

**ANA LAURA DA SILVA LUZ**

**DINÂMICA DE ESPÉCIES ARBÓREAS ENDÊMICAS, EM RISCO DE EXTINÇÃO E RARAS AO LONGO DE 24 ANOS, EM FLORESTA SECUNDÁRIA DA MATA ATLÂNTICA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Geraldo Gonçalves dos Reis  
Coorientadora: Maria das Graças Ferreira Reis

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

L979d  
2022

Luz, Ana Laura da Silva, 1995-

Dinâmica de espécies arbóreas endêmicas, em risco de extinção e raras ao longo de 24 anos, em floresta secundária da Mata Atlântica / Ana Laura da Silva Luz. – Viçosa, MG, 2022.  
1 dissertação eletrônica (92 f.): il. (algumas color.).

Orientador: Geraldo Gonçalves dos Reis.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Florestal, 2022.

Inclui bibliografia.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2022.286>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Plantas em extinção. 2. Biodiversidade. 3. Florestas - Reprodução. I. Reis, Geraldo Gonçalves dos, 1949-.  
II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Engenharia Florestal. Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal.  
III. Título.

CFDC adapt. CDD 22. ed. 634.9121

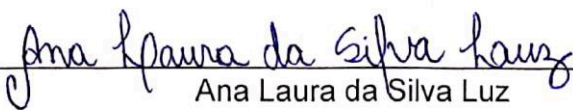
**ANA LAURA DA SILVA LUZ**

**DINÂMICA DE ESPÉCIES ARBÓREAS ENDÊMICAS, EM RISCO DE EXTINÇÃO E RARAS AO LONGO DE 24 ANOS, EM FLORESTA SECUNDÁRIA DA MATA ATLÂNTICA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 25 de fevereiro de 2022.

Assentimento:

  
\_\_\_\_\_  
Ana Laura da Silva Luz  
Autora

  
\_\_\_\_\_  
Geraldo Gonçalves dos Reis  
Orientador

*Dedico este trabalho ao meu filho Jordan Luz dos Reis por ser a força motriz para eu nunca desistir dos meus sonhos, ao meu esposo Paulo César Reis pelo apoio incondicional e minha irmã Ana Paula Luz, por toda ajuda em todos os momentos de minha vida.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por abençoar minhas decisões e colocar pessoas adoráveis em minha trajetória.

Ao meu filho Jordan Luz dos Reis, por me acompanhar em minha jornada, pela paciência em momentos de ausência e, principalmente, pelo sorriso e abraço no fim de um dia difícil.

Ao meu esposo Paulo César Reis, pelo apoio incondicional, calma, paciência, carinho e companheirismo, bem como, por abdicar de momentos importantes ao lado da família para que eu pudesse estudar.

A minha irmã Ana Paula Luz, que é uma das pessoas que mais contribuiu com minhas realizações, esteve ao meu lado nos momentos que mais precisei e se dispôs a mudar sua vida pelo meu crescimento profissional.

A minha mãe Elza Luz, pela criação, educação, ensinamentos, incentivos, força e apoio em todas as decisões da minha vida.

À cidade de Viçosa, à Universidade Federal de Viçosa, ao Departamento de Engenharia Florestal (DEF) e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, incluindo os funcionários do DEF, pelo acolhimento desde o primeiro momento, busca por melhorias e solução de minhas pendências.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores das disciplinas da pós-graduação, em especial, ao Prof. Eduardo Euclides de Lima e Borges (*in memoriam*), pelo aprendizado e amizade.

Ao meu orientador Prof. Geraldo Gonçalves dos Reis pela oportunidade, ensinamentos, amizade, apoio, confiança e compreensão de minhas limitações no curso de pós-graduação.

À minha co-orientadora Profa. Maria das Graças Ferreira Reis, pela confiança, ensinamentos, paciência e oportunidade de conduzir o presente estudo com dados cuidadosamente adquiridos por seus estudantes.

À Dra. Margarete Marin Lordelo Volpato pelas colaborações e disponibilidade em contribuir com a presente pesquisa.

Aos pesquisadores e estagiários que realizaram a coleta de dados na Mata do Paraíso e possibilitaram a realização do presente trabalho.

Aos meus amigos da pós, Cátia Silva e Rennan Terto pelo apoio e amizade durante o tempo de treinamento na UFV.

Aos meus demais amigos e familiares da minha cidade natal pela torcida por minha felicidade e sucesso.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a obtenção do mestrado, a minha gratidão.

*“Viver cada dia como se fosse o último” — esse era o conselho convencional, mas na verdade quem tinha energia para isso? E se chovesse ou você estivesse de mau humor? Simplesmente não era prático. Era bem melhor tentar ser boa, corajosa, audaciosa e se esforçar para fazer a diferença. Não exatamente mudar o mundo, mas um pouquinho ao redor. Seguir em frente, com paixão e uma máquina de escrever elétrica e trabalhar duro em... alguma coisa. Mudar a vida das pessoas através da arte, talvez. Alegurar os amigos, permanecer fiel aos próprios princípios, viver com paixão, bem e plenamente.”*

David Nicholls, Um dia.

## BIOGRAFIA

Ana Laura da Silva Luz, filha de Sebastiana Elza da Silva Luz e Antonio Paiva da Luz, nascida em 28 de dezembro de 1995 em Capitão Poço, Pará. Iniciou a carreira acadêmica no Curso de Licenciatura em Ciências com habilitação em Biologia pela Universidade do Estado do Pará, em 2013. Em 2014, ingressou no curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal Rural da Amazônia, obtendo título de engenheira florestal em maio de 2019. Em agosto do mesmo ano, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal da Universidade Federal de Viçosa, em nível de Mestrado, na área de Silvicultura, concluindo os requisitos indispensáveis à obtenção do título de *Magister Scientiae* em fevereiro de 2022.



## RESUMO GERAL

LUZ, Ana Laura da Silva, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2022. **Dinâmica de espécies arbóreas endêmicas, em risco de extinção e raras ao longo de 24 anos, em floresta secundária da Mata Atlântica.** Orientador: Geraldo Gonçalves dos Reis. Coorientadora: Maria das Graças Ferreira Reis.

A análise de árvores adultas e da regeneração natural, em uma sequência de idades, auxilia na definição de estratégias de manejo e políticas públicas, visando à conservação de espécies vulneráveis. Este estudo buscou avaliar a dinâmica populacional de espécies endêmicas, em risco de extinção e raras, ao longo de 24 anos, em uma floresta secundária, no domínio da Mata Atlântica. A amostragem foi realizada em dez locais com diferentes características fisiográficas, edáficas e estágios de sucessão, levando-se em conta árvores adultas (VA) ( $dap \geq 5$  cm) e regeneração natural (RN) ( $dap \leq 5$  cm), em inventários realizados de 1992 até 2016. Com a composição florística dos inventários, foram identificadas as espécies endêmicas, em risco de extinção e raras. No Capítulo I, as espécies arbóreas amostradas na VA e na RN foram classificadas como endêmicas do Brasil e/ou específicas da Mata Atlântica, com base em listas obtidas na literatura. Sessenta e oito espécies do presente levantamento foram identificadas como endêmicas com base em pelo menos uma das listas da literatura. Após busca em mapas recentes de distribuição de espécies, 35 espécies foram registradas em território de outros países, e apenas 33 espécies foram consideradas efetivamente endêmicas do Brasil e/ou da Mata Atlântica. Algumas espécies endêmicas foram abundantes na VA e/ou na RN, sendo registradas em diversos sítios e inventários, mas a maioria era escassa. A mortalidade de indivíduos, em alguns casos, resultou no desaparecimento da espécie. Algumas espécies endêmicas, também, foram classificadas como em risco de extinção e raras, indicando necessidade de ações de manejo visando a sua conservação para que não desapareçam. No capítulo II, as espécies em risco de extinção foram identificadas na lista florística de todos os levantamentos realizados em sequência de idades e em diferentes locais, utilizando listas regionais, nacionais e internacionais. As espécies raras na VA e na RN, separadamente, foram identificadas com base na presença de apenas um indivíduo em um local (singletons) ou dois indivíduos (doubletons) em até dois locais (um em cada local). Ao longo dos inventários, foram identificadas 13 espécies em risco de extinção e 72 espécies raras

com base nos critérios de raridade. Cinco espécies em risco de extinção (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr., *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth., *Euterpe edulis* Mart., *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer e *Zeyheria tuberculosa* (Vell.) Bureau ex Verl.) foram abundantes na VA e na RN, sugerindo que a proteção dessa floresta secundária está sendo eficaz na manutenção da diversidade genética das espécies em risco de extinção. Em muitos casos, houve mortalidade de indivíduos nos últimos anos do inventário e algumas espécies em risco de extinção (*Brosimum glaziovii* Taub., *Cedrela fissilis* Vell. e *Ficus mexiae* Standl.) desapareceram. Uma árvore de *Melanoxylon brauna* Schott (em risco de extinção) morreu e há apenas uma planta na RN. A abundância dos indivíduos em apenas um dos níveis de inclusão (VA ou RN) indica que a espécie possui alguma barreira física e/ou biológica que impede a produção/dispersão de sementes e, ou a sobrevivência das plântulas. Espécies amostradas apenas na VA têm vantagem de produzir sementes, no futuro. Os resultados gerais indicam que, para a sobrevivência de algumas espécies classificadas como endêmicas, em risco de extinção e raras, há a necessidade de adoção de políticas que promovam a preservação e conservação da biodiversidade.

Palavras-chave: Plantas em extinção. Biodiversidade. Florestas.

## ABSTRACT

LUZ, Ana Laura da Silva, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2022. **Dynamics of endemic, endangered and rare tree species over 24 years, in secondary forest of the Atlantic Forest.** Advisor: Geraldo Gonçalves dos Reis. Co-advisor: Maria Graça Ferreira Reis.

The analysis of adult trees and natural regeneration, in an age sequence, helps defining management strategies and public policies, aiming at the conservation of vulnerable species. This study sought to evaluate the population dynamics of endemic, endangered and rare species, over 24 years, in a secondary forest of the Atlantic Forest. The sampling was carried out in ten sites with different physiographic and edaphic characteristics, and succession stages, taking into account adult trees (VA) ( $dbh \geq 5$  cm) and natural regeneration (RN) ( $dbh \leq 5$  cm), in inventories from 1992 to 2016. Species sampled were classified as endemic, at risk of extinction and rare. In the Chapter I, the tree species sampled in the VA and RN were classified as endemic to Brazil and/or specific to the Atlantic Forest, based on the literature. Sixty-eight species from the present survey were classified as endemic based on at least one of the endemic lists. After searching in recent species distribution maps, 35 species were found in other countries, and only 33 species were considered effectively endemic to Brazil and/or to the Atlantic Forest. Some endemic species were quite abundant in the VA and/or, in the RN, being registered in several sites and inventories, while most species were quite scarce. The mortality of individuals, in some cases, resulted in the disappearance of the species. Some endemics species were also classified as endangered and rare. This indicates the need for management and conservation actions so that the species do not disappear. In the chapter II, species at risk of extinction were identified in the floristic list from all the inventories, according to regional, national and international lists. Also, rare species in VA and RN, separately, were identified based on the presence of only one individual in one location (singletons) or two individuals (doubletons) in up to two locations (one in each location). Throughout the inventories, it was identified 13 species at risk of extinction and 72 species with some of the rarity criteria. Five species at risk of extinction (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr., *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth., *Euterpe edulis* Mart., *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer and *Zeyheria tuberculosa* (Vell.) Bureau ex Verl.) were abundant in the VA and RN, suggesting that the forest protection is being effective in

maintaining the genetic diversity of endangered species. In many cases, there was mortality of individuals in the last inventory years and some species at risk of extinction (*Brosimum glaziovii* Taub., *Cedrela fissilis* Vell. and *Ficus mexiae* Standl.) disappeared. One tree of *Melanoxylon brauna* Schott (species at risk of extinction) died and there is only one sapling in the RN. The abundance of the individuals at only one of the inclusion levels (VA or RN) indicates that the species has some physical and/or biological barrier that prevents seed production/dispersal and seedlings survival. Species sampled only in the VA has advantage of producing seeds, in the future. The overall results indicate that, for the survival of some species classified as endemic and, at risk of extinction and rare, there is a need to adopt policies to enhance the preservation and conservation.

Keywords: Endangered plants. Biodiversity. Forests.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL .....	14
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	16
<b>CAPÍTULO I: ESPÉCIES ARBÓREAS ENDÊMICAS AO LONGO DE 24 ANOS, EM FLORESTA SECUNDÁRIA DA MATA ATLÂNTICA .....</b>	<b>21</b>
RESUMO.....	21
ABSTRACT .....	22
1. INTRODUÇÃO .....	23
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	24
2.1. Descrição da área .....	24
2.2 Inventário Florestal.....	26
2.3 Avaliação das espécies endêmicas.....	28
3. RESULTADOS .....	28
4. DISCUSSÃO .....	39
5. CONCLUSÕES .....	44
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	45
<b>CAPÍTULO II: ESPÉCIES ARBÓREAS EM RISCO DE EXTINÇÃO E RARAS AO LONGO DE 24 ANOS, EM FLORESTA SECUNDÁRIA DA MATA ATLÂNTICA .....</b>	<b>52</b>
RESUMO.....	52
ABSTRACT .....	53
1. INTRODUÇÃO .....	54
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	56
2.1. Descrição da área .....	56
2.2 Inventário Florestal.....	56
2.3 Identificação das espécies em risco de extinção e raras .....	57
2.4 Distribuição diamétrica.....	58
3. RESULTADOS .....	58
3.1 Composição florística das espécies em risco de extinção e raras .....	58
3.2 Abundância das espécies em risco de extinção e raras.....	61
3.3 Distribuição diamétrica .....	72

4. DISCUSSÃO .....	76
5. CONCLUSÕES .....	82
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	82
CONCLUSÕES GERAIS E RECOMENDAÇÕES .....	92

## INTRODUÇÃO GERAL

A Mata Atlântica é um dos *hotspot* mundiais de biodiversidade por apresentar elevada riqueza de espécies, sobretudo de espécies endêmicas e, também, por se encontrar ameaçado, em razão da degradação a que o bioma tem sido submetido (MYERS et al., 2001; WERNECK et al., 2011). A degradação, causada por ações antrópicas, como desmatamento e conversão da floresta em outros tipos de usos de solo, reduziram a vegetação nativa para 28% da cobertura original ou 32 milhões de hectares (REZENDE et al., 2018; GOMES et al., 2020; ROSA et al., 2021; TEIXEIRA et al., 2021). A cobertura florestal remanescente foi reduzida, em sua maioria, a fragmentos florestais com tendência ao isolamento de habitat, impactando negativamente a diversidade biológica do bioma (ROSA et al., 2021).

A Zona da Mata de Minas Gerais, inserida na Mata Atlântica, também, apresenta reduzida cobertura florestal remanescente, em sua maioria, compondo mosaicos de fragmentos florestais em diferentes estágios de sucessão ecológica secundária (PEREIRA et al., 2001; KUNZ; MARTINS, 2014). A topografia acidentada da região, aliada às condições ambientais e isolamento desses fragmentos florestais, contribuem para mudanças na estrutura e regeneração natural da floresta secundária (FERREIRA et al., 2015; SANTOS et al., 2017; PESSOA; ARAÚJO, 2020). O acompanhamento dessas mudanças, nesses fragmentos, possibilita conhecer a estrutura atual da floresta remanescente e avaliar os impactos de ações antrópicas na conservação biológica de espécies (JOLY et al., 2014; MATOS et al., 2019; PIOTTO et al., 2019). Ainda, permite conhecer a composição de espécies mais vulneráveis aos impactos antrópicos, como as espécies endêmicas, as em risco de extinção e as raras.

As espécies endêmicas apresentam distribuição restrita a uma determinada região geográfica em razão de restrições impostas por fatores físicos, climáticos ou biológicos (PETERSON; WATSON, 1998; IŞIK, 2011; WERNECK et al., 2011). Na área da Mata Atlântica, foram catalogadas 13.708 espécies de angiospermas, das quais, 6.663 foram classificadas como endêmicas (STEHMANN et al., 2009). Considerando apenas as espécies arbóreas, foram registradas 3.903 angiospermas endêmicas do Brasil (FLORA DO BRASIL, 2020). Na Mata Atlântica, Lima et al. (2020) listaram 5.044 espécies arbóreas, com 45% das espécies endêmicas do bioma. Além disso, há muitas espécies consideradas vulneráveis, como aquelas em risco de extinção e as raras (CAIAFA; MARTINS, 2010; BRASIL, 2014).

As espécies em risco ou as ameaçadas de extinção são aquelas que tiveram rápida redução de sua população, de sua área e, ou da extensão de ocorrência, com perigo de desaparecimento de um determinado ambiente ou ecossistema (HENRIQUES et al., 2018; IUCN, 2021). O Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora) realizou, até 2014, a avaliação de risco de extinção de 4.617 espécies de plantas (9% das espécies reconhecidas no Brasil), onde mais de 42% (1.380 espécies) são consideradas ameaçadas de extinção da Mata Atlântica, principalmente, em ambientes de maior altitude, os mais sensíveis a impactos antropogênicos e de difícil resiliência (IBGE, 2020; BRASIL, 2014).

O conceito sobre espécies raras diverge de acordo com os autores e as metodologias utilizadas; de maneira geral, referem-se às espécies com área geográfica estreita, que ocupam apenas um ou poucos habitats especializados e, ou forma apenas uma pequena população (RABINOWITZ, 1981; IŞIK, 2011). O tamanho da população pode variar de 1-5% da riqueza das espécies mais abundantes ou apenas uma (*singleton*) ou duas (*doubleton*) árvore(s) em todo levantamento (PRESTON, 1962; GASTON, 1994; MOUILLOT et al., 2013).

Por ocorrerem em locais específicos, as espécies endêmicas, em risco de extinção e raras são mais suscetíveis às mudanças ambientais que as espécies generalistas (MALCOLM et al., 2006; THUILLER et al., 2006; IŞIK, 2011; CANALE et al., 2012). As informações sobre essas espécies mais suscetíveis são cruciais para a formulação e destinação de políticas públicas de conservação ambiental para o aumento da biodiversidade, redução do risco de extinção de espécies vulneráveis e do grau de suscetibilidade a mudanças atuais e futuras no uso da terra (MAÇANEIRO et al., 2016; HENRIQUES et al., 2018; SANDEL et al., 2020).

Estudos sobre as espécies da Floresta Atlântica endêmicas, em risco de extinção e raras (CAIAFA; MARTINS, 2010; BORSALI, 2012; SANTOS et al., 2013; FONTANA et al., 2014; CALIMAN, 2015; FERREIRA et al., 2015; MAÇANEIRO et al., 2016; ROCHA et al., 2017; FAITANIN, 2018; OSTROSKI et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2019; PIOTTO et al., 2019; LIMA et al., 2020; FÁVARO et al., 2021; PASCHOAL et al., 2021) estão relacionados à classificação, riqueza, estrutura, abundância e, ou, distribuição dessas espécies. Essas informações são, em sua maioria, estáticas, e não avaliam a dinâmica das árvores adultas em conjunto com a dinâmica da regeneração natural, durante um período longo.



A dinâmica de árvores, sobretudo as relativas ao ingresso, à mortalidade e ao crescimento da vegetação, constituem subsídios importantes à compreensão das mudanças na estrutura da floresta, principalmente em áreas sob diferentes níveis de intervenção antrópica (MATHYS et al., 2021). Essas informações ainda possibilitam a aquisição de conhecimento sobre múltiplos fatores estruturais e ambientais que atuam na sucessão natural da floresta (HENDRIK; MAXIME, 2017; BRETFFELD et al., 2018; MATHYS et al., 2021).

