protium brasiliense</i>	Árvore	20		+	+		
BURSERACEAE	<i>Protium heptaphyllum</i>	Árvore	18	+	+	+	+	+
BURSERACEAE	<i>Protium spruceanum</i>	Árvore	25	+	+	+		+
CALOPHYLLACEAE	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Árvore	30	+	+	+		+
CALOPHYLLACEAE	<i>Kielmeyera altissima</i>	Árvore	25		+			+
CALOPHYLLACEAE	<i>Kielmeyera lathrophyton</i>	Árvore	8		+	+		+
CELASTRACEAE	<i>Maytenus gonoclada</i>	Árvore	13		+	+	+	+
CHLORANTHACEAE	<i>Hedyosmum brasiliense</i>	Arbusto	5	+	+	+		+
CHRYSOBALANACEAE	<i>Hirtella glandulosa</i>	Árvore	25	+	+	+	+	
CLETHRACEAE	<i>Clethra scabra</i>	Árvore	13		+	+		+
CYATHEACEAE	<i>Cyathea corcovadensis</i>	Samam	6		+		+	+
CYATHEACEAE	<i>Cyathea delgadii</i>	Samam	8	+	+	+	+	+
CYATHEACEAE	<i>Cyathea phalerata</i>	Samam	10		+	+		+
ERICACEAE	<i>Agarista oleifolia</i>	Arbusto	6		+	+		+
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum pelleterianum</i>	Arbusto	6		+	+		+
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum suberosum</i>	Arbusto	>3	+	+	+		
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum vacciniifolium</i>	Árvore	10		+	+	+	
EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea glandulosa</i>	Árvore	18	+	+	+		+
EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea triplinervia</i>	Árvore	25	+	+	+		+
EUPHORBIACEAE	<i>Croton urucurana</i>	Árvore	22	+	+	+	+	+
EUPHORBIACEAE	<i>Maprounea guianensis</i>	Árvore	20	+	+	+	+	+
HUMIRIACEAE	<i>Humiria balsamifera</i>	Árvore	17	+	+	+	+	
LAMIACEAE	<i>Aegiphila obducta</i>	Arbusto	6		+			
LAMIACEAE	<i>Vitex polygama</i>	Árvore	11	+	+	+	+	+
LAURACEAE	<i>Aniba heringeri</i>	Árvore	10		+	+		
LAURACEAE	<i>Cryptocarya moschata</i>	Árvore	35		+	+		+
LAURACEAE	<i>Endlicheria paniculata</i>	Árvore	12	+	+	+	+	+
LAURACEAE	<i>Nectandra lanceolata</i>	Árvore	20		+	+		+
LAURACEAE	<i>Nectandra megapotamica</i>	Árvore	30		+	+		+
LAURACEAE	<i>Nectandra oppositifolia</i>	Árvore	20	+	+	+		+
LAURACEAE	<i>Nectandra warmingii</i>	Árvore	10		+	+		

LAURACEAE	<i>Ocotea aciphylla</i>	Árvore	21	+	+	+	+	+	+
LAURACEAE	<i>Ocotea corymbosa</i>	Árvore	18		+	+	+	+	
LAURACEAE	<i>Ocotea langsdorffii</i>	Arbusto	>3		+				
LAURACEAE	<i>Ocotea puberula</i>	Árvore	30	+	+	+		+	+
LAURACEAE	<i>Ocotea velloziana</i>	Árvore	16		+	+		+	+
LAURACEAE	<i>Ocotea xanthocalyx</i>	Arbusto	4		+	+			
LAURACEAE	<i>Persea rufotomentosa</i>	Arbusto	>3		+	+			
MAGNOLIACEAE	<i>Magnolia ovata</i>	Árvore	23		+	+		+	
MALPIGHIACEAE	<i>Byrsonima intermedia</i>	Arbusto	4		+	+	+		
MALPIGHIACEAE	<i>Byrsonima macrophylla</i>	Árvore	13		+				
MALPIGHIACEAE	<i>Byrsonima sericea</i>	Árvore	8	+	+	+	+	+	+
MALPIGHIACEAE	<i>Heteropterys byrsonimifolia</i>	Arbusto	6		+	+	+		
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia brunnea</i>	Árvore	10		+	+		+	
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia chamissois</i>	Arbusto	4	+	+	+		+	
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia chartacea</i>	Árvore	10		+	+		+	
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia corallina</i>	Arbusto	8		+	+		+	
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia elegans</i>	Arbusto	5	+	+	+	+		
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia ligustroides</i>	Árvore	8		+	+		+	+
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia rimalis</i>	Árvore	9		+			+	+
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia tentaculifera</i>	Árvore	12		+			+	
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia theaezans</i>	Árvore	7	+	+	+	+	+	+
MELASTOMATACEAE	<i>Tibouchina candolleana</i>	Árvore	9		+	+			
MELASTOMATACEAE	<i>Trembleya parviflora</i>	Arbusto	4		+	+		+	+
MELIACEAE	<i>Cabralea canjerana</i>	Árvore	40	+	+	+		+	+
MELIACEAE	<i>Guarea guidonia</i>	Árvore	20	+	+	+	+	+	
MELIACEAE	<i>Guarea macrophylla</i>	Árvore	20	+	+	+		+	+
MONIMIACEAE	<i>Mollinedia schottiana</i>	Arbusto	6		+			+	+
MONIMIACEAE	<i>Mollinedia triflora</i>	Arbusto	6		+	+		+	+
MORACEAE	<i>Brosimum rubescens</i>	Árvore	40	+	+	+			
MORACEAE	<i>Ficus luschnathiana</i>	Árvore	15		+	+		+	+
MORACEAE	<i>Pseudolmedia laevigata</i>	Árvore	35	+	+	+		+	
MYRTACEAE	<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	Árvore	6		+	+		+	+
MYRTACEAE	<i>Calyptanthus grammica</i>	Árvore	6		+			+	
MYRTACEAE	<i>Calyptanthus pulchella</i>	Árvore	9	+	+			+	
MYRTACEAE	<i>Eugenia florida</i>	Árvore	12	+	+	+	+	+	
MYRTACEAE	<i>Eugenia ligustrina</i>	Árvore	7	+	+	+	+	+	
MYRTACEAE	<i>Marlierea clauseniana</i>	Árvore	25		+	+		+	
MYRTACEAE	<i>Myrcia amazonica</i>	Árvore	20	+	+	+	+	+	
MYRTACEAE	<i>Myrcia laruotteana</i>	Árvore	6	+	+	+		+	+
MYRTACEAE	<i>Myrcia mutabilis</i>	Arbusto	4		+	+			
MYRTACEAE	<i>Myrcia obovata</i>	Árvore	7		+			+	
MYRTACEAE	<i>Myrcia pubescens</i>	Árvore	9	+	+	+		+	
MYRTACEAE	<i>Myrcia splendens</i>	Árvore	10	+	+	+	+	+	+
MYRTACEAE	<i>Myrcia subverticillaris</i>	Arbusto	4		+	+			