No presente estudo, buscou-se avaliar a dinâmica da população das espécies endêmicas, em risco de extinção e raras presentes na vegetação adulta e na regeneração natural, em locais com diferentes características fisiográficas e edáficas de uma floresta secundária, com o objetivo de abordar os seguintes questionamentos: (1) Que mudanças estruturais ocorreram nas espécies ao longo de 24 anos, em floresta secundária da Zona da Mata, em Viçosa, Minas Gerais? (2) Como o ingresso e a mortalidade de indivíduos das diferentes espécies foram alteradas numa sequência temporal de 24 anos? (3) Quais espécies da área de estudo foram incluídas nas listagens oficiais de risco ou ameaçadas de extinção? (4) Uma determinada espécie pode deixar de ser considerada em risco de extinção ou rara e, em que circunstâncias isto pode acontecer?

A hipótese levantada é a de que algumas espécies podem apresentar alteração na sua frequência ao longo dos 24 anos de avaliação, reduzindo o risco de extinção ou, de se manterem como raras. Espera-se que as informações obtidas neste estudo possam esclarecer o papel da conservação e preservação das florestas secundárias e do seu manejo adequado para a recuperação de espécies vulneráveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORSALI, E. F. **A flora vascular endêmica do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil: levantamento das espécies e padrões de distribuição geográfica.** 2012. 189 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte - MG, 2012.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria n. 443, de 17 de dezembro de 2014. Reconhece a "lista nacional oficial de espécies da flora ameaçadas de extinção" **Diário Oficial da União**, seção 1, Brasília, DF, p. 110-121. 2014.
- BRETFFELD, M.; EWERS, B. E.; HALL, J. S. Plant water use responses along secondary forest succession during the 2015–2016 El Niño drought in Panama. **New Phytologist**, v.219, n.3, p.885-899, 2018.

CAIAFA, A. N.; MARTINS, F. R. Forms of rarity of tree species in the southern Brazilian Atlantic rainforest. **Biodiversity Conservation**, v. 19, p. 2597-2618, 2010. doi: 10.1007/s10531-010-9861-6

CALIMAN, J. P. **Florística e distribuição vertical e horizontal de espécies arbóreas da Mata Atlântica, no sudeste do Brasil**. 2015. 79f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2015.

CANALE, G. R.; PERES, C. A.; GUIDORIZZI, C. E.; GATTO, C. A. F.; KIERULFF, M. C. M. Pervasive defaunation of forest remnants in a tropical biodiversity hotspot. **PlosOne**, v. 7, n. 8, e41671, 2012. doi.org/10.1371/journal.pone.0041671

FAITANIN, M. A. **Riqueza e abundância de espécies arbóreas ameaçadas de extinção em florestas estacionais semidecíduais do norte/noroeste fluminense**. 2018. 77f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes - RJ, 2018.

FÁVARO, L. B.; SOUZA, A. L.; MAIA, R. T.; GASPAR, R. O. Estrutura de uma floresta ombrófila densa montana com dominância de *Euterpe edulis* Mart. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 31, n. 2, 2021. doi: 10.5902/1980509810699

FERREIRA, T. S.; HIGUCHI, P.; SILVA, A. C.; MANTOVANI, A.; MARCON, A. K.; SALAMI, B.; BUZZI JUNIOR, F.; ANSOLIN, R. D.; BENTO, M. A.; ROSA, A. D. Distribuição e riqueza de espécies arbóreas raras em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista ao longo de um gradiente altitudinal, em Santa Catarina. **Revista Árvore**, v. 39, n. 3, p. 447-455, 2015. doi:10.1590/0100-67622015000300005

FLORA DO BRASIL 2020. **Critério de busca para árvores angiospermas endêmicas do Brasil**. Disponível em: <[FONTANA, C.; GASPER, A. L.; SEVEGNANI, L. Espécies raras e comuns de Myrtaceae da floresta estacional decidual de Santa Catarina, Brasil. \*\*Rodriguésia\*\*, v. 65, n.3, p. 767-776, 2014. doi: 10.1590/2175-7860201465314](http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/BemVindoConsultaPublicaConsultar.do?invalidatePageControlCounter=9&idsFilhosAlgas=%5B2%5D&idsFilhosFungos=%5B1%2C10%2C11%5D&lingua=&grupo=5&familia=null&genero=&especie=&autor=&nomeVernaculo=&nomeCompleto=&formaVida=3&substrato=null&ocorreBrasil=SIM&ocorrencia=SOMENTE_OCORRE&endemismo=ENDEMICA_BRASIL&origem=NATIVA&regiao=QUALQUER&estado=QUALQUER&ilhaOceanica=32767&domFitogeograficos=QUALQUER&bacia=QUALQUER&vegetacao=TODOS&most rarAte=SUBESP_VAR&opcoesBusca=TODOS_OS_NOMES&loginUsuario=Visitante&senhaUsuario=&contexto=consulta-publica>. Acesso: 23 jan. 2020.</p>
</div>
<div data-bbox=)

GASTON, K. **Rarity**. London: Chapman and Hall, 1994. 207p.

GOMES, J. H. G.; PEREIRA, M. G.; FRANCELINO, M. R.; LARANGEIRA, J. P. B. Physical and chemical attributes of soil on gully erosion in the Atlantic Forest biome. **Revista Ambiente & Água**, v.15, n.2, e2459, 2020. doi:10.4136/ambi-agua.2459

HENDRIK, D.; MAXIME, C. Assessing drought driven mortality trees with physiological process-based models. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.232, p.279-290, 2017.

HENRIQUES, L. C. M.; VICHATO, M. R. M.; VICHATO, M. Conservação de espécies florestais protegidas ou ameaçadas de extinção em Belo Horizonte, MG. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 12, n. 2, p. 15-24, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contas de ecossistemas: espécies ameaçadas de extinção no Brasil: 2014/IBGE, coordenação de recursos naturais e estudos ambientais, coordenação de contas nacionais.** Rio de Janeiro: IBGE, 2020. 132 p.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. **Red List Criteria Summary Sheet.** Version 2021-1. Cambridge, Reino Unido: 2021. Disponível em: < <https://www.iucnredlist.org/resources/summary-sheet> >. Acesso: 30 de mar 2021.

IŞIK, K. Rare and endemic species: Why are they prone to extinction? **Turkish Journal of Botany**, v. 35, p. 411-417, 2011. doi: 10.3906/bot-1012-90

JOLY, C. A.; METZGER, J. P.; TABARELLI, M. Experiences from the Brazilian Atlantic Forest: ecological findings and conservation initiatives. **New Phytologist**, v. 204, p. 459-473, 2014. doi:10.1111/nph.12989

KUNZ, S. H.; MARTINS, S. V. Regeneração natural de floresta estacional semidecidual em diferentes estágios sucessionais (Zona da Mata, MG, Brasil). **Floresta**, Curitiba, PR, v. 44, n. 1, p. 111 - 124, 2014.

LIMA, R. A. F.; SOUZA, V. C.; SIQUEIRA, M. F.; STEEGE, H. Defining endemism levels for biodiversity conservation: tree species in the Atlantic Forest hotspot. **Biological Conservation**, v. 252, 108825, 2020. doi:10.1016/j.biocon.2020.108825

MAÇANEIRO, J. P.; OLIVEIRA, L. Z.; EISENLOHR, P. V.; SCHORN, L. A. Paradox between species diversity and conservation: a subtropical Atlantic Forest reserve in Brazil has similar tree species diversity to unprotected sites in the same region. **Tropical Conservation Science**, v. 9., n. 4, p. 1-19, 2016. doi:10.1177/1940082916668011

MALCOLM, J. R.; LIU, C.; NEILSON, R. P.; HANSEN, L.; HANNAH, L. Global warming and extinctions of endemic species from biodiversity. **Conservation Biology**, v. 20, n. 2, p. 538-548, 2006. doi: 10.1111/j.1523-1739.2006.00364.x

MATHYS, A. S.; BRANG, P.; STILLHARD, J.; BUGMANN, H.; HOBI, M. L. Long-term tree species population dynamics in swiss forest reserves influenced by forest structure and climate. **Forest Ecology and Management**, v. 481, 118666, 2021. doi:10.1016/j.foreco.2020.118666.

MATOS, F. A. R.; MATOS, F. A. R.; MAGNAGO, L. F. S.; MIRANDA, C. A. C.; MENEZES, L. F. T.; GASTAUER, M.; SAFAR, N. V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; SILVA, M. P.; SIMONELLI, M.; EDWARDS, F. A.; MARTINS, S. V.; MEIRA NETO, J. A. A.; EDWARDS, D. P. Secondary forest fragments offer important carbon and biodiversity cobenefits. **Global Change Biology**, v. 26, n.2, p. 509-522., 2019. doi: 10.1111/gcb.14824

MOUILLOT, D; BELLWOOD, D. R.; BARALOTO, C.; CHAVE, J.; GALZIN, R.; HARMELIN-VIVIEN, M.; KULBICK, M.; LAVERGNE, S.; LAVOREL, S.; MOUQUET, N.; PAINE, C. T.; RENAUD, J.; THUILLER, W. Rare species support vulnerable functions in high-diversity ecosystems. **Plos Biology**, v. 11, n. 5, p. e1001569. doi:10.1371/journal.pbio.1001569

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.

OLIVEIRA, L. Z.; GASPER, A. L.; LINGNER, D. V.; SEVEGNANI, L.; VIBRANS, A. C. Secondary subtropical Atlantic forests shelter a surprising number of rare tree species:

- outcomes of an assessment using spatially unbiased data. **Biodiversity Conservation**, v. 28, p. 751–768, 2019. doi:10.1007/s10531-018-01690-8
- OSTROSKI, P.; ZAMBORLINI, F.; AMORIM, A. M.; FIASCHI, P. Endemic angiosperms in Bahia coastal forests, Brazil: an update using a newly delimited area. **Biota Neotropica**, v. 18, n. 4, e20180544, 2018. doi:10.1590/1676-0611-BN-2018-0544
- PASCHOAL, E. M.; VIEIRA, A. D.; OTONI, T. J. O.; GRIPP, A. M.; FREIRE, J. P.; ALVES, P. L.; GONZAGA, A. P. D.; MACHADO, E. L. M. Diferentes distúrbios antrópicos na paisagem podem influenciar padrões florísticos e estruturais da Mata Atlântica?. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 4, p. 2265-2285, 2021.
- PEREIRA, R. A.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; BRITES, R. S. Caracterização da paisagem, com ênfase em fragmentos florestais, do município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 1-10, 2001.
- PESSOA, S. V. A.; ARAUJO, D. S. D. Tree species richness and composition in a fragmented landscape of the Brazilian lowland Atlantic Forest. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 71, e02842017, 2020. doi:10.1590/2175-7860202071003.
- PETERSON, A. T.; WATSON, D. M. Problem with areal definitions of endemism: the effects of spatial scaling. **Diversity and Distributions**, v. 4, p. 189-194, 1998. doi:10.1046/j.1472-4642.1998.00021.x
- PIOTTO, D.; CRAVEN, D.; MONTAGNINI, F.; ASHTON, M.; OLIVER, C.; THOMAS, W. W. Successional, spatial, and seasonal changes in seed rain in the Atlantic forest of southern Bahia, Brazil. **PlosOne**, v. 14, n. 12, e0226474, 2019. doi:10.1371/journal.pone.0226474
- PRESTON, F. W. The canonical distribution of commonness and rarity: part I. **Ecology**, v.43, n.2, p.185-215, 1962.
- RABINOWITZ, D. Seven forms of rarity. In: Sygne, H. (Ed.), **The biological aspects of rare plant conservation**. Wiley, New York, p. 205-217, 1981.
- REZENDE, C.L.; SCARANO, F.R.; ASSAD, E.D.; JOLY, C.A.; METZGER, J.P.; STRASSBURG, B.B.N.; TABARELLI, M.; FONSECA, G.A.; MITTERMEIER, R.A. From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest, **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 16, n. 4, p. 208-214, 2018. doi:10.1016/j.pecon.2018.10.002
- ROCHA, M. J. R.; CUPERTINO-EISENLOHR, M. A.; LEONI, L. S.; SILVA, A. G.; NAPPO, M. E. Floristic and ecological attributes of a Seasonal Semideciduous Atlantic Forest in a key area for conservation of the Zona da Mata region of Minas Gerais State, Brazil. **Hoehnea**, v. 44, n. 1, p. 29-43, 2017. doi: 10.1590/2236-8906-38/2016
- ROSA, M. R.; BRANCALION, P. H. S.; CROUZEILLES, R.; TAMBOSI, L. R.; PIFFER, P. R.; LENTI, F. E. B.; HIROTA, M.; SANTIAMI, E.; METZGER, J. P. Hidden destruction of older forests threatens Brazil's Atlantic Forest and challenges restoration programs. **Science Advances**, v. 7, n.4, eabc4547, 2021. doi:10.1126/sciadv.abc4547
- SANDEL, B.; WEIGELT, P.; KREFT, H.; KEPPEL, G.; SANDE, M. T. V. D.; SMITH, S.; CRAVEN, D.; KNIGHT, T. M. Current climate, isolation and history drive global patterns of tree phylogenetic endemism. **Global Ecology and Biogeography**, v. 29, p. 4-15, 2020. doi:10.1111/geb.13001

SANTOS, G. L.; PEREIRA, M. G.; DELGADO, R. C.; SILVA, R. D. B.; MORAIS, L. F. D. Padrões da regeneração natural na região de Mar de Morros, Pinheiral-RJ. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p. 1-11, 2017. doi:10.1590/2179-8087.008115

SANTOS, M. L.; MEIRA NETO, J. A. A.; SILVA, A. F.; MARTINS, S. V.; CAMPOS, E. P. Estrutura fitossociológica e raridade em um trecho de floresta estacional semidecidual primária na Zona da Mata de Minas Gerais. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 06, n. 01, p.101 – 117, 2013.

STEHMANN, J. R.; FORZZA, R. C.; SALINO, A.; SOBRAL, M.; COSTA, D. P.; KAMINO, L. H. Y. (ed.) **Plantas da Floresta Atlântica**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2009. 516 p.

TEIXEIRA, H. M. T.; BIANCHI, F. J. J. A.; CARDOSO, I. M.; TITTONELL, P.; PENÃ-CARLOS, M. Impact of agroecological management on plant diversity and soil-based ecosystem services in pasture and coffee systems in the Atlantic Forest of Brazil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 305, 2021. doi: 10.1016/j.agee.2020.107171

THUILLER, W.; MIDGLEY, G. F.; HUGHES, G. O.; BOMHARD, B.; DREW, G.; RUTHERFORD, M. C.; WOODWARD, F. I. E. Endemic species and ecosystem sensitivity to climate change in Namibia. **Global Change Biology**, v. 12, p. 759–776, 2006. doi: 10.1111/j.1365-2486.2006.01140.x

WERNECK, M. S.; SOBRAL, M. E. G.; ROCHA, C. T. V.; LANDAU, E. C.; STEHMANN, J. R. Distribution and endemism of angiosperms in the Atlantic Forest. **Natureza & Conservação**, v. 9, n. 2, p. 188-193, 2011. doi:10.4322/natcon.2011.024

## **CAPÍTULO I: ESPÉCIES ARBÓREAS ENDÊMICAS, AO LONGO DE 24 ANOS, EM FLORESTA SECUNDÁRIA DA MATA ATLÂNTICA**

### **RESUMO**

Espécies endêmicas são aquelas que ocorrem naturalmente em uma área exclusiva e constituem importante ferramenta para ações de conservação. O objetivo do presente estudo foi avaliar as espécies endêmicas em uma área preservada de floresta secundária da Mata Atlântica, ao longo de 24 anos. Os inventários foram realizados de 1992 a 2016, em dez locais com diferentes características fisiográficas, edáficas e sucessionais, considerando a vegetação adulta (VA) e a regeneração natural (RN). Listas obtidas na literatura das espécies endêmicas da floresta Brasileira/Atlântica foram usadas para identificar as endemias nesta área de estudo. Sessenta e oito espécies foram identificadas como endêmicas. No entanto, após consultar mapas recentes de distribuição de espécies no Brasil e em outros países, foi verificado que 35 dessas espécies ocorrem em outros países e, apenas 33 foram consideradas endêmicas exclusivas do território brasileiro/Mata Atlântica. Seis espécies endêmicas foram registradas tanto na VA quanto na RN, em diversos locais, ao longo do período (*Astrocaryum aculeatissimum* (Schott) Burret, *D. nigra*, *Hirtella hebeclada* Moric. ex DC., *Ocotea laxa* (Nees) Mez, *Ladenbergia hexandra* e *Vitex sellowiana* Cham.). *Aspidosperma olivaceum* Müll.Arg., *B. glaziovii*, *Hymenaea aurea* Y.T. Lee & Langenh., *Platycyamus regnellii* Benth. e *Sclerolobium denudatum* Vogel apresentaram baixa abundância. Dentre as 33 espécies confirmadas como endêmicas do território brasileiro, destacam-se *D. nigra*, *M. brauna* e *Trattinnickia ferruginea* Kuhl. que são classificadas como ameaçadas de extinção. Ao todo, foram 22 espécies que ocorreram em apenas um local na VA e, ou na RN, sendo que, a maioria ocorreu com um indivíduo (raras) e algumas apresentaram mortalidade antes do último inventário. Esses resultados indicam a necessidade de ações de manejo e conservação para proteger essas espécies vulneráveis, evitando o seu desaparecimento.

Palavras-chave: Espécies arbóreas vulneráveis. Conservação florestal. Distribuição de espécies arbóreas.

## ABSTRACT

Endemic species are those that occur naturally in an exclusive area and constitute an important tool for conservation actions. The objective of the present study was to evaluate the endemic species in a preserved area of secondary forest, in the Atlantic Forest, over 24 years. The inventories were carried out from 1992 to 2016, in ten sites with different physiographic, edaphic and successional characteristics, considering adult vegetation (VA) and natural regeneration (RN). Sixty-eight species were identified as Brazilian/Atlantic Forest endemic based on lists from the literature. However, after consulting recent maps of species distribution in Brazil and in other countries, 35 of these species occurred in other countries and, only 33 were exclusively endemic to the Brazilian territory/Atlantic Forest. Six endemic species occurred in both VA and RN, in several sites, throughout the period *Astrocaryum aculeatissimum* (Schott) Burret, *D. nigra*, *Hirtella hebeclada* Moric. ex DC., *Ocotea laxa* (Nees) Mez, *Ladenbergia hexandra* and *Vitex sellowiana* Cham.). *Aspidosperma olivaceum* Müll.Arg., *B. glaziovii*, *Hymenaea aurea* Y.T. Lee & Langenh., *Platycyamus regnellii* Benth. and *Sclerolobium denudatum* Vogel showed low abundance. Among the 33 species confirmed as endemic, three are classified as endangered (*D. nigra*, *M. brauna* and *Trattinnickia ferruginea* Kuhl.) and 22 species occurred in only one site in the VA and/or in the RN, mostly with one individual (rare) and some mortality up to the last inventory. These results indicate the need for management and conservation actions to protect these vulnerable species avoiding their disappearance.

Keywords: Vulnerable tree species. Forest conservation. Tree species distribution.

## 1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica apresenta características geográficas e climáticas que resultam em elevada riqueza de espécies, com elevado grau de endemismo (MYERS et al., 2001; RIBEIRO et al., 2011; STEHMANN et al., 2009). O endemismo de espécies está relacionado a distribuição de táxons com ocorrência natural exclusiva em áreas cujo tamanho pode ser estreito ou relativamente grande (MAJOR, 1988; CARVALHO, 2009; IŞIK, 2011). A identificação de espécies endêmicas e o entendimento dos padrões de distribuição são influenciados por informações históricas, ecológica e evolutivas das espécies (MAJOR, 1988; WHITTAKER et al., 2005; CARVALHO, 2009).

A avaliação e a documentação de espécies endêmicas, sobretudo em ambientes fragmentados, podem ser o primeiro passo para nortear a avaliação de risco de extinção dessas espécies, além de desencadear o planejamento para recuperação, gerenciamento e monitoramento de espécies e, de cumprir metas de estratégias de conservação da natureza (IŞIK, 2011; MOUILLOT et al., 2013; GALLAGHER et al., 2020). Espécies endêmicas quando ocorrem com distribuição estreita ou em população em declínio podem, também, ser raras e mais vulneráveis à perda de indivíduos, devido aos efeitos sinérgicos de um nicho estreito, baixa capacidade reprodutiva e, ou, capacidade de dispersão (IŞIK, 2011; SLATER et al., 2013).

As informações sobre endemismo no Brasil e ocorrência das espécies nos domínios fitogeográficos disponíveis em Flora do Brasil (2020) indicam existirem 3.907 espécies arbóreas endêmicas do Brasil e aproximadamente 60% (2.346 espécies) que ocorrem no domínio fitogeográfico da Mata Atlântica. Contudo, ao avaliar outras plataformas de banco de dados, nota-se que algumas espécies consideradas endêmicas ocorrem em outros países, colocando em conflito a designação de endemismo. Mapas de ocorrência de espécies contribuem com informações mais assertivas sobre os graus de endemismo de espécies, bem como, podem subsidiar informações sobre a área e a extensão de ocorrência de táxons em risco de extinção (KAMINO et al., 2012).

Estudos que avaliem a dinâmica de populações endêmicas podem subsidiar a compreensão dos mecanismos ecológicos que causam a especificidade de espécies, principalmente, considerando as diferenças no habitat local, histórico de manejo e o



contexto da paisagem (GARDNER et al., 2007). Além disso, avaliações mais criteriosas que considerem a dinâmica, a estrutura, o tamanho, as flutuações e as ameaças da população são mais úteis que avaliações superficiais e são essenciais para definição de estratégias de conservação bem fundamentadas (KAMINO et al., 2012; GALLAGHER et al., 2020; KOUGIOUMOUTZIS et al., 2021). Contudo, poucos estudos visam avaliar a dinâmica da população em diferentes classes de tamanho de plantas (vegetação adulta e regeneração natural) (SANTOS et al., 2021) e não há avaliações específicas para espécies endêmicas da Mata Atlântica. Nesse sentido, a avaliação de espécies endêmicas considerando diferentes classes de tamanho das plantas, em locais com diferentes históricos de manejo e condições ambientais, podem contribuir para o entendimento da distribuição e limitação populacional dessas espécies.

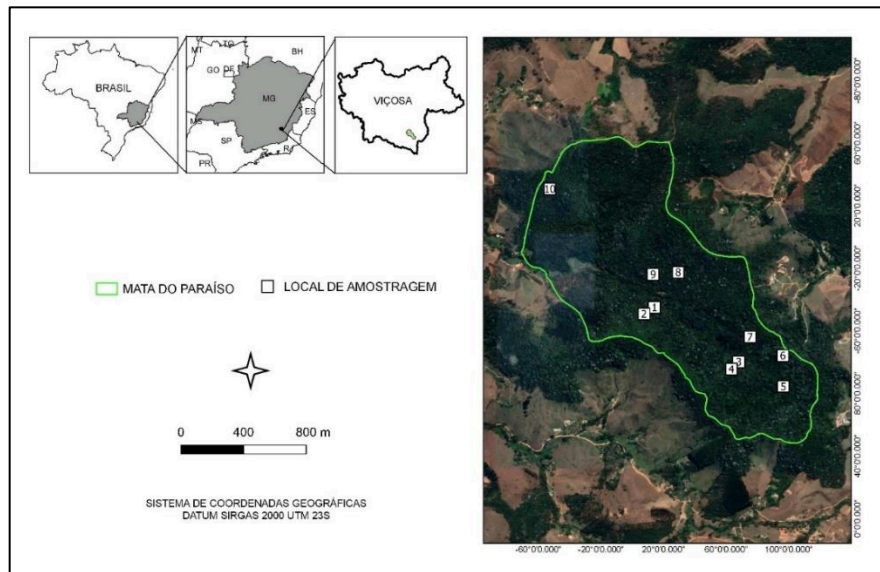
No presente estudo, buscou-se identificar as espécies endêmicas do Brasil e, ou da Mata Atlântica, que ocorreram em vários inventários realizados ao longo de 24 anos, em diferentes condições ambientais, considerando a vegetação adulta e a regeneração natural, em área de floresta secundária preservada da Mata Atlântica.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Descrição da área**

O estudo foi realizado no município de Viçosa, Minas Gerais (20°48'00"S e 42°51'30"O e altitude média de 782 m) em área preservada de Floresta Estacional Semidecidual Montana secundária da Mata Atlântica. Essa área, denominada Mata do Paraíso, apresenta 194 ha (Figura 1) e, quando consideradas as áreas de vegetação vizinhas conectadas a esta área, representa o maior fragmento florestal do município, com cerca de 416 ha (PEREIRA et al., 2001). A área sofreu intervenções antrópicas de retirada seletiva de madeira e desmatamento parcial da vegetação para implantação de culturas agrícolas e pastagens, mas tem sido preservada desde 1960 (GARCIA et al., 2011).

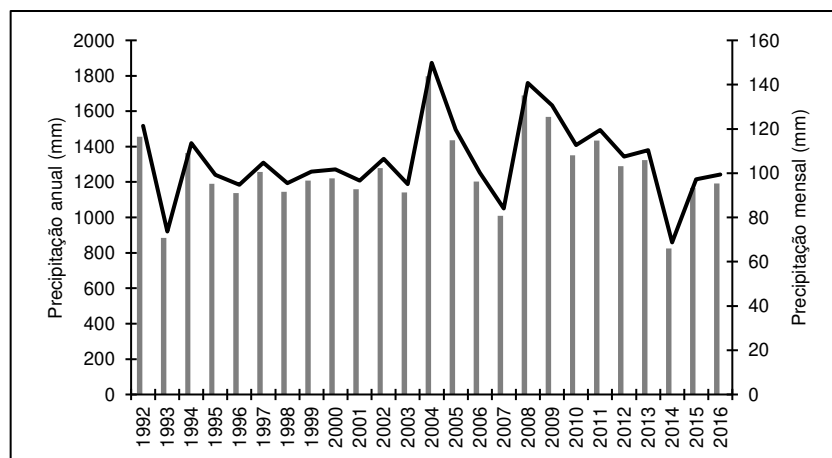
Figura 1. Localização da área de estudo em Floresta Estacional Semidecidual Montana secundária da Mata Atlântica, em Viçosa, Minas Gerais



Fonte: Qgis, versão 3.10.1

O clima predominante na região, segundo a classificação de Köppen, é o Cwa, com chuvas mal distribuídas ao longo do ano, verão quente chuvoso e inverno seco. A precipitação média anual é de 1.319 mm (Figura 2), com temperatura média máxima e mínima anual de 26,8 e 15,7 °C, respectivamente (SOUZA, 2015).

Figura 2. Precipitação total anual (barras) e precipitação mensal média (linha), nos anos em que houve o inventário da VA ou RN, no período de 1992 a 2016, do município de Viçosa, Minas Gerais.



Fonte: Adaptado de Instituto Nacional de Meteorologia (2022)

A vegetação é classificada como Floresta Estacional Semidecidual Montana (parte das espécies arbóreas perde folhas no período correspondente ao inverno) secundária, com vegetação em um mosaico de diferentes estágios sucessionais e pequenas áreas de brejo (SILVA-JUNIOR et al., 2004; GARCIA et al., 2011).

No topo dos morros, há predominância de Latossolo Vermelho-Amarelo, nas encostas das elevações, o Argissolo Vermelho-Amarelo, nos terraços, o Argissolo Vermelho-Amarelo Câmbico, e, no fundo dos vales, o Neossolo Flúvico associado aos Gleissolos (REZENDE, 1971; CORRÊA, 1984).

## 2.2 Inventário Florestal

Estudos fitossociológicos foram realizados durante 24 anos, em dez locais com diferenças em aspectos fisiográficos, edáficos (em especial a fertilidade) e estágio de sucessão, considerando a VA e a RN (Tabela 1).

Tabela 1. Exposição (Exp), posição topográfica (PT), declividade (Dec), índice de área foliar (IAF), transmitância de radiação fotossinteticamente ativa (t%) e classificação de acordo com estágio de sucessão (Suc) e fertilidade (Fert) por local, e número médio de espécies (N1), número médio de indivíduos (N2) e, Índice médio de diversidade de Shannon-Wiener (H') dos inventários, por local, em área de Floresta Estacional Semidecidual Montana secundária da Mata Atlântica, em Viçosa, Minas Gerais

Local	Exp <sup>1</sup>	PT <sup>1</sup>	Dec (%) <sup>1</sup>	IAF <sup>2</sup>	t% <sup>2</sup>	Suc <sup>3</sup>	Fert <sup>3</sup>	N1	N2	H'
1	NE	TS	40	3,38	6,08	FIS	mf	27	150	2,65
2	NE	ME	21	3,82	5,68	FIS	mf	35	210	2,71
3	NE	TI	43	4,25	4,77	FIS	bf	53	250	3,31
4	NE	ME	80	3,67	14,16	FIS	bf	47	190	3,23
5	-	B	3	4,1	2,56	FAZ	af	48	269	3,15
6	SO	TI	51	3,7	2,08	FAZ	af	57	293	3,32
7	SO	ME	45	3,87	1,9	FIS	bf	59	199	3,60
8	SO	ME	20	4,24	7,09	FIS	mf	50	244	3,31
9	SO	TI	14	4,01	7,72	FIS	mf	38	197	2,61
10	SO	TS	45	3,89	6,05	FIS	bf	53	212	3,23

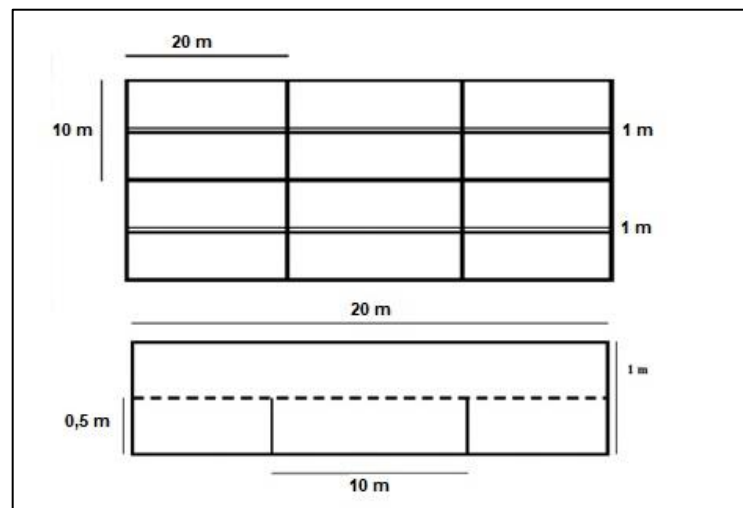
Fonte: <sup>1</sup>Fernandes (1998), <sup>2</sup>Pezzopane (2001) e <sup>3</sup>Caliman (2015). NE = exposição nordeste; SO = exposição sudoeste; B = baixada; TI= terço inferior; ME = meia encosta; TS = terço superior. <sup>3</sup>Estágio de sucessão e níveis de fertilidade do solo na profundidade de 0-20 cm, em que: FIS = Floresta em estágio intermediário de sucessão; FAS = Floresta em estágio mais avançado de sucessão, af = alta fertilidade, mf = média fertilidade, bf = baixa fertilidade

O levantamento das espécies arbóreas da VA, com diâmetro à altura do peito (*dap*) maior que 5 cm, em cada local, foi realizado em seis parcelas contíguas de 10

x 20 m (Figura 3), em área de 20 x 60 m, totalizando 60 parcelas permanentes nos dez locais do estudo.

O inventário da RN, em três níveis de inclusão, foi realizado em sub-parcelas alocadas na posição central de cada uma das 60 parcelas de 10 x 20 m. Inicialmente, foram alocadas sub-parcelas de 1 x 20 m no centro das parcelas de 10 x 20 m para avaliar as plantas com altura ( $h$ ) superior a 3 m e  $dap$  inferior a 5 cm (Classe 3), sendo que na metade da faixa de 1 x 20 (0,5 x 20 m) foram amostradas as plantas que apresentavam  $h$  entre 1 e 3 m (Classe 2). As plântulas com  $h$  menor que 1 m (Classe 1) foram amostradas em faixa de 0,5 x 10 m, no centro da faixa de 0,5 x 20 m (Figura 2).

Figura 3. Esquema de amostragem da regeneração natural para Classe 1 (0,5 x 10 m), Classe 2 (0,5 x 20 m) e Classe 3 (1 x 20 m)



Fonte: Garcia et al. (2011)

O inventário da vegetação adulta foi realizado em 1992, 1995, 1998, 2001, 2004, 2007, 2012 e 2016 e, da regeneração natural, nos três níveis de inclusão, em 1992, 1995, 2000, 2008 e 2013. Os resultados parciais desses inventários foram publicados por Volpato (1994); Fernandes (1998), Silva et al. (2004), Pezzopane (2001), Higuchi et al. (2006), Garcia et al. (2011), Caliman (2015; 2019) e Souza (2015).

A identificação botânica ocorreu em nível de família, gênero e espécie com uso do sistema de classificação APG III (Angiosperm Phylogeny Group) mas, para a filtragem das espécies endêmicas, foram consideradas apenas as árvores com identificação em nível de espécie.

### 2.3 Avaliação das espécies endêmicas

As espécies endêmicas foram identificadas por dois critérios de endemismo, como adotado por Rocha et al. (2017): espécies endêmicas do Brasil, utilizando a base de dados de Flora do Brasil (2020), e espécies endêmicas da Mata Atlântica, por meio de consultas realizadas, especialmente, em Stehmann et al. (2009) e Lima et al. (2020), que disponibilizam a listagem das espécies arbóreas endêmicas do Bioma da Mata Atlântica.

O Global Biodiversity Information Facility (GBIF, 2021) e o “Sistema de Informação Distribuído para Coleções Biológicas” (SPECIESLINK, 2021), que são fontes que dispõem de dados continuamente atualizados sobre a ocorrência de espécies, foram consultados para confirmar se as espécies classificadas como endêmicas do Brasil e da Mata Atlântica ocorrem, de fato, exclusivamente no Brasil ou, ocorrem em outros países. Após identificar que a espécie ocorre apenas no Brasil, utilizou-se de mapas de distribuição das mesmas, publicados nestas duas fontes, para identificar quais espécies apresentam distribuição restrita aos estados onde predomina a Mata Atlântica. A validação ocorreu pela identificação de informações com registros de ocorrência (inclusão de coordenadas geográficas), como adotado por Lima et al. (2020).

Após a filtragem das espécies confirmadas como endêmicas, foram analisadas informações sobre a abundância (número de indivíduos por local e ano de inventário), para a VA e, para a RN em três classes de altura de planta, conforme inventários de 1992 a 2016. Com base em consultas à literatura, as espécies foram, também, caracterizadas nos diferentes grupos ecológicos: pioneiras (P), secundárias iniciais (SI) e secundárias tardias (ST).

## 3. RESULTADOS

A listagem de espécies classificadas como endêmicas do Brasil (EBR) e, ou endêmicas da Mata Atlântica (EMA) inclui 68 espécies ao todo (30% do total de espécies identificadas nos inventários de 1992 a 2016) e pertencem a 34 famílias e 55 gêneros, considerando a VA e a RN, em conjunto (Tabela 2). Treze espécies dessa lista não ocorreram na VA e 13 não ocorreram na RN.

Tabela 2. Espécies arbóreas na Vegetação Adulta (VA) e na Regeneração Natural (RN), classificadas como Endêmicas do Brasil (EBR), Endêmicas da Mata Atlântica (EMA) e, com atualização de registros de ocorrência exclusiva no Brasil (EXBR), em inventários no período de 1992 a 2016, em área de Floresta Estacional Semidecidual Montana secundária da Mata Atlântica, Viçosa, Minas Gerais

Família	Nome científico	EBR <sup>1</sup>	EMA		EXBR		Classificação Final	GE 6 a 10
			2	3	4	5		
Achariaceae	<i>Carpotroche brasiliensis</i> (Raddi) A Gray	S	N	S	N	S	N	SI
Annonaceae	<i>Annona cacans</i> Warm.	N	S	S	N	S	N	SI
	<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil.	S	N	S	N	S	N	SI
	<i>Guatteria sellowiana</i> Schtdl.	S	N	N	S	S	EBR	SI
	<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	S	S	S	N	N	N	SI
Apocynaceae	<i>Aspidosperma olivaceum</i> Müll.Arg.	S	S	S	S	S	EBR/EMA	ST
	<i>Aspidosperma parvifolium</i> A.DC.	S	S	S	N	N	N	SI
Aquifoliaceae	<i>Ilex cerasifolia</i> Reissek	S	N	N	S	S	EBR	ST
Arecaceae	<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret	S	S	N	S	S	EBR/EMA	SI
Asteraceae	<i>Piptocarpha macropoda</i> (DC.) Baker	S	N	N	S	S	EBR	P
Bignoniaceae	<i>Jacaranda macrantha</i> Cham.	S	N	N	N	N	N	SI
	<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	S	N	N	N	N	N	SI
Burseraceae	<i>Protium warmingianum</i> Marchand	S	N	N	S	S	EBR	ST
	<i>Trattinnickia ferruginea</i> Kuhlm.	S	S	S	S	S	EBR/EMA	SI
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella hebeclada</i> Moric. ex DC.	S	N	N	S	S	EBR	ST
Clusiaceae	<i>Tovomita glazioviana</i> Engl.	S	S	NC	S	S	EBR/EMA	SI
Cunoniaceae	<i>Lamanonia glabra</i> (Cambess.) Kuntze	NC	NC	NC	S	S	EBR	ST
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea retusa</i> Uittien	S	S	S	S	S	EBR/EMA	ST
Euphorbiaceae	<i>Croton floribundus</i> Spreng.	N	S	N	N	N	N	P
Fabaceae	<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	S	N	N	S	S	EBR	SI
	<i>Bauhinia forficata</i> Link	N	S	N	N	N	N	P
	<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	S	S	S	S	S	EBR	SI
	<i>Hymenaea aurea</i> Y.T. Lee & Langenh.	S	S	S	S	S	EBR	ST

Tabela 2. Cont.