MYRTACEAE	<i>Myrcia venulosa</i>	Arbusto	5	+	+	+	+
MYRTACEAE	<i>Myrciaria floribunda</i>	Árvore	18	+	+	+	+
MYRTACEAE	<i>Psidium guineense</i>	Arbusto	4	+	+	+	+
MYRTACEAE	<i>Siphoneugena densiflora</i>	Árvore	12	+	+	+	+
MYRTACEAE	<i>Siphoneugena dussii</i>	Árvore	12	+	+	+	+
NYCTAGINACEAE	<i>Guapira graciliflora</i>	Árvore	9	+	+	+	+
NYCTAGINACEAE	<i>Guapira hirsuta</i>	Árvore	9	+	+	+	+
NYCTAGINACEAE	<i>Guapira opposita</i>	Árvore	20	+	+	+	+
PIPERACEAE	<i>Piper arboreum</i>	Arbusto	7	+	+	+	+
PIPERACEAE	<i>Piper cernuum</i>	Arbusto	5	+	+	+	+
PODOCARPACEAE	<i>Podocarpus sellowii</i>	Árvore	15	+	+	+	+
PRIMULACEAE	<i>Cybianthus peruvianus</i>	Arbusto	6	+	+	+	+
PRIMULACEAE	<i>Myrsine coriacea</i>	Árvore	20	+	+	+	+
PRIMULACEAE	<i>Myrsine emarginella</i>	Arbusto	4	+	+	+	+
PRIMULACEAE	<i>Myrsine gardneriana</i>	Árvore	20	+	+	+	+
PRIMULACEAE	<i>Myrsine leuconeura</i>	Arbusto	6	+	+	+	+
PRIMULACEAE	<i>Myrsine umbellata</i>	Árvore	20	+	+	+	+
PROTEACEAE	<i>Euplassa legalis</i>	Árvore	10	+	+	+	+
PROTEACEAE	<i>Euplassa semicostata</i>	Arbusto	4	+	+	+	+
PROTEACEAE	<i>Roupala montana</i>	Árvore	20	+	+	+	+
ROSACEAE	<i>Prunus myrtifolia</i>	Árvore	30	+	+	+	+
RUBIACEAE	<i>Amaioua guianensis</i>	Árvore	17	+	+	+	+
RUBIACEAE	<i>Amaioua intermedia</i>	Árvore	20	+	+	+	+
RUBIACEAE	<i>Cordia elliptica</i>	Arbusto	8	+	+	+	+
RUBIACEAE	<i>Cordia macrophylla</i>	Árvore	10	+	+	+	+
RUBIACEAE	<i>Faramea hyacinthina</i>	Arbusto	6	+	+	+	+
RUBIACEAE	<i>Faramea nigrescens</i>	Árvore	8	+	+	+	+
RUBIACEAE	<i>Ferdinandusa speciosa</i>	Arbusto	6	+	+	+	+
RUBIACEAE	<i>Posoqueria latifolia</i>	Árvore	20	+	+	+	+
RUBIACEAE	<i>Psychotria vellosiana</i>	Árvore	12	+	+	+	+
SALICACEAE	<i>Casearia decandra</i>	Árvore	30	+	+	+	+
SALICACEAE	<i>Casearia gossypiosperma</i>	Árvore	30	+	+	+	+
SALICACEAE	<i>Casearia sylvestris</i>	Árvore	12	+	+	+	+
SAPINDACEAE	<i>Cupania vernalis</i>	Árvore	20	+	+	+	+
SAPINDACEAE	<i>Matayba elaeagnoides</i>	Árvore	10	+	+	+	+
SAPINDACEAE	<i>Matayba marginata</i>	Árvore	10	+	+	+	+
SIMAROUBACEAE	<i>Simarouba amara</i>	Árvore	40	+	+	+	+
SOLANACEAE	<i>Athenaea pereirae</i>	Arbusto	4	+	+	+	+
SOLANACEAE	<i>Solanum swartzianum</i>	Árvore	8	+	+	+	+
STYRACACEAE	<i>Styrax pedicellatus</i>	Árvore	7	+	+	+	+
SYMPLOCACEAE	<i>Symplocos celastrinea</i>	Arbusto	8	+	+	+	+
THYMELAEACEAE	<i>Daphnopsis coriacea</i>	Árvore	12	+	+	+	+
VOCHYSIACEAE	<i>Vochysia acuminata</i>	Árvore	20	+	+	+	+
VOCHYSIACEAE	<i>Vochysia thyrsoidea</i>	Árvore	15	+	+	+	+