Família	Nome científico	EBR <sup>1</sup>	EMA		EXBR		Classificação Final	GE 6 a 10
			2	3	4	5		
Fabaceae	<i>Machaerium triste</i> Vogel	NC	NC	S	N	N	N	SI
	<i>Melanoxylon brauna</i> Schott	S	N	S	S	S	EBR	ST
	<i>Platycyamus regnellii</i> Benth.	S	N	N	S	S	EBR/EMA	SI
	<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G.P. Lewis & M. P. Lima	S	N	N	N	N	N	SI
	<i>Sclerolobium denudatum</i> Vogel	NC	NC	NC	S	S	EBR/EMA	ST
	<i>Stryphnodendron polyphyllum</i> Mart.	S	N	N	N	N	N	SI
	<i>Swartzia acutifolia</i> Vogel	S	N	S	N	N	N	ST
Hypericaceae	<i>Vismia martiana</i> Reichardt	S	S	N	S	S	EBR	P
Lacistemataceae	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	S	N	N	N	N	N	SI
Lamiaceae	<i>Hyptidendron asperrimum</i> (Spreng.) Harley	S	N	N	S	S	EBR/EMA	SI
	<i>Vitex sellowiana</i> Cham.	S	N	N	S	S	EBR	SI
Lauraceae	<i>Aniba firmula</i> (Nees & Mart.) Mez	S	N	N	N	N	N	SI
	<i>Ocotea dispersa</i> (Nees & Mart.) Mez	S	S	S	S	S	EBR/EMA	SI
	<i>Ocotea laxa</i> (Nees) Mez	S	S	S	S	S	EBR/EMA	ST
	<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	S	N	S	N	N	N	ST
	<i>Phyllostemonodaphne geminiflora</i> (Mez) Kosterm.	N	S	S	N	N	N	SI
Lecythidaceae	<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	S	S	S	N	S	N	ST
Lythraceae	<i>Lafoensia glyptocarpa</i> Koehne	S	N	NC	N	S	N	ST
Malvaceae	<i>Eriotheca candolleana</i> (K. Schum.) A. Robyns	S	N	N	N	N	N	SI
Melastomataceae	<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	S	S	S	N	N	N	P
	<i>Miconia cubatanensis</i> Hoehne	S	N	N	N	S	N	SI
	<i>Miconia latecrenata</i> (DC.) Naudin	S	S	S	N	N	N	SI
	<i>Miconia pusilliflora</i> (DC.) Naudin	N	S	N	N	N	N	SI
	<i>Tibouchina fothergillae</i> (Schrank & Mart. ex DC.) Cogn.	NC	NC	S	N	S	N	P
Meliaceae	<i>Guarea pendula</i> R.S. Ramalho, A.L. Pinheiro & T.D. Penn.	S	S	S	S	S	EBR/EMA	SI
	<i>Trichilia lepidota</i> Mart.	N	S	N	N	N	N	ST

Tabela 2. Cont.

Família	Nome científico	EBR <sup>1</sup>	EMA		EXBR		Classificação Final	GE 6 a 10
			2	3	4	5		
Moraceae	<i>Brosimum glaziovii</i> Taub.	S	S	S	S	S	EBR/EMA	SI
	<i>Ficus mexiae</i> Standl.	S	N	NC	S	S	EBR/EMA	ST
Moraceae	<i>Sorocea guilleminiana</i> Gaudich.	S	N	N	N	N	N	SI
Myrtaceae	<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	S	S	S	N	S	N	SI
	<i>Eugenia cerasiflora</i> Miq.	S	N	N	N	S	N	ST
	<i>Eugenia leptoclada</i> O. Berg	S	S	S	S	S	EBR/EMA	SI
Ochnaceae	<i>Ouratea polygyna</i> Engl.	S	N	N	N	N	N	SI
Picramniaceae	<i>Picramnia glazioviana</i> Engl.	S	S	N	N	N	N	ST
Rubiaceae	<i>Ladenbergia hexandra</i> (Pohl) Klotzsch	S	N	N	S	S	EBR/EMA	ST
	<i>Psychotria rhytidocarpa</i> Müll.Arg.	S	N	S	S	S	EBR/EMA	ST
Sabiaceae	<i>Meliosma sellowii</i> Urb.	S	N	N	S	S	EBR	ST
Salicaceae	<i>Casearia ulmifolia</i> Vahl ex Vent.	S	N	NC	N	N	N	SI
Sapindaceae	<i>Matayba juglandifolia</i> (Cambess.) Radlk.	S	N	N	N	N	N	SI
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum flexuosum</i> Mart.	S	S	N	N	S	N	ST
Solanaceae	<i>Solanum argenteum</i> Dunal	S	N	S	N	N	N	P
	<i>Solanum cernuum</i> Vell.	S	N	S	S	S	EBR	P
	<i>Solanum leucodendron</i> Sendtn.	S	S	S	S	S	EBR/EMA	P
Urticaceae	<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	S	S	N	S	S	EBR	P
	<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	S	N	S	S	S	EBR	P

Em que: S - Sim; N - Não; NO - Não Ocorreu; NC - Não Classificada; GE - Grupo Ecológico: P – Pioneira; SI - Secundária Inicial; ST - Secundária Tardia; <sup>1</sup> Flora do Brasil (2020); <sup>2</sup> Lima et al. (2020); <sup>3</sup> Stehmann et al. (2009); <sup>4</sup> GBIF (2021); <sup>5</sup> speciesLink (2021); <sup>6</sup> Silva et al. (2003); <sup>7</sup> Silva et al. (2004); <sup>8</sup> Higuchi et al. (2006); <sup>9</sup> Marangon et al. (2007); <sup>10</sup> Garcia et al. (2011). Na coluna de Classificação Final, tem-se que: N - não é EBR ou EMA (ocorre em outros países), EBR - confirmada endêmica do Brasil, ocorre em vários biomas; EBR/EMA - confirmada endêmica do Brasil, predomina no Bioma Mata Atlântica



As famílias mais representativas são Fabaceae (11 espécies) e, Lauraceae e Melastomataceae (cinco espécies). Os gêneros com maior riqueza são *Miconia* (quatro espécies) e *Eugênia*, *Ocotea* e *Solanum* (três espécies). Quanto aos grupos ecológicos, 11 espécies são pioneiras, 35 secundárias iniciais e 22 secundárias tardias.

Ao analisar as informações sobre as 68 espécies no GBIF e *speciesLink*, verificou-se que 35 ocorriam em outros países e apenas 33 espécies apresentaram registro de ocorrência exclusivamente no Brasil (EXBR), confirmando que apenas um número reduzido das espécies classificadas como EBR ou EMA são realmente endêmicas do Brasil. A rejeição de uma determinada espécie como EBR e, ou, EMA se deu quando foi identificado registro da espécie em outros países com base em pelo menos uma das fontes consultadas.

As espécies *L. glabra* e *S. denudatum* identificadas como NC (não classificada) em relação à classificação como EBR e EMA foram incluídas nesta lista por apresentarem ocorrência apenas no Brasil, conforme mapas de distribuição das espécies no GBIF e *speciesLink*.

As 33 espécies confirmadas como endêmicas do Brasil e, ou, da Mata Atlântica, pertencem a 21 famílias, com predomínio de Fabaceae (seis espécies) e de Burseraceae, Lamiaceae, Lauraceae e Rubiaceae (duas espécies cada).

Quarenta espécies foram, inicialmente, classificadas como EMA por pelo menos uma fonte citada na Tabela 2. Porém, após análise dos mapas de distribuição das espécies, verificou-se que 21 dessas espécies foram registradas em outros países, não podendo ser consideradas endêmicas da Mata Atlântica. Um exemplo é a *A. cacans* que, conforme consta na plataforma GBIF, pelas coleções do Geneva Herbarium, a espécie foi coletada na Argentina. Na plataforma *speciesLink*, *X. brasiliensis* apresenta registros de ocorrência no Brasil, na Argentina e no Paraguai.

Dentre as trinta e três espécies com ocorrência exclusiva no Brasil, dezesseis foram classificadas como EBR em razão da sua ampla distribuição em vários biomas. Dezesete espécies foram classificadas como EBR/EMA porque são exclusivas do Brasil, e predominam no bioma Mata Atlântica. Com base nas cinco referências consultadas, as espécies endêmicas do Brasil que ocorrem principalmente na Mata

Atlântica são: *A. olivaceum*, *A. aculeatissimum*, *B. glaziovii*, *E. leptoclada*, *G. pendula*, *H. aurea*, *O. dispersa*, *O. laxa*, *S. retusa*, *S. leucodendron* e *T. ferruginea*.

Considerando os inventários de 1992 a 2016, das 33 espécies confirmadas como endêmicas, 27 espécies ocorreram na VA e 25 ocorreram na RN. *B. glaziovii*, *G. pendula*, *H. aurea*, *O. dispersa*, *P. rhytidocarpa* e *V. martiana* não ocorreram na VA, enquanto que, *A. fraxinifolia*, *F. mexiae*, *H. asperrium*, *L. glabra*, *M. selowii*, *P. macropoda*, *P. warmingianum* e *S. retusa*, não ocorreram na RN.

Na VA, ocorreram 23 espécies nos inventários de 1992 a 2012 e 21 espécies em 2016 (Tabela 3). O local 7 apresentou maior abundância de espécies endêmicas, com oito espécies (*A. fraxinifolia*, *C. hololeuca*, *G. sellowiana*, *L. hexandra*, *M. brauna*, *S. retusa*, *T. glazioviana* e *V. sellowiana*), sendo que seis espécies foram amostradas ao longo de 24 anos, enquanto o único indivíduo de *M. brauna* e de *V. sellowiana* não foi amostrado a partir de 2007 e 2004, neste local, respectivamente. No local 4, ocorreram sete espécies (*A. olivaceum*, *E. leptoclada*, *L. hexandra*, *O. laxa*, *P. warmingianum*, *T. ferruginea* e *V. sellowiana*), porém, somente *A. olivaceum*, *P. warmingianum* e *V. sellowiana* foram registradas durante todo o período do estudo. O local 9 apresentou a menor abundância de espécies endêmicas (*C. hololeuca* e *V. sellowiana*), em 1995 e 1998.

As espécies *C. hololeuca* (P), *D. nigra* (SI) e *V. sellowiana* (SI) destacaram-se na VA devido a ocorrência em vários locais de estudo. *C. hololeuca* ocorreu com 1-6 indivíduos por inventário, mas houve sobrevivência de apenas três indivíduos nos locais 7 e 8, até 2016. Dos sete locais de ocorrência, *D. nigra* apresentou maior abundância nos locais 3, 8 e 9, com sobrevivência de 51 indivíduos no último inventário. Por outro lado, 15 indivíduos de *V. sellowiana* permaneceram até 2016, em quatro locais.

As espécies *L. hexandra* (ST), *O. laxa* (ST), *P. macropoda* (P) e *P. warmingianum* (ST) ocorreram em quatro locais, desde o início do estudo, com a redução de sua ocorrência para 45, 15, 8 e 9 indivíduos adultos, respectivamente.

Com a ocorrência em três locais na VA, *S. leucodendron* (P) apresentou de 1-3 indivíduos por local, mas com mortalidade de todos os indivíduos nos locais 2 e 3, antes do inventário de 2012, apresentando apenas um indivíduo no local 8 no inventário de 2016.



Tabela 3. Cont.

Nome científico (Família)	Local	1992	1995	1998	2001	2004	2007	2012	2016
<i>P. macropoda</i> (Ast)	5			1	1	1			
<i>P. regnellii</i> (Fab)	8					1	1	1	1
<i>P. warmingianum</i> (Bur)	3	1	1	1	1	1	1	1	
	4	1	1	1	1	1	2	2	2
	5	11	10	9	9	9	7	7	6
	6	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>S. cernuum</i> (Sol)	1		2						
	9	2	2	1	1	1	1	2	2
<i>S. denudatum</i> (Fab)	3	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>S. leucodendron</i> (Sol)	2	1	1	1	1	1	1		
	3	3	3	3	2	1	1		
	8	1	1	1	1		1	1	1
<i>S. retusa</i> (Ela)	7	2	3	4	4	4	3	3	3
<i>T. ferruginea</i> (Bur)	4	1	1	1	1				
<i>T. glazioviana</i> (Clu)	7	2	4	5	5	5	4	5	4
<i>V. sellowiana</i> (Lam)	1	3	3	4	4	4	3	2	2
	4	3	2	3	3	3	2	2	2
	7	1	3	3	1				
	8	8	9	9	8	5	5	4	4
	9	1	1	1					
	10	11	10	10	10	10	10	7	7
<b>Total de espécies por inventário</b>		<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>22</b>

A espécie *A. olivaceum* (ST) ocorreu em dois locais na VA, com um indivíduo em cada local, em todos os inventários, enquanto *L. glabra* (ST) foi registrada pela primeira vez em 2016, em dois locais.

Quinze espécies da VA ocorreram em apenas um local, sendo que *A. aculeatissimum*, *A. fraxinifolia*, *H. hebeclada*, *I. cerasifolia*, *S. retusa* e *T. glazioviana* apresentaram dois a seis indivíduos no último inventário. Essas espécies foram registradas desde 1992, exceto *I. cerasifolia* (ST) que foi registrada apenas a partir de 2007. Outras oito espécies ocorreram em apenas um local com um indivíduo, sendo que cinco dessas espécies não foram registradas em 2016 (*E. leptoclada*, *F. mexiae*, *M. brauna*, *M. sellowii* e *T. ferruginea*).

Na RN, de 1992 a 2013, foram identificadas 13 a 19 espécies endêmicas em cada inventário, considerando as três classes de altura de planta (Tabela 4). O local 4 apresentou maior abundância de espécies endêmicas (*G. pendula*, *H. aurea*, *L.*

*hexandra*, *O. laxa*, *T. glazioviana*, *T. ferruginea*, *V. martiana* e *V. sellowiana*), porém, somente *G. pendula* (SI) foi registrada em todos os inventários. O local 3 apresentou apenas *E. leptoclada* e *L. hexandra* nos anos de 2000 e 2008.

Tabela 4. Número de indivíduos das espécies, por classe de tamanho de plantas (1, 2 e 3) da regeneração natural, confirmadas como endêmicas do Brasil, em inventários no período de 1992 a 2013, em área de Floresta Estacional Semidecidual Montana secundária da Mata Atlântica, Viçosa, Minas Gerais

Nome científico (Família)	Local	Classe de tamanho da planta por ano de inventário <sup>1</sup>														
		1992			1995			2000			2008			2013		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>A. aculeatissimum</i> (Are)	8				1			1				4			3	
<i>A. olivaceum</i> (Apo)	10											1			1	
<i>B. glaziovii</i> (Mor)	8											1				
<i>C. glaziovii</i> (Urt)	9			1			1									
<i>C. hololeuca</i> (Urt)	1	1				1										
<i>D. nigra</i> (Fab)	1											1				
	2							1								
	3	1														
	8	1	6	6	6	6	5	4	7	7	5	8	6	4	4	
	9	1	3	1	1	3	1	1	3	1	2	3	2	4	1	
<i>E. leptoclada</i> (Myr)	2	1									2				2	
	3							1			1					
	6	2			1			1	1	1	1	1		1	1	
	8					1			1						1	
	10										1					
<i>G. pendula</i> (Meli)	4		2			2			2			2			1	
	6				1			1			1			1		
<i>G. sellowiana</i> (Ann)	5	9	8													
	7										1					
	8	1			6			4	1							
	9	1										1			1	
	10				1			2								
<i>H. aurea</i> (Fab)	4							1			1				1	
<i>H. hebeclada</i> (Chr)	7				1	1		1	1		2				1	
<i>I. cerasifolia</i> (Aqu)	10														1	
<i>L. hexandra</i> (Rub)	2										4	1			2	
	3	1	1	2	1	2		1	2		2	3		1	4	
	4	1	2	2	1	1	2									
	7	1	1	3		1	3		1	2			1		2	
	8										1	1			1	

Tabela 4. Cont.

Nome científico (Família)	Local	Classe de tamanho da planta por ano de inventário <sup>1</sup>														
		1992			1995			2000			2008			2013		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>L. hexandra</i> (Rub)	9												1			
	10	2	1		1	1		1	1		8	3	2	8	1	2
<i>M. brauna</i> (Fab)	7										1			1		
<i>O. dispersa</i> (Lau)	7							1								
<i>O. laxa</i> (Lau)	4			1		1				1						
	5		1													
	8														1	
	9	1						1								
	10		2			2		1	1		1	1				1
<i>P. regnellii</i> (Fab)	8														2	
<i>P. rhytidocarpa</i> (Rub)	2										1	1				2
	6										1					
	7										3	3		1	2	1
	9										1					
<i>S. cernuum</i> (Sol)	1	2			1	1			1							
	2			1												
	8	1									1					
	9		1													
<i>S. denudatum</i> (Fab)	6	1	1			2		1	1		1	1				
	7			1		1			1							
<i>S. leucodendron</i> (Sol)	8							1			1					
<i>T. ferruginea</i> (Bur)	4		2			2										
	5		2	1	1	2	1	1	2	1	4					3
<i>T. glazioviana</i> (Clu)	4					1										
	7					1			1		1					
<i>V. martiana</i> (Hyp)	1			1					2							
	2		2			2			1							
	4			2	1	2	1	1	1							
	5	1														
	7					3										
	8		1													
	9			1			1			1						
	10	1	4	1	5	3	1	3	2	1						
<i>V. sellowiana</i> (Lam)	1								1							
	4					1			1			1				
	8	2				3			5		7				1	
	9		1			1			1		1					
	10			1		1			1	1	1	1				1
<b>Total de espécies por inventário</b>		<b>13</b>			<b>16</b>			<b>17</b>			<b>19</b>			<b>16</b>		

<sup>1</sup>Classe 1 – 0,1 m ≤ h < 1,0 m; Classe 2 – 1,0 m ≥ h ≤ 3 m; Classe 3 - h > 3,0 m e dap < 5 cm

Vinte espécies que ocorreram na VA (Tabela 3) foram registradas, também, na RN (Tabela 4), embora, nem sempre, no mesmo local. Por exemplo, *C. hololeuca*, espécie pioneira, que ocorreu nos locais 2, 6, 7, 8 e 9 na VA, teve registro de apenas um indivíduo na classe 1 da RN no local 1, em 1992, que passou para a classe 2, em 1995.

As espécies que apresentaram indivíduos na RN em todos inventários, em pelo menos um local, foram: *D. nigra*, *E. leptoclada*, *G. pendula*, *T. ferruginea* e *V. sellowiana*, que são secundárias iniciais e, *L. hexandra* e *O. laxa*, que são secundárias tardias.

A maioria das ST (*A. olivaceum*, *H. aurea*, *H. hebeclada*, *I. cerasiflora*, *M. brauna* e *P. rhytidocarpa*) apresentaram RN a partir de 1995, 2000 ou 2008. Um único indivíduo de *M. brauna* (ST) foi registrado na VA entre 1992 e 2004 e um indivíduo da RN foi amostrado em 2008 e 2013.

*V. sellowiana*, também, apresentou elevada abundância na RN, ocorrendo em cinco locais, com predominância de indivíduos no local 8, na classe 1 ( $h < 1$  m), porém, somente um indivíduo permaneceu no local em 2013. No local 10, um indivíduo da classe 3 ( $h > 3,0$  m e  $dap < 5$  cm) se manteve durante todo o período do estudo.

*L. hexandra*, espécie muito abundante em quatro locais da VA, ocorreu em sete locais de estudo na RN, com predominância de indivíduos nos locais 3, 7 e 10 e, apresentou 22 indivíduos no último inventário nas diferentes classes de tamanho de planta.