VOCHYSIACEAE	<i>Vochysia tucanorum</i>	Árvore	10	+	+	+	+
WINTERACEAE	<i>Drimys brasiliensis</i>	Árvore	12	+	+	+	+
ARALIACEAE	<i>Schefflera calva</i>	Árvore	30	+	+	+	
ARECACEAE	<i>Geonoma schottiana</i>	Palmeira	4	+	+	+	
ASTERACEAE	<i>Piptocarpha axillaris</i>	Árvore	25	+		+	
CYATHEACEAE	<i>Cyathea sp.</i>	Samam	8				
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum pelleterianum</i>	Arbusto	6	+	+	+	+
EUPHORBIACEAE	<i>Sapium glandulosum</i>	Árvore	25	+	+	+	+
LYTHRACEAE	<i>Lafoensia glyptocarpa</i>	Árvore	15	+		+	+
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia ferruginata</i>	Arbusto	>3		+		
MYRSINACEAE	<i>Myrsine guianensis</i>	Árvore	25	+	+	+	+
MYRTACEAE	<i>Myrcia amazonica</i>	Árvore	20	+	+	+	+
MYRTACEAE	<i>Myrcia splendens</i>	Árvore	10	+	+	+	+
PROTEACEAE	<i>Roupala montana</i>	Árvore	20	+	+	+	+
SAPINDACEAE	<i>Cupania oblongifolia</i>	Árvore	20	+	+	+	+
WINTERACEAE	<i>Drimys brasiliensis</i>	Árvore	12	+	+	+	

Estrutura Vertical

Os Capões apesar de ocuparem uma pequena área espacial, apresentam estrutura vertical bastante estratificada (Figura 3), com um estrato arbustivo que atinge até 4m de altura onde estão 11% das espécies arbóreas. Cerca de 70% possuem entre 5 a 20m de altura, que são as espécies em processo de estabelecimento na

vegetação, 15% possuem entre 20 e 30m que são as espécies do dossel e 3% ultrapassam o dossel chegando a atingir altura maior que 30m, que são as espécies emergentes. Essas distribuições na altura potencial das espécies dos Capões apresentam um padrão unimodal, típico das florestas tropicais (Gonçalves, 2016), mas não ocorrem necessariamente da mesma forma entre os Capões.

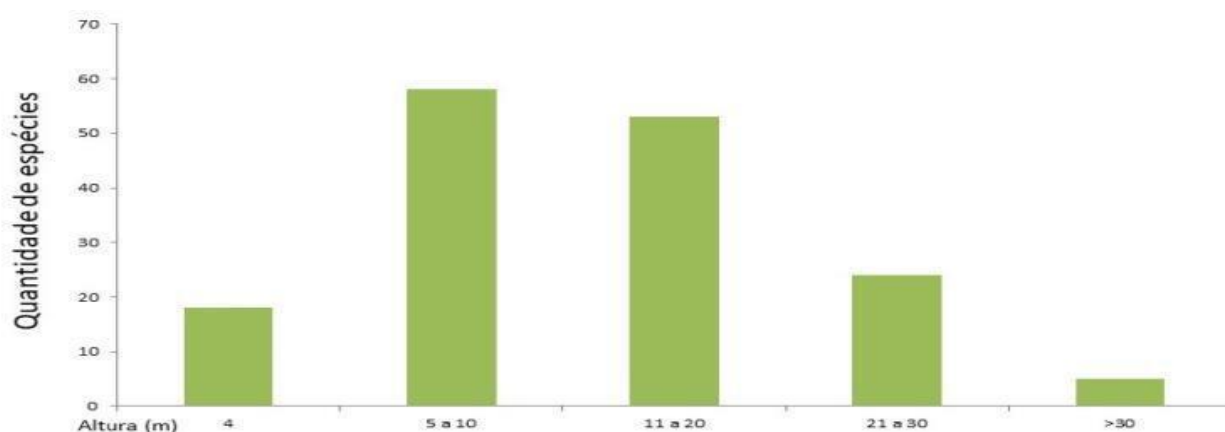


Figura 3. Distribuição das espécies que ocorrem entre os Capões por classe de altura. Gonçalves, 2021.

Estrutura Horizontal

A análise diamétrica das plantas dos Capões estudados mostra uma estrutura similar entre os fragmentos (Figura 4), corroborando

ambos com o padrão encontrado na maioria das florestas tropicais, conhecido como *J invertido*. De acordo com este padrão, a maior parte dos indivíduos da vegetação está entre as menores classes de diâmetro, ou seja, existe uma relação

linear decrescente entre a quantidade de árvores e a espessura do tronco na comunidade vegetal, com

muitos indivíduos finos e poucas árvores grossas (Pereira-Silva, 2004; Gonçalves, 2016).