*O. laxa* ocorreu em cinco locais na RN, com 1-2 indivíduos por inventário nas diferentes classes de tamanho de plantas, mas apresentou mortalidade de todos os indivíduos nos locais 4, 5 e 9, antes do inventário de 2008. No último inventário (2013), a espécie apresentou apenas um indivíduo nos locais 8 e 10, na classe 3.

*A. olivaceum* e *S. leucodendron* ocorreram na RN com apenas um indivíduo na classe 1, nos mesmos locais da VA (locais 8 e 10), que também apresentaram apenas um indivíduo.

Embora tenham ocorrido em quatro locais na VA, em todo período do estudo (1992-2016), *P. macropoda* e *P. warmingianum*, espécies classificadas como secundárias tardias, não ocorreram na RN. Em contrapartida, *V. martiana* ocorreu em

oito locais de estudo na RN e não ocorreu na VA. Embora tenha ocorrido em vários locais, a espécie deixou de ocorrer na área de estudo a partir de 2008.

Doze espécies ocorreram em apenas um local na RN. Dessas espécies, *A. aculeatissimum*, *I. cerasifolia* e *M. brauna* ocorreram apenas no mesmo local da VA com poucos indivíduos na RN. Outras quatro espécies ocorreram em apenas dois locais na RN (*G. pendula*, *S. denudatum*, *T. ferruginea* e *T. glazioviana*) e nove espécies apresentaram apenas um indivíduo em um local, sendo que três espécies não ocorreram na VA (*B. glaziovii*, *O. dispersa* e *H. aurea*).

Considerando a mortalidade de espécies endêmicas até o último inventário, treze espécies (*B. glaziovii*, *C. glaziovii*, *C. hololeuca*, *E. leptoclada*, *F. mexiae*, *M. brauna*, *M. selowii*, *O. dispersa*, *S. cernuum*, *S. denudatum*, *S. leucodendron*, *T. glazioviana* e *V. martiana*) deixaram de ocorrer na área de estudo na VA ou na RN. Cinco dessas espécies (*B. glaziovii*, *F. mexiae*, *M. sellowii*, *O. dispersa* e *V. martiana*) deixaram de ocorrer na floresta em todos os níveis (VA e RN).

## 5. DISCUSSÃO

O número de espécies endêmicas do Brasil e da Mata Atlântica que ocorreram no presente estudo, considerando apenas as informações obtidas em Flora do Brasil (2020) e Stehmann et al. (2009), foi semelhante ao número registrado em estudo realizado no município de Faria Lemos, MG (ROCHA et al., 2017) e superior ao encontrado na Amazônia brasileira (OLIVEIRA et al., 2017b). Ao avaliar a ocorrência das espécies endêmicas utilizando os mapas atualizados de distribuição das espécies (GBIF, 2021; SPECIESLINK, 2021), o número de espécies endêmicas decresceu de 68 (30% do total de espécies) para 33 (14,6% do total de espécies). Essa redução no número de espécies endêmicas se deveu à inclusão de resultados sobre a ocorrência das espécies em outros países.

A redução da proporção de espécies endêmicas na área de estudo, que é conhecida pela elevada riqueza de espécies da flora e da fauna, indica que a informação sobre o endemismo deve ser revista em razão do aumento da disponibilidade de informações nos últimos anos. A ocorrência de determinada espécie em área restrita dificulta a tomada de decisões sobre seu estado de



conservação e avaliações sobre a sua suscetibilidade e estabilidade, com as mudanças de uso da terra (WHITTAKER et al., 2005; WERNECK et al., 2011; KAMINO et al., 2012), como aconteceu em áreas do domínio da Mata Atlântica.

O conhecimento da distribuição de espécies ainda é fragmentado e, ou apresenta informações empíricas, principalmente, aquelas relativas a aspectos taxonômicos e de distribuição nas suas áreas de ocorrência natural (WHITTAKER et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2017a; KOUGIOUMOUTZIS et al., 2021). De modo geral, os dados são incompletos devido ao pequeno número de pontos de coleta, nem sempre obtidos numa sequência de idade, para permitir a identificação da sua dinâmica com a evolução das condições ambientais em razão do avanço da sucessão florestal, dificultando a generalização ou mesmo a identificação do estado de conservação das espécies (WHITTAKER et al., 2005; NIHEI, 2008; KAMINO et al. 2012).

Mapear a ocorrência de espécies da flora tem sido um grande desafio devido a necessidade de extenso trabalho de campo para registrar os dados, com custos elevados (CARVALHO, 2009; KAMINO et al., 2012). Há, também, a necessidade de esforços de modo a garantir a continuidade dos estudos florísticos, fitossociológicos, botânicos e biogeográficos, possibilitando atualização contínua da distribuição de espécies, ao longo do tempo (RAIMONDO et al., 2013; CARVALHO, 2009; WERNECK et al., 2011).

A Mata Atlântica, por deter elevada diversidade biológica e endemismo (MYERS et al., 2001), demanda atenção especial de cientistas e dos administradores na formulação de políticas públicas para garantir a preservação, conservação e resiliência do que ainda resta do bioma. Desta forma, melhorar a estimativa de ocorrência e restrição de habitat de espécies da Mata Atlântica é muito importante para fins de indicação de estratégias mais adequadas para sua conservação. A biota da Mata Atlântica tem espécies endêmicas com distribuição heterogênea nas diferentes condições de clima e de relevo do bioma (RIBEIRO et al., 2011; KAMINO et al. 2012), conforme observado no presente estudo, o que representa elevado nível de vulnerabilidade.

Vale ressaltar que a contestação sobre o endemismo de algumas espécies não busca invalidar as informações levantadas pelos autores consultados, mas mostra que

há necessidade de ampliação, aprimoramento e conexão de estudos para identificar e atualizar as informações sobre ocorrência, estado de endemismo e vulnerabilidade das espécies. O uso de ferramentas continuamente atualizadas pode facilitar essa identificação, desde que tenham informações completas sobre os locais, pontos (coordenadas geográficas) e data de coleta.

Ao avaliar a abundância de espécies endêmicas nos diferentes locais, o local 4 destacou-se na VA e na RN, nos primeiros inventários de avaliação. Esse local apresenta declividade acentuada, exposição nordeste, floresta em estágio inicial de sucessão e baixa fertilidade. Nestas condições, o processo de sucessão ecológica deve ter sido, inicialmente, mais lento, exibindo uma vegetação menos exigente com relação aos recursos ambientais. Nesse sentido, por apresentar dossel mais aberto nos primeiros anos de amostragem (GARCIA, 2009), houve a predominância de espécies pioneiras e secundárias iniciais (*E. leptoclada*, *G. pendula*, *T. ferruginea* e *V. sellowiana*) mas, também, houve o surgimento de espécies secundárias tardias (*O. laxa*, *A. olivaceum*, *H. aurea*, *L. hexandra* e *P. warmingianum*). Embora com poucos indivíduos, a ocorrência de espécies secundárias tardias no local 4 pode ser parcialmente explicada pela plasticidade fotossintética e capacidade de aclimação destes indivíduos a ambientes com variação na disponibilidade de radiação, principalmente em florestas semidecíduas, devido à queda sazonal de folhas de árvores que formam o dossel, tornando-o mais permeável à entrada de radiação (MARTINS et al., 2008; SOUZA et al., 2010).

A mortalidade de indivíduos foi registrada para a maioria das espécies, com redução da sua abundância, mesmo para aquelas que ocorreram em vários locais. A redução da abundância pode estar relacionada às mudanças ambientais que têm ocorrido ao longo do tempo, podendo interferir na chuva de sementes e no banco de sementes e plântulas (CAMPOS et al., 2009; PÜTZ et al., 2011). Ressalta-se que houve redução da precipitação pluviométrica anual para Viçosa, MG, em alguns anos, no período do estudo. Porém, segundo SANCHES et al. (2017), as mudanças na precipitação anual, no período de 1968-2013, para Viçosa, MG, não foram significativas, mas foi observada sensível redução dos totais ao longo desse período quando foi analisada a precipitação apenas para a estação de inverno, que corresponde à estação seca na região.

Alterações nas populações de agentes dispersores e, conseqüentemente, nas síndromes de dispersão, afetam a propagação de espécies, uma vez que há a predominância de síndrome de dispersão biótica (zoocórica) em florestas secundárias (CARVALHO, 2010; VENZKE et al., 2014). *A. aculeatissimum* é um exemplo de espécie afetada pela redução populacional de seu principal agente dispersor (cutia - *Dasyprocta leporina*) (DONATTI et al., 2009). Essa espécie ocorreu em apenas um local de estudo (local 8) e, embora considerada menos preocupante em termos de ameaça de extinção (CNCFlora, 2012), é uma espécie rara na Mata Atlântica (CAIAFA; MARTINS, 2010).

O fechamento do dossel (adensamento da copa das árvores) possibilitou o aparecimento de espécies tolerantes à sombra e mortalidade de indivíduos de espécies pioneiras, a partir do segundo inventário (1995). *C. hololeuca* e *S. leucodendron* apresentaram indivíduos na VA, mas não se estabeleceram na RN, enquanto que *V. martiana* só ocorreu na RN e desapareceu da floresta nos últimos inventários. Com a limitação de radiação solar e a tendência à morte de indivíduos das espécies pioneiras devido ao seu ciclo curto de vida e elevada exigência lumínica, abriu-se espaço para outras espécies com tolerância à sombra se desenvolverem. A sobrevivência e desenvolvimento dessas espécies pioneiras e secundárias iniciais ficou, aparentemente, dependente de abertura de clareira natural ou antrópica, com formação de clareiras (morte ou retirada de árvores grandes) para permitir a regeneração de espécies mais exigentes a maior intensidade de radiação (ACKERLY, 1996; PARIZOTTO et al., 2018).

Em contrapartida, a mortalidade de espécies secundárias tardias nos últimos anos de avaliação (*M. brauna* e *M. sellowii*) sugere a existência de barreiras que afetam o estabelecimento de indivíduos de algumas espécies. *M. brauna* é classificada como vulnerável em níveis regional e nacional devido a intensa exploração de sua madeira no passado (FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, 2008; BRASIL, 2014). O estabelecimento de diretrizes para favorecer a manutenção dessa espécie, ou de outras em condições similares de vulnerabilidade, é mandatória, visando reduzir o risco de extinção das mesmas. Nos últimos inventários, *M. brauna* apresentou apenas um indivíduo na RN e nenhum indivíduo na VA. A predação de sementes e a perda de viabilidade com aumento da umidade, aliadas à exploração

contínua e ilegal de uso da madeira, mesmo em área de conservação (FREIRE et al., 2013; SILVA et al., 2013; BORGES et al., 2015; BORGES et al., 2020) evidenciam a dificuldade de perpetuação da espécie e necessidade de estratégias de sua preservação e conservação.

Outras três espécies endêmicas, também, são classificadas como em risco de extinção: *B. glaziovii*, *F. mexiae* e *T. ferruginea* (BRASIL, 2014; IUCN, 2021). Essas espécies também apresentaram reduzido número de indivíduos, além de mortalidade dos mesmos nos últimos inventários. Por exemplo, para *B. glaziovii* não foi registrado indivíduo adulto em nenhum dos inventários e um único indivíduo foi registrado na RN apenas em 2008, deixando de ocorrer na área de estudo. Ressalta-se que a presença da árvore matriz é de grande importância desde que a mesma tenha condições de produzir sementes viáveis que podem germinar e/ou permanecer armazenadas no solo até que as condições ambientais, principalmente de umidade e radiação, sejam adequadas para germinação (SCHULZ et al., 2018).

O banco de sementes da floresta é tipicamente composto por espécies do grupo ecológico das pioneiras, como observado por Batista Neto et al. (2007), em transposição do banco de sementes da área de estudo, constatando a predominância das espécies do gênero *Cecropia* (*C. hololeuca* e *C. glaziovii*). O aparecimento de clareiras favorece a germinação das sementes dessas espécies, o que pode indicar que a ocorrência de clareiras naturais é pouco frequente na área de estudo.

Além das espécies endêmicas consideradas em risco de extinção, outras espécies endêmicas do presente estudo apresentaram poucos indivíduos adultos, o que representa risco para a sua regeneração, como *A. olivaceum*, *B. glaziovii*, *H. aurea*, *P. regnellii* e *S. denudatum*, indicando sinal de alerta para a possibilidade de desaparecimento destas espécies,

A espécie *L. hexandra* (ST), foi a espécie endêmica com maior abundância na VA e RN. Sua ocorrência é comum em áreas montanhosas (FURUKAWA et al., 2017), o que ajuda a entender a plasticidade da espécie em locais com declividade mais acentuada (superior a 43%), principalmente nos locais 3, 7 e 10, que, também, apresentam baixa fertilidade, estágio intermediário de sucessão e baixo teor de água no solo (CALIMAN, 2015; PEZZOPANE et al., 2018).

Os locais 5 e 6 apresentam como características principais alta umidade e fertilidade do solo e, estágio avançado de sucessão, devido, principalmente à preservação das áreas de nascentes que abasteciam água para o município de Viçosa (GARCIA, 2009; CALIMAN, 2015; PEZZOPANE et al., 2018). Nesses locais, há elevada competição entre as espécies, com tendência a redução da população, especialmente na RN, devido à baixa transmitância de radiação, como observado para as espécies *H. hebeclada*, *O. laxa* e *P. warmingianum* (secundárias tardias) e, *C. hololeuca* e *P. macropoda* (pioneiras).

As espécies que ocorreram com um indivíduo em apenas um local ou em até dois locais são consideradas raras (PRESTON, 1962; GASTON, 1994), e, no caso das espécies endêmicas, indica a redução do tamanho da população o que pode afetar o estado de conservação das espécies, aumentando a vulnerabilidade e a possibilidade de inclusão destas em listas de espécies ameaçadas de extinção (RIBON et al., 2003).

## 6. CONCLUSÕES

Há divergência de informações em relação à classificação das espécies quanto ao endemismo decorrente da insuficiência de estudos. O aumento da disponibilidade de informações nos últimos anos, no Brasil e em outros países, possibilitou realizar atualização da classificação das espécies quanto ao endemismo, de forma mais precisa e robusta. Esta atualização de dados sobre a distribuição das espécies resultou em redução do número de espécies confirmadas como endêmicas. Neste sentido, maior atenção deve ser dada às espécies endêmicas que já são classificadas como em risco de extinção. Com a avaliação da dinâmica das espécies endêmicas na vegetação adulta e na regeneração natural, foi possível identificar espécies que se encontram em vulnerabilidade.

Esses resultados indicam haver necessidade de definir políticas públicas para a conservação e o manejo das florestas remanescentes da Mata Atlântica, principalmente em ambientes com diferenças no habitat local, histórico de manejo e no contexto da paisagem. A conexão entre fragmentos florestais, por exemplo, ao

reduzir o isolamento dessas florestas secundárias, favorece o fluxo gênico e auxilia na regeneração das espécies, aumentando a abundância das endêmicas vulneráveis.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKERLY, D. D. Canopy structure and dynamics: integration of growth processes in tropical pioneer trees. In: MULKEY S. S.; CHAZDON, R. L.; SMITH, A. P. (eds) **Tropical Forest Plant Ecophysiology**. Springer, Boston, MA, 1996. doi:10.1007/978-1-4613-1163-8\_21

APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.161, n.2, p.105-121, 2009.

BATISTA NETO, J. P.; REIS, M. G. F.; REIS, G. G.; SILVA, A. F.; CACAU, F. V. Banco de sementes do solo de uma floresta estacional semidecidual, em Viçosa, Minas Gerais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 4, p. 311-320, 2007.

BORGES, D. B.; MARIANO-NETO, D. S.; CORREA, R. X.; GAIOTTO, F. A. Changes in fine-scale spatial genetic structure related to protection status in Atlantic Rain Forest fragments **Journal for Nature Conservation**, v. 53, 2020. doi.org/10.1016/j.jnc.2019.125784

BORGES, E. E. L.; FLORES, A. V.; ATAIDE, G. M.; MATOS, A. C. B. Alterações fisiológicas e atividade enzimática em sementes armazenadas de *Melanoxylon brauna* Schott. **Cerne**, v.21, n.1, p.75-81, 2015. Doi:10.1590/01047760201521011569

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria n. 443, de 17 de dezembro de 2014. Reconhece a "lista nacional oficial de espécies da flora ameaçadas de extinção" **Diário Oficial da União**, seção 1, Brasília, DF, p. 110-121. 2014.

CAIAFA, A. N.; MARTINS F. R. Forms of rarity of tree species in the southern Brazilian Atlantic rainforest. **Biodiversity Conservation**, v. 19, p. 2597-2618, 2010. doi: 10.1007/s10531-010-9861-6

CALIMAN, J. P. **Estrutura diamétrica, biomassa, ingresso e mortalidade em floresta atlântica secundária ao longo de 24 anos**. 2019. 95f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2019.

CALIMAN, J. P. **Florística e distribuição vertical e horizontal de espécies arbóreas da Mata Atlântica, no sudeste do Brasil**. 2015. 79f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2015.

CAMPOS, E. P.; VIEIRA, M. F.; SILVA, A. F.; MARTINS, S. V.; CARMO, F. M. S.; MOURA, V. M.; RIBEIRO, A. S. de S. Chuva de sementes em floresta estacional

semidecidual em Viçosa, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 23, n. 2, p. 451-458, 2009.

CARVALHO, C. J. B. Padrões de endemismos e a conservação da biodiversidade. **Megadiversidade**, v. 5, n. 1-2, p. 77-86, 2009.

CARVALHO, F. A. Síndromes de dispersão de espécies arbóreas de florestas ombrófilas submontanas do estado do Rio de Janeiro. **Revista Árvore**, v. 34, n. 6, p. 1017-1023, 2010. doi:10.1590/S0100-67622010000600007

CNCFlora. ***Astrocaryum aculeatissimum* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2**. Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Astrocaryum aculeatissimum](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Astrocaryum_aculeatissimum)>. Acesso em 15 janeiro 2022.

CORRÊA, G. F. **Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do planalto de Viçosa**. 1984. 87f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 1984.

DONATTI, C. I.; GUIMARÃES, P. R.; GALETTI, M. Seed dispersal and predation in the endemic Atlantic rainforest palm *Astrocaryum aculeatissimum* across a gradient of seed disperser abundance. **Ecological Research**, v. 24, n. 1187, 2009. doi.org/10.1007/s11284-009-0601-x

FERNANDES, H. A. C. **Dinâmica e distribuição de espécies arbóreas em uma Floresta Secundária no Domínio da Mata Atlântica**. 1998, 148 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1998.

FLORA DO BRASIL. **Flora do Brasil 2020 em construção**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 06 mai. 2020.

FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS. **Revisão das listas das espécies da flora e da fauna ameaçadas de extinção do estado de Minas Gerais**. Minas Gerais: Fundação Biodiversitas, 2008. Disponível em: <http://www.biodiversitas.org.br/listasmg/consulta.asp>. Acesso: 30 abr. 2020.

FREIRE, J. M.; AZEVEDO, M. C.; CUNHA, C. F.; DA SILVA, T. F.; RESENDE, A. S. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em área fragmentada de Mata Atlântica em Itaboraí, RJ. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 75, p. 243–252, 2013. DOI: 10.4336/2013.pfb.33.75.454.