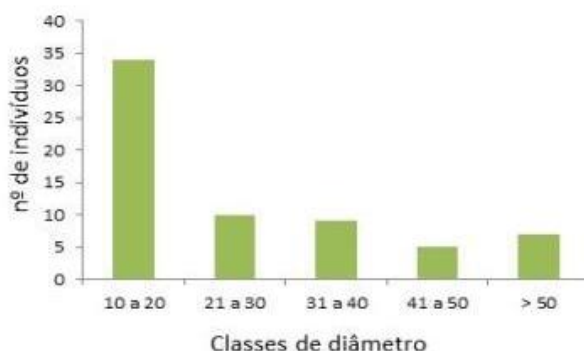
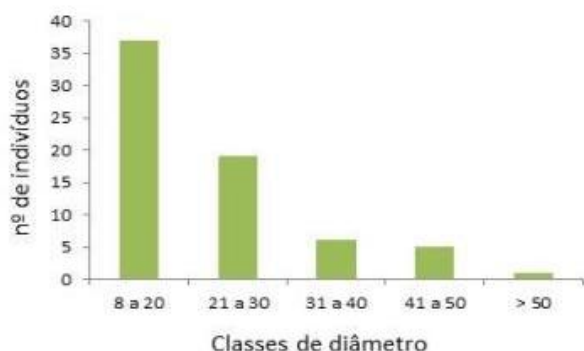


Figura 4. Distribuição das espécies que ocorrem entre os Capões por classe de diâmetro do tronco. Fonte: Gonçalves, 2021.

É interessante observar que até a quantidade de árvores com bifurcações no fuste é similar entre os dois Capões (entre 13 a 15%) e essas bifurcações ocorrem em indivíduos de todas as classes diamétricas, pois há fustes bifurcados em árvores cujos caules medem 10, 20, 30, 50, 80 cm de circunferência. Tal constatação sugere que a bifurcação não é uma mera adaptação à determinada situação climática, mas que pode ser um mecanismo muito importante na biogeografia e manutenção da biodiversidade desses Capões.

Há trabalhos que relacionam as bifurcações nas árvores das florestas tropicais com interações interespecíficas entre grupos de plantas com diferentes formas de vida como arbóreas e epífitas, pois as bifurcações das árvores são um mecanismo propulsor da formação de diferentes micro-habitat ao longo dos estratos da floresta, e cada um deles abriga um conjunto diferente de espécies, de modo que quanto mais bifurcações maior a diversidade de plantas epífitas no interior da floresta (Castro et al. 2022). Além disso, a entrada de água, umidade, luminosidade bem como a produção, dispersão de sementes e o acúmulo de fitomassa abaixo do dossel e consequentemente de matéria orgânica no solo é bastante influenciada

pelas inclinações e bifurcações nos troncos das árvores da floresta (Dislich, 1996; Figueiró, 2015).

Foram observadas bifurcações em *Sapium glandulosum*, *Miconia ferruginata*, *Schefflera calva* e *Piptocarpha axillaris*, mas não foi feita uma amostragem sistemática com enfoque em avaliar precisamente essa característica. Portanto, são necessários mais estudos de ecologia de dossel e da estratificação dos Capões para melhores conclusões sobre esse mecanismo, que parece ser muito importante para a dinâmica ecológica e funcional dos Capões e pode ter relações fitogeográficas em nível de metacomunidade, conectando-os funcionalmente de alguma forma.

Ecologia Funcional

A maior parte das espécies já amostradas nos Capões possui hábito arbóreo (73%) e arbustivo (23%) (Fig.6). Há também palmeiras solitárias e pteridófitas (fetos) arborescentes, popularmente conhecidas como samambaiçu (*Dicksonia sellowiana*) (Fig.7), que compõem cerca de 4% da comunidade de plantas que ocorrem entre os Capões (Figura 5), o que está de acordo com o padrão da estratificação vertical das florestas tropicais secas decíduais e semidecíduais (Gonçalves, 2016).

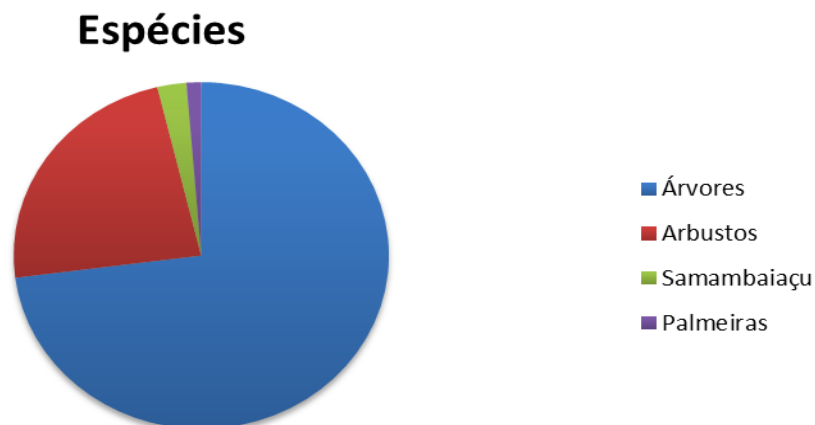


Figura 5. Diversidade (%) de formas de vida de plantas entre os Capões de mata da Cadeia do Espinhaço.

As outras formas de vida presentes nos Capões são samambaias, orquídeas e bromélias epífitas e terrestres. As espécies de bromélias ocupam nichos ecológicos diferenciados na comunidade, visto que algumas só se desenvolvem logo abaixo do dossel, outras nas primeiras bifurcações do caule e há espécies que só são vistas junto ao caule das árvores na superfície do solo (Fig.8, 9, 10). Portanto, supõe-se que um estudo voltado especificamente para entender a distribuição da família Bromeliaceae entre os Capões da Cadeia do Espinhaço seria muito promissor em termos de botânica e ecologia desse grupo taxonômico.

As espécies de Myrtaceae nos Capões geralmente possuem glândulas translúcidas que exalam substâncias aromáticas sendo, portanto, essa família de grande potencial para pesquisas sobre plantas medicinais e aromáticas bem como estudos fitoquímicos e etnobotânicos, pois se é uma família que tem seu centro de especiação na Cadeia do Espinhaço (Bünger et al. 2014), investigar a etnobotânica das espécies desse grupo pode ajudar a entender sobre as relações das pessoas com as plantas na região do Espinhaço Meridional em um contexto paleobotânico, pois na Serra do Espinhaço Meridional, grutas, cristas e lapas rochosas constituem abrigos com rico acervo arqueológico, que permitem atestar a ocupação antrópica desta região há mais de 10 mil anos (Kuchenbecker, 2019).

Na superfície do solo, em vários Capões, é comum a presença da espécie holoparasita *Langsdorffia hypogaea* da família Balanophoraceae, uma planta exclusivamente dependente do parasitismo em raízes, principalmente de plantas arbóreas (Fig. 11). Ela ocorre em elevada densidade de indivíduos em

alguns Capões, e insetos generalistas de diferentes grupos foram observados visitando as inflorescências desta planta, consumindo néctar secretado pelas estruturas filamentosas e carregando pólen para outras plantas, no entanto, a produção de néctar restrita à base das grandes inflorescências sugere que pássaros sejam polinizadores mais eficazes do que insetos, como já demonstrado em outras espécies do mesmo gênero (Santos et al. 2017). Isso indica relações biogeográficas com redes de interação trófica e funcional bastante complexas entre os Capões e na transição entre campos e florestas, e mais uma vez reforça a importância das aves no processo de origem e evolução fitogeográfica dos Capões.

Sobre a produção de fitomassa, observou-se que *Myrcia splendens* possui deciduidade, mas aparentemente não atinge 50% da biomassa foliar da planta. *Lafoensia glyptocarpa* é uma espécie muito predada por herbivoria com maior intensidade de dano na biomassa foliar destacável entre as espécies na floresta.

Acerca da interação entre os organismos e a matéria orgânica no solo, foi possível observar a existência de fungos que atuam aparentemente como aceleradores no processo de decomposição. Ao longo dos trabalhos de campo foi observado que na medida em que aumenta a presença de determinados tipos de fungos o processo de decomposição tornava-se mais acelerado. O fungo do gênero *Chlorociboria*, por exemplo, aparenta ser um eficiente decompositor de material lenhoso na superfície do solo dos Capões, é interessante frisar para estimular pesquisas futuras a respeito.



Figura 6. Fisionomia do estrato arbustivo na borda



Figura 7. *Dicksonia sellowiana*, espécie frequente no sub-bosque dos Capões de mata da região.



Figura 8. *Tillandsia* sp. Espécie de bromélia que vive na serrapilheira dos Capões mais úmidos.

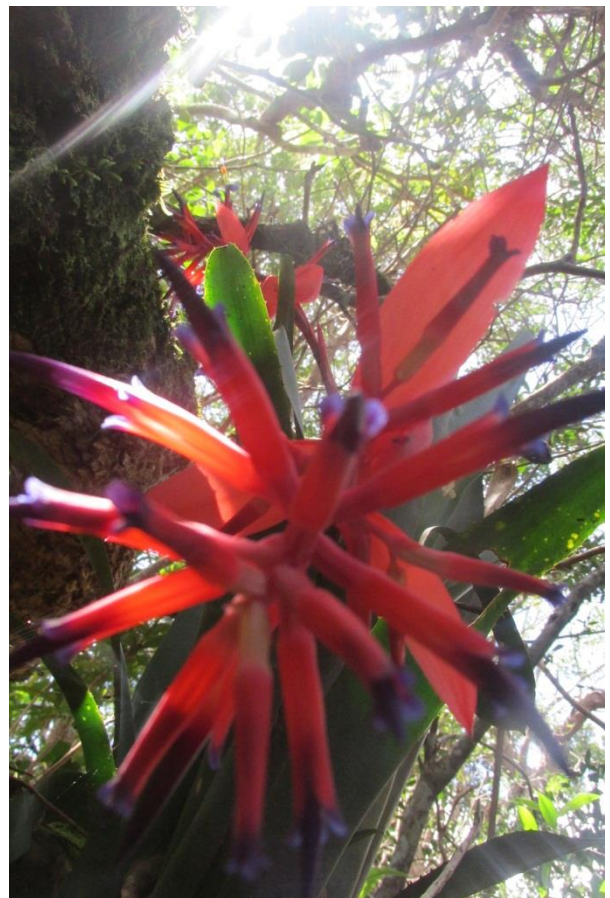


Figura 9. *Billbergia vittata*, bromélia que vive nas bifurcações próximo ao dossel das árvores.



Figura 10. Bromélias epífitas no estrato emergente



Figura 11. *Langsdorffia hypogaea* (Balanophoraceae) que atua na decomposição da matéria orgânica do solo nos Capões de mata.

Conclusões

Existe uma relação fitogeográfica muito forte entre os Capões de mata da Cadeia do Espinhaço e as áreas mais úmidas da Mata Atlântica e da floresta amazônica, pois o centro de origem da maioria das espécies que ocorrem entre os Capões indica que a formação deles está mais associada com as rotas migratórias de aves do que com a expansão e retração das vegetações ao longo das oscilações climáticas do Quaternário.

Portanto, esses Capões são enclaves de Mata Atlântica em meio ao Cerrado, mas não constituem uma vegetação relictual de uma floresta que fora continua no passado. Estas disjunções são inerentes ao processo evolutivo natural desses fragmentos.

Embora exista um isolamento espacial dos Capões na paisagem, as características funcionais do ecossistema mostram uma história evolutiva marcada por mecanismos de interação entre a vegetação dos Capões e a matriz de Cerrado, por meio de processos como dispersão, polinização e fluxo gênico, pois o que a observação da paisagem não permite ver é percebido nos detalhes da ecologia e da biogeografia.