FURUKAWA, M.; KAMO, S.; MAKINO, M.; KURITA, M.; TABATA, K.; MATSUZAKI, K.; SUZUKI, T.; UCHIYAMA, T. Triterpenoid glycosides from *Ladenbergia hexandra* Klotzsch. **Phytochemistry**, v. 136, p. 147-155, 2017. doi: 10.1016/j.phytochem.2017.01.014

GALLAGHER, R. V.; ALLEN, S.; RIVERS, M. C.; ALLEN, A. P.; BUTT, N.; KEITH, D.; AULD, T. D.; ENQUIST, B. J.; WRIGHT, I. J.; POSSINGHAM, H. P.; ESPINOSA-RUIZ, S.; DIMITROVA, N.; MIFSUD, J. C. O.; ADAMS, V. M. Global shortfalls in extinction risk assessments for endemic flora. **BioRxiv**, 2020. doi: org/10.1101/2020.03.12.984559

GARCIA, C. C. **Regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento florestal da Zona da Mata Mineira**. 2009. 83f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2009.

GARCIA, C. C.; REIS, M. G. F.; REIS, G. G.; PEZZOPANE, J. E. M.; LOPES, H. N. S.; RAMOS, D. C. Regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana, no domínio da Mata Atlântica, em Viçosa, MG. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 4, p. 677-688, 2011.

GARDNER, T. A.; BARLOW, J.; PARRY, L. W.; PERES, C. A. Predicting the uncertain future of tropical forest species in a data vacuum. **Biotropica**, v. 39, n. 1, p. 25-30, 2007. Doi: org/10.1111/j.1744-7429.2006.00228.x

GASTON, K. **Rarity**. London: Chapman and Hall, 1994. 207p.

GLOBAL BIODIVERSITY INFORMATION FACILITY. GBIF. **Free and open access to biodiversity data**. Disponível em < <https://www.gbif.org/> >. Acesso: 30 ago. 2021.

HIGUCHI, P.; REIS, M. G. F.; REIS, G. G.; PINHEIRO, A. L.; SILVA, C. T.; OLIVEIRA, C. H. R. Composição florística da regeneração natural de espécies arbóreas ao longo de oito anos em um fragmento de floresta estacional semidecidual, em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.6, p.893-904, 2006.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. IUCN. **The IUCN Red List of threatened species**. Version 2021-1. Cambridge, Reino Unido: 2021a. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/>> Acesso: 6 abr. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados meteorológicos**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: < <https://portal.inmet.gov.br/> >. Acesso em: 06 de mar. 2022.

IŞIK, K. Rare and endemic species: Why are they prone to extinction?. **Turkish Journal of Botany**, v. 35, p. 411-417, 2011. doi: 10.3906/bot-1012-90

KAMINO, L. H. Y.; SIQUEIRA, M. F.; SÁNCHEZ-TAPIA, A.; STEHMANN, J. R. Reassessment of the extinction risk of endemic species in the neotropics: how can modelling tools help us? **Natureza & Conservação**, v. 10, n. 2, p. 191-198, 2012. doi:10.4322/natcon.2012.033

KOUGIOUMOUTZIS, K; KOKKORIS, I. P.; PANITSA, M.; STRID, A.; DIMOPOULOS, P. Extinction risk assessment of the greek endemic flora. **Biology**, v. 10, n. 3, p. 195, 2021. doi:10.3390/biology10030195



LIMA, R. A. F.; SOUZA, V. C.; SIQUEIRA, M. F.; STEEGE, H. Defining endemism levels for biodiversity conservation: tree species in the Atlantic Forest hotspot. **Biological Conservation**, v. 252, 108825, 2020. doi:10.1016/j.biocon.2020.108825

MAJOR, J. Endemism: a botanical perspective. In: MYERS, A. A.; GILLER, P. S. (eds) **Analytical Biogeography**. Springer, Dordrecht, 1988. doi.org/10.1007/978-94-009-1199-4\_6

MARANGON, L. C.; SOARES, J. J.; FELICIANO, A. L. P.; BRANDÃO, C. F. L. S. Estrutura fitossociológica e classificação sucessional do componente arbóreo de um fragmento de floresta estacional semidecidual, no município de Viçosa, Minas Gerais. **Cerne**, v. 13, n. 2, p. 208-221, 2007.

MARTINS, S. V.; GLERIANI, J. M.; AMARAL, C. H.; RIBEIRO, T. M. Caracterização do dossel e do estrato de regeneração natural no sub-bosque e em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 32, n. 4, p. 759-767, 2008. doi:10.1590/S0100-67622008000400018

MOUILLOT, D.; BELLWOOD, D. R.; BARALOTO, C.; CHAVE, J.; GALZIN, R.; HARMELIN-VIVIEN, M.; KULBICK, M.; LAVERGNE, S.; LAVOREL, S.; MOUQUET, N.; PAINE, C. T.; RENAUD, J.; THUILLER, W. Rare species support vulnerable functions in high-diversity ecosystems. **Plos Biology**, v. 11, n. 5, p. e1001569. doi:10.1371/journal.pbio.1001569

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.

NIHEI, S. Dynamic endemism and 'general' biogeographic patterns. **Biogeografia**, v. 3, 2008.

OLIVEIRA, U.; SOARES-FILHO, B. S.; PAGLIA, A. P.; BRESCOVIT, A. D.; CARVALHO, C. J. B.; SILVA, D. P.; REZENDE, D. T.; LEITE, F. S. F.; BATISTA, J. A. N.; BARBOSA, J. P. P.; STEHMANN, J. R.; ASCHER, J. S.; VASCONCELOS, M. F.; MARCO, P.; LÖWENBERG-NETO, P.; FERRO, V. G.; SANTOS, A. J. Biodiversity conservation gaps in the Brazilian protected areas. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, 2017a. doi:10.1038/s41598-017-08707-2

OLIVEIRA, L. C.; CUPERTINO-EISENLOH, M. A.; BISPO, R. A.; SILVA, D. R.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; EISENLOH, P. V. Composição, riqueza e categorias de ameaça das espécies arbóreas da Amazônia. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 15, n.2, p. 223-237, 2017b.

PARIZOTTO, A.; MUSSIO, C. F.; RUIZ, E. F. Z.; FIGUEIREDO FILHO, A.; DIAS, A. N. Florística e diversidade da regeneração natural em clareiras em Floresta Ombrófila Mista. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 39, e201801711, p. 1-9, 2019. doi:10.4336/2019.pfb.39e201801711

PEREIRA, R. A.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; BRITES, R. S. Caracterização da paisagem, com ênfase em fragmentos florestais, do município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 1-10, 2001.

PEZZOPANE, J. E. M. **Caracterização microclimática, ecofisiológica e fitossociológica em uma floresta estacional semidecidual secundária em Viçosa, MG**. 2001. 240 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2001.

PEZZOPANE, J. E. M.; SILVA, G. F.; SANTOS, E. A.; MACHUCA, M. A. H.; XAVIER, T. M. T. Environmental conditions of the interior of the tropical forest and regeneration of tree species. **African Journal of Agricultural Reserach**, v.13, n. 14, p. 718-725, 2018. doi:10.5897/AJAR2017.12214

PRESTON, F. W. The canonical distribution of commonness and rarity: part I. **Ecology**, v.43, n.2, p.185-215, 1962.

PÜTZ, S.; GROENEVELD, J.; ALVES, L. F.; METZGER, J. P.; HUTH, A. Fragmentation drives tropical forest fragments to early successional states: A modelling study for Brazilian Atlantic forests. **Ecological Modelling**, v. 222, n. 12, p. 1986-1997, 2011.

RAIMONDO, D. C.; MORAES, M. A.; VON STADEN, L.; AVANCINI, R.; DONALDSON, J. S.; MARTINELLI, G. Capítulo 3: Metodologia estratégica para a condução de avaliações de risco de extinção completas em países megadiversos: lições aprendidas na parceria entre Brasil e África do Sul. (Org.) **Livro Vermelho da Flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. p. 40-52.

REZENDE, S. B. **Estudo de crono-sequência em Viçosa – Minas Gerais**. Viçosa, MG: UFV, 1971. 71p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa - MG, 1971.

RIBEIRO, M. C.; MARTENSEN, A. C.; METZGER, J. P.; TABARELLI, M.; SCARANO, F.; FORTIN, M.-J. The brazilian Atlantic Forest: a shrinking biodiversity hotspot. In: ZACHOS, F.; HABEL, J. (eds) **Biodiversity hotspots**, Springer, Berlin & Heidelberg, p. 405–434, 2011. doi:10.1007/978-3-642-20992-5\_21

RIBON, R.; SIMON, J.; MATTOS, G. Bird extinctions in Atlantic Forest fragments of the Viçosa region, southeastern Brazil. **Conservation Biology**, v. 17, p. 1827-1839, 2003. doi:10.1111/j.1523-1739.2003.00377.x

ROCHA, M. J. R.; CUPERTINO-EISENLOHR, M. A.; LEONI, L. S.; SILVA, A. G.; NAPPO, M. E. Floristic and ecological attributes of a Seasonal Semideciduous Atlantic Forest in a key area for conservation of the Zona da Mata region of Minas Gerais State, Brazil. **Hoehnea**, v. 44, n. 1, p. 29-43, 2017. doi: 10.1590/2236-8906-38/2016

SANCHES, F. O.; FIALHO, E. S.; QUINA, R. R. Evidências de mudanças climáticas em Viçosa (MG). **Revista do Departamento de Geografia**, v. 34, p. 122-136, 2017. doi: 10.11606/rdg.v34i0.138581

SANTOS, G. N.; SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; GROSS, A.; KILCA, R. V.; SILVA, M. A. F.; LIMA, C. L.; CRUZ, A. P.; NUNES, A. S.; SOBOLESKI, V. F. Dinâmica do componente arbóreo e regenerante em uma floresta nebulosa no Planalto Sul Catarinense. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 31, n. 3, p. 1086-1104, 2021. doi:10.5902/1980509829654

SCHULZ, B.; DURKA, W.; DANIHELKA, J.; ECKSTEIN, R. L. Differential role of a persistent seed bank for genetic variation in early vs. late successional stages. **PlosOne**, v. 13, n. 12, e0209840, 2019. doi:10.1371/journal.pone.0209840

SILVA, A. F.; OLIVEIRA, R. V.; SANTOS, N. R. L.; PAULA, A. Composição florística e grupos ecológicos das espécies de um trecho de Floresta Semidecídua Submontana da Fazenda São Geraldo, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.3, p.311-319, 2003.

SILVA, C. T.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; SILVA, E.; CHAVES, R. A. Avaliação temporal da florística arbórea de uma floresta secundária no município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.3, p. 429-441, 2004.

SILVA, M. S.; BORGES, E. E. L.; LEITE, H. G.; VORTE, V. B. Biometria de frutos e sementes de *Melanoxylon brauna* Schott. (FABACEAE-CAESALPINIOIDEAE). **Cerne**, v. 19, n. 3, p. 517-524, 2013.

SILVA-JUNIOR, W. M.; MARTINS, S. V.; SILVA, A. F.; MARCO-JUNIOR, P. Regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas em dois trechos de uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG. **Scientia Forestalis**, n. 66, p. 169-179, 2004.

SLATYER, R. A.; HIRST, M.; SEXTON, J. P. Niche breadth predicts geographical range size: a general ecological pattern. **Ecology Letters**, v. 16, p. 1104-1114, 2013. doi:10.1111/ele.12140

SOUZA, F. C. **Dinâmica da estrutura e do estoque de carbono da vegetação arbórea adulta em 20 anos, em floresta secundária da Mata Atlântica**. 2015. 96f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2015.

SOUZA, G. M.; SATO, A. M.; RIBEIRO, R. V.; PRADO, C. H. B. A. Photosynthetic responses of four tropical tree species grown under gap and understorey conditions in a semi-deciduous forest. **Brazilian Journal of Botany**, v. 33, n. 4, p. 529-538, 2010. doi:10.1590/S0100-84042010000400002

SPECIESLINK. **Rede speciesLink 2021**. Sistema de informação distribuído para coleções biológicas. Centro de Referência em Informação Ambiental. Disponível em <<http://www.splink.org.br/>>. Acesso em 30 agosto 2021.

STEHMANN, J. R.; FORZZA, R. C.; SALINO, A.; SOBRAL, M.; COSTA, D. P.; KAMINO, L. H. Y. (ed.) **Plantas da Floresta Atlântica**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2009. 516 p.

VENZKE, T. S.; MARTINS, S. V.; NERI, A. V.; KUNZ, S. H. Síndromes de dispersão de sementes em estágios sucessionais de mata ciliar, no extremo sul da Mata Atlântica, Arroio do Padre, RS, Brasil. **Revista Árvore**, v. 38, n. 3, p. 403-413, 2014. doi:10.1590/S0100-67622014000300002

VOLPATO, M. M. L. **Regeneração natural em uma floresta secundária no domínio da Mata Atlântica: uma análise fitossociológica**. 1994. 123f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 1994.

WERNECK, M. S.; SOBRAL, M. E. G.; ROCHA, C. T. V.; LANDAU, E. C.; STEHMANN, J. R. Distribution and endemism of angiosperms in the Atlantic Forest. **Natureza & Conservação**, v. 9, n. 2, p. 188-193, 2011. doi:10.4322/natcon.2011.024

WHITTAKER, R. J.; ARAÚJO, M. B.; JEPSON, P.; LADLE, R. J.; WATSON, J. E. M.; WILLIS, K.J. Conservation biogeography: assessment and prospect. **Diversity and Distributions**, v. 11, p. 3-23, 2005. doi:10.1111/j.1366-9516.2005.00143.x

## CAPÍTULO II: ESPÉCIES ARBÓREAS EM RISCO DE EXTINÇÃO E RARAS, AO LONGO DE 24 ANOS, EM FLORESTA SECUNDÁRIA DA MATA ATLÂNTICA

### RESUMO

Espécies em risco de extinção e raras são mais vulneráveis do que as generalistas e sua ocorrência em determinado local deve ser considerada no planejamento de ações de conservação. O objetivo do presente estudo foi avaliar as espécies em risco de extinção e raras que ocorrem em área preservada de floresta secundária da Mata Atlântica, ao longo de 24 anos. Inventários contínuos (1992 a 2016) foram realizados em dez locais com diferentes características ambientais, considerando a vegetação adulta (VA) e a regeneração natural (RN). A identificação das espécies em risco de extinção seguiu listagens em âmbito regional, nacional e internacional. As espécies raras foram avaliadas com base no número de indivíduos na amostragem, considerando um indivíduo em apenas um local ou dois indivíduos em até dois locais (um em cada local) para VA e RN, separadamente. Ao longo dos inventários foram identificadas 13 espécies classificadas como em risco de extinção e 72 espécies raras. As espécies *A. leiocarpa*, *D. nigra*, *E. edulis* e *O. odorífera* apresentaram elevada abundância na VA e na RN, em razão da área estudada estar sendo protegida por décadas. *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze, *Phyllostemonodaphne geminiflora* (Mart.) Kuntze e *Sorocea guilleminiana* Gaudich. são espécies que demandam, possivelmente, uso de técnicas específicas de manejo para manter a regeneração das mesmas. As espécies *B. glaziovii*, *C. fissilis*, *F. mexiae*, *M. brauna*, *Trattinnickia ferruginea* Kuhl., e *Z. tuberculosa* apresentaram abundância muito baixa, sendo mais vulneráveis, exigindo maiores esforços para a preservação das mesmas no sistema. Os resultados do presente estudo indicam que: a) inventários contínuos são necessários para melhor entender a dinâmica das espécies, fornecendo subsídio para a elaboração de estratégias para a preservação das espécies e; b) em condições favoráveis, áreas preservadas são capazes de manter a diversidade genética da vegetação abundante, entretanto, as espécies pouco abundantes demandam atenção especial e ações de manejo e de conservação de modo que contribuam para a sua recuperação.

Palavras-chave: Espécies vulneráveis. Inventários contínuos. Conservação de áreas.

### ABSTRACT

Endangered and rare species are more vulnerable than generalist ones and, their occurrence in a given location is important in conservation actions planning. The objective of the present study was to evaluate the endangered and rare species in a preserved area of secondary forest in the Atlantic Forest, over 24 years. Continuous inventories (1992 to 2016) were carried out in ten sites with different environmental characteristics, considering adult vegetation (VA) and natural regeneration (RN). The identification of species at risk of extinction followed regional, national and international listings. Rare species were evaluated based on the number of individuals in the sample, considering the presence of one individual in only one location or two individuals in up to two locations (one in each location) for VA and RN, separately. Throughout the inventories, it was recorded 13 species at risk of extinction and 72 rare species. The species *A. leiocarpa*, *D. nigra*, *E. edulis* and *O. odorifera* showed high abundance in the VA and RN, because the studied area has been protected for decades. *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze, *Phyllostemonodaphne geminiflora* (Mart.) Kuntze and *Sorocea guilleminiana* Gaudich. are species that require specific management techniques to maintain their regeneration. *B. glaziovii*, *Cedrela fissilis* Vell., *F. mexiae*, *M. brauna*, *Trattinnickia ferruginea* Kuhl., and *Z. tuberculosa* are more vulnerable as they presented very low abundance. These results indicate that: a) continuous inventories are necessary for better understand the dynamics of the species, providing support for their preservation; b) under favorable conditions, preserved forest areas are capable of maintaining the species genetic diversity.

Keywords: Vulnerable species. Continuous inventories. Forest conservation.

## 1. INTRODUÇÃO

Grande parte das florestas secundárias da Mata Atlântica resultaram de processos de fragmentação florestal a que este bioma tem sido severamente submetido por séculos. Quando conservadas, estas florestas secundárias constituem áreas estratégicas de restauração e, ou de recuperação do bioma e, principalmente, da composição de espécies em risco de extinção e raras ali existentes (MUTHURAMKUMAR et al., 2006; MATOS et al., 2019). Estas espécies são mais vulneráveis às mudanças ambientais decorrentes de perturbações naturais ou antrópicas do que as espécies generalistas. Assim, a avaliação das espécies em risco de extinção e raras é fundamental para a identificação de áreas prioritárias para a sua preservação e conservação, principalmente, nas florestas secundárias remanescentes da Mata Atlântica (MALCOLM et al., 2006; THUILLER et al., 2006; IŞIK, 2011; CANALE et al., 2012).

As características populacionais das espécies em risco de extinção e das raras, como tamanho, nível de isolamento, extensão das áreas de distribuição, necessidades ecofisiológicas dessas espécies e as ameaças a que estão expostas (eventos antrópicos ou ambientais) (FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, 2008; BRASIL, 2014; IBGE, 2014; IUCN, 2021) constituem ferramentas para avaliação do seu nível de vulnerabilidade. Para efetivar esta avaliação demandam-se o uso intensivo de uma extensa base de dados, de uma equipe multidisciplinar e de recursos financeiros consideráveis (RAIMONDO et al., 2013; KOUGIOUMOUTZIS et al., 2021).

Áreas que tiveram diferentes distúrbios antropogênicos, aliados a diferentes características fisiográficas, como a declividade e a exposição do terreno, níveis de radiação solar e características edáficas, como fertilidade e umidade do solo, podem interferir na riqueza de espécies em risco de extinção e as raras, exigindo critérios específicos no planejamento da sua conservação e manejo (CLAUDINO et al., 2015; CHISHOLM et al., 2018; FASTRÉ et al., 2020).

As espécies raras podem estar sob diferentes níveis de raridade com base na sua abundância, complexidade de habitat e distribuição geográfica (RABINOWITZ et al., 1986; CAIAFA; MARTINS, 2010). Há, também, métodos mais simples, que consideram raras as espécies que apresentam um indivíduo por hectare ou, um

indivíduo em todo o inventário realizado (MARTINS, 1991). Independentemente da metodologia utilizada, as espécies com abundância reduzida na população, principalmente aquelas que apresentam destacado valor econômico, ecológico e social, devem ser contempladas nas avaliações sobre a raridade das espécies (CAIAFA; MARTINS, 2010; KOUGIOUMOUTZIS et al., 2021).