Sobre a flora dos Capões, enquanto uma metacomunidade conclui-se a existência de elevada diversidade de espécies e ampla diversificação nos grupos que ocorrem na composição florística em nível de família, gênero e espécie, mas especula-se sobre uma proximidade filogenética relativamente curta entre os grupos taxonômicos dessa flora.

Sobre a estrutura da vegetação, tanto vertical quanto horizontal, os Capões apresentam os mesmos padrões da maior parte das fitofisionomias de floresta tropical, o que indica que o diferencial desses Capões está na ecologia funcional e na biogeografia.

Sobre a ecologia funcional, foi observada a existência de intensa multiplicidade e redundância nas funções das espécies da flora na vegetação. A maioria das espécies é de ampla distribuição, as densidades de cada grupo taxonômico são altamente variáveis entre os Capões. As distribuições das espécies parecem ser aleatórias, considerando os limites de tolerância das espécies às características pedogeomorfológicas de cada local. Não se pode também desconsiderar a influência das oscilações climáticas quaternárias no processo coevolutivo da metacomunidade de Capões de mata.

Agradecimentos

O presente estudo foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, foi apoiado pelo Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração (PELD) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq441335/2020-9 e 150002/2023-8); pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG APQ-03364-21 e APQ-01000-18).

T.S.G agradece a Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ e ao Instituto Serrapilheira pela bolsa de pós-doutorado da 1ª Chamada Conjunta entre a FAPERJ e o Instituto Serrapilheira para Jovens Doutores Negros e Indígenas. A.C.S agradece ao CNPq pela Bolsas de Produtividade em Pesquisa (302969/2021-7).

Referências

- Ab'Sáber, A. N. (1979). Os mecanismos da desintegração de paisagens tropicais no pleistoceno. *Inter-Facies*, (4), 1-19.
- Abreu-Filho, A. P., Costa, C. R., Gomes, I. R., Barral, U. M., Viana, A. J. S., Tassinari, D., & Silva, A. C. (2021). Os solos e a evolução de

- paisagens na Serra do Espinhaço Meridional, Brasil. *Revista Espinhaço* , 10(1), 1-23. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5083372>
- Artaxo, P., Bustamante, M. M. C., Lapola, D. M., Dias, P. L. S., & Di Giulio, G. M. (2022). Mudanças climáticas globais: seus impactos e estratégias de mitigação e adaptação. In *Fapesp 60 anos - A ciência no desenvolvimento nacional* (pp. 1000002). São Carlos, SP: Editora Cubo. <https://doi.org/10.4322/978-65-86819-27-4.1000002>
- Boaneres, D., Lemos-Filho, J. P., Isaias, R. M., & França, M. G. (2021). Photosynthetic heat tolerance in plants with different foliar water-uptake strategies. *American Journal of Botany* , 108(5), 811-819. <https://doi.org/10.1002/ajb2.1648>
- Bünger, M. D. O., Stehmann, J. R., & Oliveira-Filho, A. T. (2014). Myrtaceae throughout the Espinhaço Mountain Range of central-eastern Brazil: floristic relationships and geoclimatic controls. *Acta Botanica Brasilica* , 28(1), 109-119. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062014000100011>
- Carmo, M. R. B. D., & Assis, M. A. D. (2012). Caracterização florística e estrutural das florestas naturalmente fragmentadas no Parque Estadual do Guartelá, município de Tibagi, estado do Paraná. *Acta Botanica Brasilica* , 26, 133-145. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062012000100015>
- Castro, R. B., Araujo, G. S., Silva, R. M., Romero, F. M. B., Carvalho, P. M., Galindo, P. D. R., & Roca, D. K. V. (n.d.). Estudo de epífitas em relação aos forófitos em uma floresta primária e fragmento florestal urbano. *Estudos Dendrológicos e Ecológicos na Amazônia: oportunidades e experiências* , 2(1), 108-119. <https://doi.org/10.37885/220508819>
- Chanderbali, A. S., van der Werff, H., & Renner, S. S. (2001). Phylogeny and historical biogeography of Lauraceae: evidence from the chloroplast and nuclear genomes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* , 88(1), 104-134. <https://doi.org/10.2307/2666133>
- Coelho, M. S. (2014). Capões de Mata da Cadeia do Espinhaço: padrões e processos ecológicos (Tese de doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.
- Coelho, M. S., Fernandes, G. W., & Perillo, L. N. (2017). Capões de Mata: Arquipélagos florestais pouco conhecidos e ameaçados. *Revista MG Biota* , 1(1), 23-34.
- Coelho, M. S., Carlos, P. P., Pinto, V. D., Meireles, A., Negreiros, D., Morellato, L. P. C., & Fernandes, G. W. (2017). Connection between tree functional traits and environmental parameters in an archipelago of montane forests surrounded by rupestrian grasslands. *Flora* , 238, 51-59. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2017.04.003>
- Coelho, M. S., de Siqueira Neves, F., Perillo, L. N., Morellato, L. P. C., & Fernandes, G. W. (2018). Forest archipelagos: a natural model of metacommunity under the threat of fire. *Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* , 244-249. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2017.03.013>
- Costa, T. R., de Moura, C. C., Machado, E. L. M., & Gonzaga, A. P. D. (2021). Flora arbórea de capões na Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço. *Revista Espinhaço* , 10(1), 1-14. <https://doi.org/10.5281/zenodo.510440>
- Costa, T. R. (2022). História evolutiva da vegetação em ecótone Savana-Floresta: perspectivas para flutuações e variações climáticas (Tese de Doutorado, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri). 184 p.
- Costa, T. R., de Moura, C. C., Silva, L. S., Gonzaga, A. P. D., & Machado, E. L. M. (2022). A Teoria Neutra pode explicar a estrutura da comunidade de ilhas florestais em uma montanha tropical? *Revista Brasileira de Geografia Física* , 15(1), 031-049. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v15.1.p031-049>
- Costa, T. R., da Silva, L. A., de Moura, C. C., de Souto Azevedo, C. H., Bueno, M. L., Mucida, D. P., & Gonzaga, A. P. D. (2023). Vulnerability of the Cerrado–Atlantic Forest ecotone in the Espinhaço Range Biosphere Reserve to climate change. *Theoretical and Applied Climatology* , 151(3), 1151-1167. <https://doi.org/10.1007/s00704-022-04321-z>
- Costa, T. R., de Moura, C. C., da Silva, L. S., Gonzaga, A. P. D., Rech, A. R., & Machado, E. L. M. (2023). Environmental factors determining the forest-grassland variation in the Espinhaço Range Biosphere Reserve-Brazil. *Journal of Plant Ecology* , 16(5), rtac089. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtac089>
- Dislich, R. (1996). Florística e estrutura do componente epifítico vascular na mata da reserva da Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira, São Paulo, SP (Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo). 176 p.
- Figueiró, A. (2015). Biogeografia: dinâmicas e transformações da natureza . Oficina de Textos. 384 p.

- Esteves, B. (2023). *Admirável Mundo Novo: Uma história da ocupação humana nas Américas* (1ª ed.). Companhia das Letras. 494 p.
- Geraldino, C. F. G. (2023). A hierarquia de geografias promotoras de especiação na Origem das Espécies de Charles Darwin. *Geosul* , 38(88), 514-531. <https://doi.org/10.5007/2177-5230.2023.e84537>
- Gonçalves, T. S., da Silva, R. H., de Souza, S. R., & Maria das Dores, M. V. N., Y. R. F. (2016). A vegetação dos afloramentos calcários na Serra do Cipó. *Revista Espinhaço* , 19-31. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3958073>
- Gonçalves, T. S. (2016). Variações florísticas e estruturais entre os estratos da floresta estacional decidual no Parque Nacional Cavernas do Peruaçu (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri). 60 p.
- Gonçalves, T. S. (2020). A história paleoambiental da vegetação brasileira e seus apontamentos sobre a fitogeografia atual do Brasil. *Humboldt-Revista de Geografia Física e Meio Ambiente* , 1(1).
- Gonçalves, T. S., Silva, A. C., Mendonça Filho, C. V., Costa, C. R., & Braga, I. L. (2020). The Capões of Seasonal Semi-deciduous Forest in the Cerrados and Rupestrian Fields of the Espinhaço Chain. *International Journal of Geoscience, Engineering and Technology* , 1(1), 43-48.
- Gonçalves, T. S., Silva, A. C., Mendonça Filho, C. V., Costa, C. R., & Braga, I. L. (2020). Origin and phytogeographic evolution of the Rupestrian Fields of the Espinhaço Chain. *International Journal of Geoscience, Engineering and Technology* , 1(1), 63-68.
- Gonçalves, T. S. (2021). Origem e evolução fitogeográfica dos capões de mata associados aos ecossistemas de turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional-MG (Tese de Doutorado, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri). 267 p. Disponível em <http://acervo.ufvjm.edu.br/jspui/handle/1/3016>
- Gonçalves, T. S., da Silva, A. C., Costa, C. R., Terra, I. H., & Barral, U. M. (2022). Uma década de pesquisas nas turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional. *Revista Mineira de Recursos Hídricos* , 3, e022010-e022010. <https://doi.org/10.59824/rmrh.v3i.222>
- Gonçalves, T. S., Silva, A. C., & Mendonça Filho, C. V. (2023). Deposição de serrapilheira em Capões de Mata associados a turfeiras na Serra do Espinhaço Meridional - Parque Estadual do Rio Preto, MG. *Terr@ Plural* , 17(1), e-2321063. <https://doi.org/10.5212/TerraPlural.v.17.2321063.001>
- Gonçalves, T. S., & Silva, A. C. (2023). Influência da ecologia evolutiva nos ciclos fotossintéticos das plantas. *Revista Vozes dos Vales* , (24), Ano XI, 10/2023. Recuperado de <http://site.ufvjm.edu.br/revistamultidisciplinar/no-24-ano-xi-102023/>
- Gontijo, B. M. (2008). Uma Geografia para a Cadeia do Espinhaço. *Revista Megadiversidade* , 4(1-2), 7-14.
- Gonzaga, A. P. D., Pinto, J. R. R., Machado, E. L. M., & Felfili, J. M. (2013). Similaridade florística entre estratos da vegetação em quatro Florestas Estacionais Deciduais na bacia do Rio São Francisco. *Rodriguésia* , 64(1), 11-19.
- Gonzaga, A. P. D., & Machado, E. L. M. (2021). Paisagens e vegetação da região do Espinhaço Meridional. *Regnellaea Scientia* , 7, 162-186.
- Krenak, A. (2022). *Futuro ancestral* (1ª ed.). São Paulo: Companhia das Letras.
- Kuchenbecker, M. (2019). Os processos geológicos por trás dos sítios arqueológicos da Serra do Espinhaço Meridional. *Revista Espinhaço* , 8(2), 1-12. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3583279>
- Kunz, S. H., Ivanauskas, N. M., Martins, S. V., & Silva, E., Stefanello, D. (2009). Análise da similaridade florística entre florestas do Alto Rio Xingu, da Bacia Amazônica e do Planalto Central. *Brazilian Journal of Botany* , 32(4), 725-736. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042009000400011>
- Lucas, E. J., Matsumoto, K., Harris, S. A., Nic Lughadha, E. M., Benardini, B., & Chase, M. W. (2011). Phylogenetics, morphology, and evolution of the large genus *Myrcia* sl (Myrtaceae). *International Journal of Plant Sciences* , 172(7), 915-934. <https://doi.org/10.1086/660913>
- MacArthur, R. H., & Wilson, E. O. (1967). *The Theory of Island Biogeography* . Princeton, N.J.: Princeton University Press.
- Martins, S. V., Brito-Ibraim, E. R., Eisenlohr, P. V., Oliveira-Filho, A. T., & Silva, A. (2011). A vegetação de Ipucas no Tocantins: estudo de caso e relações florísticas com remanescentes do Cerrado e da Amazônia. In *Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de caso* (pp. 460-478). Viçosa: Editora UFV. 558p.
- Meguro, M., Pirani, J. R., Mello Silva, R., & Giulietti, A. M. (1996a). Caracterização florística e estrutural de matas ripárias e capões