A maioria dos estudos sobre espécies arbóreas em risco de extinção ou raras são desenvolvidos com base em levantamento da vegetação adulta em uma única ocasião (CALIMAN, 2015; FERREIRA et al., 2015; MAÇANEIRO et al., 2016; ROCHA et al., 2017; FAITANIN, 2018; RIBEIRO, 2018) ou, são direcionados a poucas espécies ou família específica (BUZATTI et al., 2012; FONTANA et al., 2014; BORGES et al., 2020; FÁVARO et al., 2021). No entanto, há necessidade da avaliação dessas espécies ao longo de uma escala temporal maior e, inclusive, envolvendo dados da sua regeneração natural (HIGUCHI et al., 2006; GARCIA et al., 2011; CALIMAN, 2015; CHAZDON; GUARIGUATA, 2016) para conhecer, com maior precisão, o nível de vulnerabilidade a que estão submetidas.

A ocorrência de uma determinada espécie em um único inventário pode gerar incertezas, uma vez que depende, dentre outros, de vários fatores ambientais, a exemplo da transmissividade da radiação, que se altera com o desenvolvimento da floresta, afetando a regeneração natural e o estabelecimento de espécies de diferentes grupos ecológicos (YIRDAW; LUUKKANEN, 2004; PEZZOPANE et al., 2018; HAGEMEIER; LEUSCHNER, 2019). Assim, faz-se necessária a inclusão de diferentes níveis de amostragem, envolvendo a regeneração natural e a vegetação adulta, em diferentes ocasiões, numa escala temporal.

O presente estudo buscou identificar as espécies em risco de extinção e as raras que ocorreram em inventários sequenciais por 24 anos, em diferentes condições ambientais, considerando os indivíduos tanto da vegetação adulta quanto da regeneração natural, em floresta secundária, no domínio da Mata Atlântica.



## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Descrição da área

O estudo foi realizado entre 1992 e 2016, em área preservada de Floresta Estacional Semidecidual Montana secundária, denominada Mata do Paraíso, no domínio da Mata Atlântica em Viçosa, Minas Gerais (20°45'S, 42°55'O e altitude média de 690 m), com 194 ha, porém, atinge 416 ha quando se considera a vegetação das áreas vizinhas agregadas à área estudada, composta por florestas em diferentes estágios de sucessão secundária (PEREIRA et al., 2001). A área sofreu intervenções antrópicas de retirada seletiva de madeira e desmatamento parcial da vegetação para implantação de culturas agrícolas e pastagens, mas tem sido totalmente preservada desde 1960 (GARCIA et al., 2011).

Parte das espécies arbóreas da área estudada apresenta queda de folhas no inverno, caracterizando a semideciduidade da vegetação. É uma floresta secundária, com vegetação em um mosaico de diferentes estágios sucessionais e pequenas áreas de brejo (SILVA-JUNIOR et al., 2004; GARCIA et al., 2011; PEZZOPANE et al., 2018).

### 2.2 Inventário Florestal

Inventários da vegetação adulta (VA) e da regeneração natural (RN) foram realizados ao longo de 24 anos, em dez locais com diferenças em aspectos fisiográficos, edáficos (em especial a fertilidade) e estágio de sucessão.

Árvores com diâmetro à altura do peito (*dap*) maior que 5 cm, em cada local, foram inventariadas em seis parcelas contíguas de 10 x 20 m, em área de 20 x 60 m (60 parcelas permanentes nos dez locais do estudo), nos anos de 1992, 1995, 1998, 2001, 2004, 2007, 2012 e 2016.

As plantas de espécies arbóreas da RN, com *dap* menor que 5 cm, foram amostradas em sub-parcelas alocadas na posição central de cada uma das 60 parcelas de 10 x 20 m, em diferentes classes de altura da planta. Plantas com altura (*h*) superior a 3 m e *dap* inferior a 5 cm (Classe 3) foram inventariadas em sub-parcelas de 1 x 20 m alocadas no centro das parcelas de 10 x 20 m. Na metade da área de amostragem de plantas da classe 3, em uma faixa de 0,5 x 20 m, foram amostradas

as plantas que apresentavam  $h$  entre 1 e 3 m (Classe 2). As plântulas com  $h$  menor que 1 m (Classe 1) foram amostradas em faixa de 0,5 x 10 m, no centro da faixa de 0,5 x 20 m. Os inventários da RN foram realizados em 1992, 1995, 2000, 2008 e 2013.

Os resultados parciais desses inventários da VA e RN foram publicados por Volpato (1994); Fernandes (1998), Silva et al. (2004a), Pezzopane (2001), Higuchi et al. (2006), Garcia et al. (2011), Caliman (2015; 2019) e Souza (2015).

A identificação botânica ocorreu em nível de família, gênero e espécie com uso do sistema de classificação APG III (Angiosperm Phylogeny Group) mas, para a filtragem das espécies em risco de extinção e raras, foram consideradas apenas as árvores ou plântulas com identificação em nível de espécie.

### 2.3 Identificação das espécies em risco de extinção e das espécies raras

A partir da lista de espécies da VA e da RN inventariadas ao longo de todo o período do estudo, foram identificadas as espécies classificadas como ameaçadas de extinção por meio de consultas nas listas oficiais em âmbito estadual (Listas vermelhas de espécies da fauna e da flora ameaçadas de extinção em Minas Gerais, da Fundação Biodiversitas (2008)), nacional (Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção - Portaria MMA nº 443, de 17 de dezembro de 2014) e internacional (*International Union for Conservation of Nature* - IUCN, 2021). Os níveis de categorias de ameaça (vulneráveis - VU, em perigo de extinção - EN ou criticamente em perigo - CR) foram inclusos de acordo com a classificação nessas listagens.

As espécies raras foram identificadas considerando duas categorias: pela teoria dos “singletons”, em que as espécies são representadas por apenas um indivíduo em um local e, “doubletons”, em que as espécies são representadas por dois indivíduos em um único local, ou, em dois locais diferentes (um em cada local) (PRESTON, 1962; GASTON, 1994), como adotado por Ferreira et al. (2015). Essa classificação foi realizada em separado para os indivíduos da vegetação adulta e para os indivíduos da regeneração natural; ou seja, a espécie pode ser considerada rara com base em dados da vegetação adulta e estar apresentando regeneração natural abundante. Ainda, foram identificadas as espécies que não ocorreram (NO) em um dos níveis de

inclusão (VA ou RN). As espécies foram classificadas como raras num determinado nível de inclusão, independentemente do número de inventários em que os indivíduos da espécie ocorrem e da morte de todos os indivíduos nos últimos inventários, para permitir uma melhor análise da raridade da espécie.

Com a filtragem das espécies ameaçadas de extinção (RE) e das raras (R), foi incluída a abundância (número de indivíduos) por local e ano de inventário, para a vegetação adulta. Para a regeneração natural, foi utilizada a abundância para as três classes de altura de planta, separadamente. Com base em consultas à literatura, as espécies foram caracterizadas nos diferentes grupos ecológicos: pioneiras (P), secundárias iniciais (SI) e secundárias tardias (ST).

#### 2.4 Distribuição diamétrica

Os diâmetros das árvores das espécies em risco de extinção e raras, que apresentaram mais de cinco indivíduos na vegetação adulta, foram agrupados em classes de diâmetro, iniciando no centro da classe de 7,5 cm, com amplitude de 5,0 cm, por espécie e ano de inventário.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Composição florística das espécies em risco de extinção e raras

A listagem de espécies classificadas como em risco de extinção e raras inclui 85 espécies ao todo (37,6 % do total de espécies identificadas nos inventários de 1992 a 2016) e pertencem a 34 famílias e 65 gêneros, considerando a VA e a RN, em conjunto (Tabela 1). Dezoito espécies dessa lista, não ocorreram na VA e 23 não ocorreram na RN.

As famílias mais representativas nesse estudo são Fabaceae (16 espécies), Lauraceae (sete espécies) e, Melastomataceae e Bignoniaceae (cinco espécies cada). Os gêneros com maior riqueza são *Miconia* (quatro espécies) e, *Ocotea* e *Solanum* (três espécies). Quanto aos grupos ecológicos (GE), 14 espécies são P; 45 são SI e 26 são ST.

Tabela 1. Espécies arbóreas na Vegetação Adulta e na Regeneração Natural, classificadas como em risco de extinção (RE) e raras (R), em inventários no período de 1992 a 2016, classificadas como pioneiras (P), secundárias iniciais (SI) e secundárias tardias (ST), em área de Floresta Estacional Semidecidual Montana secundária da Mata Atlântica, em Viçosa, Minas Gerais

Família	Nome científico	RE	R <sup>4</sup>		GE
			VA	RN	5 a 9
Anacardiaceae	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	N	S	NO	ST
Annonaceae	<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil.	N	NO	S	SI
	<i>Guatteria sellowiana</i> Schltld.	N	S	N	SI
	<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	N	S	S	SI
	<i>Aspidosperma olivaceum</i> Müll.Arg.	N	S	S	ST
Apocynaceae	<i>Aspidosperma parvifolium</i> A.DC.	N	NO	N	SI
	<i>Himatanthus phagedaenicus</i> (Mart.) Woodson	N	S	NO	SI
	<i>Ilex cerasifolia</i> Reissek	N	N	S	ST
Aquifoliaceae	<i>Ilex cerasifolia</i> Reissek	N	N	S	ST
Arecaceae	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	VU <sup>1,2</sup>	N	N	ST
Asteraceae	<i>Piptocarpha macropoda</i> (DC.) Baker	N	N	NO	P
Bignoniaceae	<i>Cybistax antisyphilitica</i> (Mart.) Mart.	N	S	N	SI
	<i>Jacaranda macrantha</i> Cham.	N	NO	N	SI
	<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	N	N	S	SI
	<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex DC.) Standl.	N	S	N	SI
	<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	VU <sup>2,3</sup>	N	N	SI
	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	N	S	NO	SI
	<i>Protium warmingianum</i> Marchand	N	N	NO	ST
Burseraceae	<i>Trattinnickia ferruginea</i> Kuhl.	VU <sup>1</sup> EN <sup>2</sup>	S	N	SI
	<i>Trema micranta</i> (L.) Blume	N	S	NO	P
	<i>Tovomita glazioviana</i> Engl.	N	N	S	SI
Cunoniaceae	<i>Lamanonia glabra</i> (Cambess.) Kuntze	N	S	NO	ST
	<i>Lamanonia tomentosa</i> (Cambess.) Kuntze	N	S	NO	SI
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea retusa</i> Uittien	N	N	NO	ST
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	N	S	NO	SI
Fabaceae	<i>Acacia glomerosa</i> Benth.	N	S	S	SI
	<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	N	N	NO	SI
	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	VU <sup>2</sup>	N	N	SI
	<i>Cassia ferruginea</i> (Schrad.) Schrad. ex DC.	N	S	S	SI
	<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	VU <sup>1,2,3</sup>	N	N	SI
	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	N	NO	S	P
	<i>Hymenaea aurea</i> Y.T. Lee & Langenh.	N	NO	S	ST
	<i>Inga capitata</i> Desv.	N	S	NO	SI
	<i>Inga cylindrica</i> (Vell.) Mart.	N	NO	S	P
	<i>Machaerium triste</i> Vogel	N	S	N	SI
	<i>Melanoxylon brauna</i> Schott	VU <sup>1,2</sup>	S	S	ST
	<i>Platycyamus regnellii</i> Benth.	N	S	S	SI
	<i>Sclerolobium denudatum</i> Vogel	N	S	N	ST

Tabela 1. Cont.

Família	Nome científico	RE	R <sup>4</sup>		GE
			VA	RN	<sup>5 a 9</sup>
Fabaceae	<i>Stryphnodendron polyphyllum</i> Mart.	N	N	NO	SI
	<i>Swartzia acutifolia</i> Vogel	N	NO	N	ST
	<i>Swartzia myrtifolia</i> Sm.	N	S	N	ST
Hypericaceae	<i>Vismia martiana</i> Reichardt	N	NO	N	P
Lamiaceae	<i>Hyptidendron asperrimum</i> (Spreng.) Harley	N	S	NO	SI
	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	N	NO	S	SI
Lauraceae	<i>Aniba firmula</i> (Nees & Mart.) Mez	N	S	NO	SI
	<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart.	N	N	S	SI
	<i>Nectandra reticulata</i> (Ruiz & Pav.) Mez	N	S	NO	ST
	<i>Ocotea dispersa</i> (Nees & Mart.) Mez	N	NO	S	SI
	<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	VU <sup>1</sup> EN <sup>2</sup>	N	N	ST
	<i>Ocotea pubescens</i> (Nees & Mart.) Mez	N	NO	S	ST
	<i>Phyllostemonodaphne geminiflora</i> (Mez) Kosterm.	EN <sup>3</sup>	N	N	SI
Lecythidaceae	<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	EN <sup>2</sup> VU <sup>3</sup>	N	NO	ST
Lythraceae	<i>Lafoensia glyptocarpa</i> Koehne	N	NO	S	ST
Malvaceae	<i>Eriotheca candolleana</i> (K. Schum.) A. Robyns	N	S	N	SI
Melastomataceae	<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	N	N	S	P
	<i>Miconia cubatanensis</i> Hoehne	N	NO	S	SI
	<i>Miconia latecrenata</i> (DC.) Naudin	N	S	N	SI
	<i>Miconia pusilliflora</i> (DC.) Naudin	N	S	NO	SI
	<i>Tibouchina fothergillae</i> (Schrank & Mart. ex DC.) Cogn.	N	NO	S	P
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	VU <sup>2,3</sup>	S	NO	SI
	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	N	S	N	ST
	<i>Guarea pendula</i> R.S. Ramalho, A.L.Pinheiro & T.D.Penn.	N	NO	N	SI
	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	N	S	N	ST
Moraceae	<i>Brosimum glaziovii</i> Taub.	EN <sup>3</sup>	NO	S	SI
	<i>Ficus insipida</i> Willd.	N	S	NO	ST
	<i>Ficus mexiae</i> Standl.	VU <sup>3</sup>	S	NO	ST
	<i>Sorocea guilleminiana</i> Gaudich.	VU <sup>3</sup>	N	N	SI
Myrtaceae	<i>Eugenia leptoclada</i> O. Berg	N	S	N	SI
Ochnaceae	<i>Ouratea polygyna</i> Engl.	N	S	N	SI
Picramniaceae	<i>Picramnia glazioviana</i> Engl.	N	S	N	ST
Primulaceae	<i>Rapanea ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	N	S	N	P
Rubiaceae	<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schltldl.	N	N	S	SI
	<i>Psychotria rhytidocarpa</i> Müll.Arg.	N	NO	N	ST
	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	N	N	S	SI
	<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.	N	NO	S	ST
Sabiaceae	<i>Meliosma sellowii</i> Urb.	N	S	NO	ST
Salicaceae	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	N	S	N	SI

Tabela 1. Cont.

Família	Nome científico	RE	R <sup>4</sup>		GE
			VA	RN	<sup>5 a 9</sup>
Salicaceae	<i>Casearia ulmifolia</i> Vahl ex Vent.	N	S	NO	SI
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	N	S	N	ST
	<i>Matayba juglandifolia</i> (Cambess.) Radlk.	N	S	S	SI
Solanaceae	<i>Solanum argenteum</i> Dunal	N	S	S	P
	<i>Solanum granuloseprosum</i> Dunal	N	S	S	P
	<i>Solanum leucodendron</i> Sendtn.	N	N	S	P
Urticaceae	<i>Cecropia adenopus</i> Mart.	N	N	S	P
	<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	N	N	S	P
	<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	N	N	S	P

Em que: S - Sim; N - Não; NO - Não Ocorreu; EN= Em perigo de extinção; VU = Vulnerável; <sup>1</sup> Fundação Biodiversitas (2008); <sup>2</sup> Brasil (2014); <sup>3</sup> IUCN (2021); <sup>4</sup> Espécie Rara na VA e, ou na RN, no presente estudo; <sup>5</sup> Silva et al. (2003); <sup>6</sup> Silva et al. (2004a); <sup>7</sup> Higuchi et al. (2006); <sup>8</sup> Marangon et al. (2007); <sup>9</sup> Garcia et al. (2011)

### 3.2 Abundância das espécies em risco de extinção e raras

Ao analisar as espécies amostradas na VA e na RN, em todos os inventários, 13 espécies foram identificadas como em risco de extinção, nas categorias vulneráveis (VU) e em perigo (EN). A única espécie inventariada no presente estudo, que é classificada como vulnerável em nível regional, nacional e internacional foi *D. nigra*. Outras quatro espécies (*C. fissilis*, *E. edulis*, *M. brauna* e *Z. tuberculosa*) são classificadas como VU em duas listagens. As espécies *C. legalis*, *O. odorifera* e *T. ferruginea* estão classificadas como VU e EN, em duas diferentes listagens.

Entre as 13 espécies em risco de extinção, é possível identificar grupos de espécies com diferentes graus de vulnerabilidade, considerando os resultados do presente estudo (Tabelas 2 e 3).

- B. glaziovii*, *C. fissilis* e *F. mexiae* – apresentaram um único indivíduo na VA ou na RN, em um a cinco inventários, mas não sobreviveram;
- M. brauna* – foi registrado um indivíduo na VA entre 1992 e 2004 e só um indivíduo na RN, na classe 1 de tamanho de planta (<1m), em 2008 e 2013;
- T. ferruginea* - foi registrado um indivíduo na VA, que morreu, mas apresentou 3-4 indivíduos na RN, em todos os inventários, no local 5;
- C. legalis* – foram registrados 6-8 indivíduos na VA, em todos inventários, mas não ocorreu na RN;

- e) *S. guilleminiana* e *P. geminiflora* – apresentaram elevada abundância em um a três locais na VA, em todos inventários (14 e 15 árvores, respectivamente, em 2016) e apenas um indivíduo na RN;
- f) *Z. tuberculosa* – foi registrada no local 1, em todos inventários na VA (10-13 indivíduos) e na RN (4-6 indivíduos em todas as classes de tamanho de planta);
- g) *A. leiocarpa*, *D. nigra*, *E. edulis* e *O. odorífera* – apresentaram elevada abundância na VA e na RN, em todos os inventários e em vários locais.

*A. leiocarpa* ocorreu em oito locais na VA, ao longo do período do estudo. Ao todo, foram registrados 76 indivíduos adultos em 2016. Na RN, a espécie ocorreu, também, em oito locais, com maior abundância de indivíduos no local 8 e houve registro de indivíduos nas três classes de tamanho de planta, em todos os inventários, em cinco dos locais. No último inventário, em 2013, foram registrados 38 indivíduos na RN.