- de altitude da Serra do Cipó, Minas Gerais. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo*, 15, 13-29.
- Meguro, M., Pirani, J. R., Mello Silva, R., & Giulietti, A. M. (1996b). Estabelecimento de matas ripárias e capões nos ecossistemas campestres da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo*, 15, 1-11.
- Oliveira-Filho, A. T. (2017). NeoTropTree, Flora arbórea da Região Neotropical: Um banco de dados envolvendo biogeografia, diversidade e conservação. Universidade Federal de Minas Gerais. Recuperado de <http://www.neotropree.info>
- Pereira-Silva, E. F. (2004). Alterações temporais na distribuição dos diâmetros de espécies arbóreas. Monografia (Pós-graduação em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 17p.
- Perillo, L. N. (2022). Aspectos ecológicos das paisagens rupestres. *PISTA: Periódico Interdisciplinar [Sociedade Tecnologia Ambiente]*, 4(1), 23-41.
- Pio, A. D., Oliveira, L. R. D., Spinola, C. M., Costa, J. P., Santos, L. C. D. S., & Vale, V. S. D. (2023). Padrões florístico-estruturais, riqueza e diversidade de Florestas Estacionais Semidecíduais no Cerrado. *Ciência Florestal*, 33, e69612. <https://doi.org/10.5902/1980509869612>
- Quaresma, M. D. N. S., & da Silva, C. N. (2022). Análise integrada da paisagem pela perspectiva conceitual da paisagem de exceção: uma revisão sistemática da literatura. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 15(6), 2878-2902. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v15.6.p2878-2902>
- Renner, S. S. (1993). Phylogeny and classification of the Melastomataceae and Memecylaceae. *Nordic Journal of Botany*, 13(5), 519-540. <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.1993.tb00096.x>
- Ribeiro-Junior, J. I. (2013). Análises estatísticas no Excel: guia prático (2ª ed.). Viçosa: Editora UFV. 310p.
- Santos, J. C., Nascimento, A. R. T., Marzinek, J., Leiner, N., & Oliveira, P. E. (2017). Distribution, host plants and floral biology of the root holoparasite *Langsdorffia hypogaea* in the Brazilian savanna. *Flora*, 226, 65-71. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2016.11.008>
- Silva, M. L. (2008). Uma Abordagem sobre J. Hutton, W. M. Davis e W. Penck como Exponentes na Sistematização da Geomorfologia. In *Anais do Simpósio Nacional de Geomorfologia e II Encontro Latino-Americano de Geomorfologia*. Belo Horizonte-MG.
- Silva, M. L. (2011). A Dinâmica de Expansão e Retração de Cerrados e Caatingas no Período Quaternário: uma Análise Segundo a Perspectiva da Teoria dos Refúgios e Redutos Florestais. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 4(1), 57-73. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v4i1.232642>
- Silva, A. C., Horák-Terra, I., Barral, U. M., Costa, C. R., Gonçalves, S. T., Pinto, T., ... & Vidal-Torrado, P. (2020). Altitude, vegetation, paleoclimate, and radiocarbon age of the basal layer of peatlands of the Serra do Espinhaço Meridional, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 103, 102728. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.102728>
- Silva, L. S. (2020). Diversidade florística, filogenética e estrutura de fragmentos de florestas estacionais semidecíduais no Espinhaço Meridional. Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. 122p.
- Souza, D. T. (2009). Composição florística e estrutura dos capões de altitude no parque estadual do Rio Preto, Minas Gerais, Brasil. Dissertação de mestrado do programa de pós-graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Minas Gerais. 86p.
- Toniato, M. T. Z., Leitão-Filho, H. D. F., & Rodrigues, R. R. (1998). Fitossociologia de um remanescente de floresta higrófila (mata de brejo) em Campinas, SP. *Brazilian Journal of Botany*, 21(2), 197-210. <https://doi.org/10.1590/S0100-84041998000200012>
- Tudge, C. (2000). The variety of life: a survey and a celebration of all the creatures that have ever lived. Oxford: Oxford University Press. 704p
- Aqui está a referência formatada em estilo APA:
- Luz, C. F. P., Horák-Terra, I., Costa, C. R., Fonseca, K., Vidal-Torrado, P., & Silva, A. C. (2023). Cenários do passado: reconstituição milenar da vegetação de Cerrado com base em grãos de pólen e outros microfósseis em turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional. *Revista Espinhaço*, 12(1), 1-30. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7810694>