Tabela 2. Número de indivíduos das espécies em risco de extinção e raras que ocorreram na vegetação adulta em inventários no período de 1992 a 2016, em diferentes locais da Floresta Estacional Semidecidual Montana secundária da Mata Atlântica, Viçosa, Minas Gerais

Nome científico (Família)	Local	1992	1995	1998	2001	2004	2007	2012	2016
<i>A. firmula</i> (Lau)	5			1	1	1	1	1	1
<i>A. fraxinifolia</i> (Fab)	7	5	5	5	4	3	3	3	3
<i>A. fraxinifolium</i> (Ana)	8					1	1	1	1
<i>A. glomerosa</i> (Fab)	8	2	1	1	1	1	1	1	1
<i>A. leiocarpa</i> (Fab)	2	1	2	3	3	3	3	3	3
	3	2	5	6	6	6	6	6	6
	4	15	11	11	12	13	13	13	13
	5	1	1	1					
	6	4	3	3	3	3	3	3	3
	7	9	10	12	12	11	12	11	10
	8	8	8	8	8	8	9	8	8
	10	45	50	47	45	42	42	37	33
<i>A. olivaceum</i> (Apo)	4	1	1	1	1	1	1	1	1
	10	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>A. triplinervia</i> (Eup)	7	1	1	1	1	1	1		
<i>C. adenopus</i> (Urt)	9	12	12	9	8	7	6	2	
<i>C. antispyhilitica</i> (Big)	4	1	1	1	1	1	1	1	1
	10	1	1	1	1	1	1	1	
<i>C. arborea</i> (Sal)	10						1	1	1

Tabela 2. Cont.

<b>Nome científico (Família)</b>	<b>Local</b>	<b>1992</b>	<b>1995</b>	<b>1998</b>	<b>2001</b>	<b>2004</b>	<b>2007</b>	<b>2012</b>	<b>2016</b>
<i>C. ferruginea</i> (Fab)	9							1	1
<i>C. fissilis</i> (Meli)	9						1	1	
<i>C. glaziovii</i> (Urt)	1	1	1	1	2	2	2	2	1
	9			2	2	2	2	1	1
	10	2	2						
<i>C. hololeuca</i> (Urt)	2	6	4	2	2	3	3		
	6	1							
	7	1	1	1	1	1	1	1	1
	8	1	1	1		2	2	2	2
	9		2	2	1	1			
<i>C. legalis</i> (Lec)	6	7	7	8	7	8	8	7	6
<i>C. ulmifolia</i> (Sal)	10					1	1	1	1
<i>C. vernalis</i> (Sap)	5					1	1	1	1
<i>D. nigra</i> (Fab)	1	1	1						
	2	1	1						
	3	13	13	13	9	8	6	5	5
	4							1	1
	7	2	2	2	2	1	1	1	1
	8	12	17	19	23	26	25	31	36
	9	1	1	2	2	4	4	7	8
<i>E. candolleana</i> (Mal)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	10	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>E. edulis</i> (Are)	3					1	1	1	
	5	10	9	11	14	28	37	46	50
	6	1	1	1	1	2	3	5	9
	7								1
<i>E. leptoclada</i> (Myr)	4	2	2	2	1	1	1	1	
<i>F. insipida</i> (Mor)	5	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>F. mexiae</i> (Mor)	6	1	1	1	1	1			
<i>G. kunthiana</i> (Meli)	9		1	1	1	1	1	1	1
<i>G. sellowiana</i> (Meli)	7	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>G. viburnoides</i> (Rub)	3	1	1	1	1	1	1	1	1
	5	2	2	2	2	2	2	2	2
	6	2	2	2	2	2	1	1	1
	8	2	3	4	3	3	3	3	3
	10	4	3	3	3	2	2	2	2
<i>H. asperrimum</i> (Lam)	8	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>H. phagedaenicus</i> (Apo)	3	1	1	1	1	1	1	1	
<i>I. capitata</i> (Fab)	7		1		1	1	1	1	1
<i>I. cerasifolia</i> (Aqu)	10						2	2	2
<i>J. puberula</i> (Big)	1					1	1	1	1
	2		4	4	4	3	2	2	2



Tabela 2. Cont.

Nome científico (Família)	Local	1992	1995	1998	2001	2004	2007	2012	2016
<i>J. puberula</i> (Big)	3	7	7	7	7	8	8	8	8
	4	14	14	15	15	14	13	14	12
	7	5	5	5	5	5	4	4	4
	8	7	8	8	10	11	14	15	14
	9				1	1	1	1	1
<i>J. puberula</i> (Big)	10	1	1	2	2	2	2	1	2
<i>L. glabra</i> (Cun)	3								1
	10								1
<i>L. tomentosa</i> (Cun)	9		1	1	1	1	1	1	1
<i>M. brauna</i> (Fab)	7	1	1	1	1	1			
<i>M. cinnamomifolia</i> (Mela)	1				1	2	4	3	3
	2	3	2	2	2	2	2	2	2
	8	8	7	7	6	6	5	4	3
	9	4	8	9	9	9	10	8	4
	10	3	2	1					
<i>M. juglandifolia</i> (Sap)	3	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>M. latecrenata</i> (Mela)	7		1	1			1	1	1
<i>M. pusiliflora</i> (Mela)	5			1	1	1	1		
<i>M. sellowii</i> (Sab)	5						1	1	
<i>M. triste</i> (Fab)	10	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>N. oppositifolia</i> (Lau)	1	1	1	1	1	2	2	3	3
	2	4	6	7	7	7	7	7	7
	3	1	1	1	1	1	1	1	1
	4	1	1	1	1			1	1
	5	2	1	1	1	1	1	1	1
	6	3	3	3	3	4	4	3	3
	7	1	1	1	1	1	1	1	2
	8		2	2	2	2	3	5	5
	9	2	3	4	5	7	11	11	8
	10	5	5	5	5	6	7	7	7
<i>N. reticulata</i> (Lau)	4		1	1	1			1	1
	10	1	1	1	1	1	1		
<i>O. odorifera</i> (Lau)	3								1
	4	3	4	4	3	3	3	3	3
	8	1	1	1	1	1	1	3	3
	10	1	2	2	2	3	4	6	7
<i>O. polygyna</i> (Och)	2		1	1	1	1	1	1	1
<i>P. geminiflora</i> (Lau)	3	1						1	1
	4	5	7	6	6	8	8	10	14
<i>P. glazioviana</i> (Pic)	5	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>P. heptaphyllum</i> (Bur)	7								1
<i>P. macropoda</i> (Ast)	1	2	3	3	5	6	6	5	5

Tabela 2. Cont.

Nome científico (Família)	Local	1992	1995	1998	2001	2004	2007	2012	2016
<i>P. macropoda</i> (Ast)	2	2	4	4	5	5	5	4	2
	4								1
	5			1	1	1			
<i>P. regnellii</i> (Fab)	8					1	1	1	1
<i>P. warmingianum</i> (Bur)	3	1	1	1	1	1	1	1	
	4	1	1	1	1	1	2	2	2
	5	11	10	9	9	9	7	7	6
<i>R. armata</i> (Rub)	6	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	3	3	6	6	6	6	3	3
	6	3	3	3	3	3	3	3	3
<i>R. ferruginea</i> (Pri)	7	1	1	1	1	1	1	1	1
	9	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>S. argenteum</i> (Sol)	7	1	1	1	1	1	1	1	1
	9	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>S. denudatum</i> (Fab)	3	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>S. granulosoleprosum</i> (Sol)	1		1						
<i>S. guilleminiana</i> (Mor)	6	5	6	6	6	7	7	8	7
	7	1	3	5	6	6	5	5	5
	10		1	1	1	1	1	2	2
<i>S. leucodendron</i> (Sol)	2	1	1	1	1	1	1		
	3	3	3	3	2	1	1		
	8	1	1	1	1		1	1	1
<i>S. myrtifolia</i> (Fab)	3	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>S. polyphyllum</i> (Fab)	1								1
	8								1
	9						1	1	1
	10					1	2	2	2
<i>S. retusa</i> (Ela)	7	2	3	4	4	4	3	3	3
<i>T. chrysotricha</i> (Big)	8		1	1	1	1	1	1	1
<i>T. ferruginea</i> (Bur)	4	1	1	1	1				
<i>T. glazioviana</i> (Clu)	7	2	4	5	5	5	4	5	4
<i>T. micranta</i> (Can)	9			1	1	1	1		
<i>T. pallida</i> (Mel)	9				1	1	1	1	1
<i>X. brasiliensis</i> (Ann)	6	1	1	1	1	1		1	
	8						1	1	1
<i>Z. tuberculosa</i> (Big)	1	12	12	13	13	13	11	11	10
<b>Total de espécies por inventário</b>		<b>44</b>	<b>51</b>	<b>52</b>	<b>53</b>	<b>57</b>	<b>60</b>	<b>58</b>	<b>55</b>

*D. nigra*, também classificada como espécie em risco de extinção, ocorreu em sete e cinco locais de estudo na VA e na RN, respectivamente. Na VA, houve

predominância de indivíduos nos locais 3, 8 e 9. No local 8, os indivíduos adultos passaram de 12, em 1992, para 36, em 2016. Na RN, a espécie também foi abundante, com maior ocorrência nos locais 8 e 9.

*E. edulis* ocorreu em quatro e oito locais de estudo na VA e na RN, respectivamente. A maior abundância na VA ocorreu nos locais 5 e 6, com ingresso de 40 indivíduos no local 5, que é uma baixada, entre 1992 e 2016. Na RN, a espécie também apresentou abundância elevada, tendo sido registrado 31 indivíduos em vários locais, em 2013.

Outra espécie considerada em risco de extinção, *O. odorífera*, ocorreu em quatro locais de estudo, com maior abundância nos locais 4 e 10. No último inventário foram registrados 14 indivíduos adultos nos quatro locais. Na RN, a espécie ocorreu em três locais e apresentou de 1-3 indivíduos por classe de altura em todos os inventários.

Ao longo dos inventários foram identificadas 43 espécies raras na VA (19% do total de espécies amostradas de 1992 a 2016). Nove espécies foram classificadas como raras na VA e na RN: *A. glomerosa*, *A. olivaceum*, *C. ferruginea*, *M. brauna*, *M. juglandifolia*, *P. regnellii*, *S. argenteum*, *S. granulosoleprosum* e *X. brasiliensis*. Dezesesseis espécies raras da VA não ocorreram na RN. Trinta e cinco espécies foram raras com ocorrência em apenas um local com um indivíduo, enquanto que oito espécies ocorreram em dois locais (*A. olivaceum*, *C. antisiphilitica*, *E. candolleana*, *L. glabra*, *N. reticulata*, *R. ferruginea*, *S. argenteum* e *X. brasiliensis*) (Tabela 2). Os locais 7 e 8 apresentaram maior abundância de espécies em 2016.

Entre as espécies raras, apenas treze ocorreram em todos os inventários da VA. As espécies pioneiras *R. ferruginea* (P) e *S. argenteum* (P) foram raras nos locais 7 e 9.

Entre as espécies raras que ocorreram apenas na VA, sete ocorreram a partir do terceiro inventário: *A. fraxinifolium* (ST), *C. ulmifolia* (SI), *M. pusiflora* (SI), *M. sellowii* (ST), *P. heptaphyllum* (SI), *S. polyphyllum* (SI) e *T. micranta* (P). Entre essas espécies, *M. sellowii* e *T. micranta* apresentaram mortalidade do único indivíduo até o inventário de 2016 e *P. heptaphyllum* ocorreu apenas no último inventário (2016). Outras três espécies (*P. macropoda*, *P. warmingianum* e *S. polyphyllum*) ocorreram

em quatro locais de estudo, enquanto *A. fraxinifolia* e *S. retusa* ocorreram apenas no local 7.

Dez espécies raras da VA apresentaram mortalidade antes do último inventário: *A. triplinervia* (SI), *C. fissilis* (SI), *E. leptoclada* (SI), *F. mexiae* (ST), *H. phagedaenicus* (SI), *M. brauna* (ST), *M. pusiliflora* (SI), *S. granuloseprosum* (P), *T. ferruginea* (SI) e *X. brasiliensis* (SI).

Na RN, foram identificadas 32 espécies raras (14% do total das espécies amostradas de 1992 a 2016). Doze dessas espécies não ocorreram na VA. Vinte e seis espécies foram raras com ocorrência em apenas um local com um indivíduo, enquanto que seis espécies ocorreram em dois locais (*G. australis*, *L. glyptocarpa*, *M. cubatanensis*, *M. juglandifolia*, *S. argenteum* e *T. glazioviana*) (Tabela 3). Dos locais com maior abundância de espécies, destacou-se o local 10, com 16 espécies em 2016. Em 1995, o local 3 apresentou apenas a espécie *J. macranta* na classe 3.

Tabela 3. Número de indivíduos das espécies em risco de extinção e raras que ocorreram na regeneração natural em inventários no período de 1992 a 2013, em área de Floresta Estacional Semidecidual Montana secundária da Mata Atlântica, em Viçosa, Minas Gerais

Nome científico (Família)	Local	Classe de tamanho da planta por ano de inventário <sup>1</sup>														
		1992			1995			2000			2008			2013		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>A. glomerosa</i> (Fab)	8							2			2					1
<i>A. leiocarpa</i> (Fab)	2	4	5	1	2	5	2	3	5	2	2	3	1	1	4	
	3							1			1	1		1		
	4	2	2	1	1	2	2	1	2	2		4	1		2	
	6	3			1	1		1	1		4	1	1	1		
	7	2	1	3		1	3	1	2	2	1	1	1		1	
	8	5	4	1	6	4	1	7	8	1	16	11	1	7	7	
	9							2			2	1		2	1	
	10	4	1	1	4	2	1	5	1	1	8		1	3		
<i>A. olivaceum</i> (Apo)	10										1			1		
<i>A. parvifolium</i> (Apo)	5	1														
	10		1			1			1					3		
<i>B. glaziovii</i> (Mor)	8										1					
<i>C. adenopus</i> (Urt)	8												1			
<i>C. antisiphilitica</i> (Big)	3										1					
	4										1					
	5										3			1		
	8										4		1		1	



Tabela 3. Cont.

Nome científico (Família)	Local	Classe de tamanho da planta por ano de inventário <sup>1</sup>															
		1992			1995			2000			2008			2013			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
<i>E. leptoclada</i> (Myr)	10											1					
<i>G. australis</i> (Ann)	4											1					
	10													1			
<i>G. kunthiana</i> (Meli)	3											2				2	
	5	1															
	10		1														
<i>G. pendula</i> (Meli)	4		2			2			2					2			
	6				1			1			1					1	
<i>G. sellowiana</i> (Ann)	5	9	8														
	7											1					
	8	11			6			4	1								
	9											1					1
	10				1			2									
<i>G. viburnoides</i> (Rub)	8																1
<i>H. aurea</i> (Fab)	4							1			1						1
<i>I. cerasifolia</i> (Aqu)	10																1
<i>I. cylindrica</i> (Fab)	6																1
<i>J. macrantha</i> (Big)	1											1					
	2	2	4		1	5	1	1	6		3	6			5	2	
	3			1			1			1			1				
	4				1			1			4				2	1	
	7	1															
	8		1	2		1	2			3	1		1				
	9		1			1			1			1					
	10		1			3			3		1	3				2	
<i>J. puberula</i> (Big)	2																1
<i>L. glyptocarpa</i> (Lyt)	7										1						
	10											1					1
<i>M. brauna</i> (Fab)	7										1					1	
<i>M. cinnamomifolia</i> (Mela)	4															1	1
<i>M. cubatanensis</i> (Mela)	7											1					
	10								1								
<i>M. juglandifolia</i> (Sap)	2																1
	10																1
<i>M. latecrenata</i> (Mela)	1								1			1					
	7		1	2		1	2		1	2							
	9	1		1					1			1					
<i>M. triste</i> (Fab)	1		2			2			2			1	1				1
	2		2			2			2			2					2
	3											1					1

Tabela 3. Cont.

Nome científico (Família)	Local	Classe de tamanho da planta por ano de inventário <sup>1</sup>														
		1992			1995			2000			2008			2013		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>M. triste</i> (Fab)	4	10			7			10	1			11	9	1	5	8
	7	1			1											
	8	1	1		1	1		1	2			4	1		2	2
<i>M. triste</i> (Fab)	9		2			2			2							
	10	4			4			4	1			1	2			2
<i>N. oppositifolia</i> (Lau)	10											1			1	
<i>O. dispersa</i> (Lau)	7							1								
<i>O. odorifera</i> (Lau)	4			2	2		2	2		2	2	1	1	1	1	1
	5		2			2			1	1		1	1			1
	7		2	1		2	1			3			3			
<i>O. polygyna</i> (Och)	2		1			1			1							
	7							1	1			1				1
<i>O. pubescens</i> (Lau)	2	1														
<i>P. geminiflora</i> (Lau)	4			1	2		1	2		1	2		1			
	7			2	1		2			1						
<i>P. glazioviana</i> (Pic)	5	2														
	6	46	3	2	22	2	1	11	4							
	7		1			2			1	1						
<i>P. pennatifolius</i> (Rut)	5											1				
<i>P. regnellii</i> (Fab)	8														2	
<i>P. rhytidocarpa</i> (Rub)	2											1	1			
	6											1				
	7											3	3		1	2
	9												1			
<i>R. armata</i> (Rub)	3											1			1	
<i>R. ferruginea</i> (Pri)	5		1	1												
	6											3	1			
	9															1
<i>S. acutifolia</i> (Fab)	10	1	1		1	1		3				2			1	1
<i>S. argenteum</i> (Sol)	8	1														
	9			1			1			1						
<i>S. denudatum</i> (Fab)	6	1	1			2			1	1		1	1			
	7			1			1			1						
<i>S. granulosoleprosum</i> (Sol)	4												1			
<i>S. guilleminiana</i> (Mor)	2											1			1	
	10	2	4		1	4		1	3	1						
<i>S. leucodendron</i> (Sol)	8							1				1				
<i>S. myrtifolia</i> (Fab)	6				2	2		5		1	5		1			
<i>T. chrysotricha</i> (Big)	1	2			1	1		1			1					

Tabela 3. Cont.

Nome científico (Família)	Local	Classe de tamanho da planta por ano de inventário <sup>1</sup>															
		1992			1995			2000			2008			2013			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
<i>T. chrysotricha</i> (Big)	8	2										1			1		
	10		1			1			1				1				
<i>T. ferruginea</i> (Bur)	4		2			2											
	5		2	1	1	2	1	1	2	1		4				3	
<i>T. fothergillae</i> (Mela)	3											1				1	
<i>T. glazioviana</i> (Clu)	4				1												
	7					1			1			1					
<i>T. pallida</i> (Meli)	1																1
	3											1	1		1	1	
	6														1		
	10				1				1			2	2	1		3	
<i>V. martiana</i> (Hyp)	1			1					2								
	2		2			2			1								
	4			2	1	2	1			1							
	5	1															
	7					3											
	8		1														
	9			1			1				1						
	10	1	4	1	5	3	1	3	2	1							
<i>V. megapotamica</i> (Lam)	1																1
<i>X. brasiliensis</i> (Ann)	2															1	
<i>Z. tuberculosa</i> (Big)	1	2	1		2	2		1	2	2	2	2	2	3	2	1	
<b>Total de espécies por inventário</b>		<b>28</b>			<b>30</b>			<b>34</b>			<b>45</b>			<b>45</b>			

<sup>1</sup>Classe 1 – 0,1 m ≤ h < 1,0 m; Classe 2 – 1,0 m ≥ h ≤ 3 m; Classe 3 - h > 3,0 m e dap < 5 cm

Cinco espécies raras na RN (um indivíduo em, no máximo, dois inventários) apresentaram elevada abundância na VA: *J. puberula* (SI) e *N. oppositifolia* (SI) ocorreram em oito e dez locais de estudo, respectivamente, enquanto que, *C. hololeuca* (P), *G. virbunoides* (SI) e *M. cinnamomifolia* (P) ocorreram em cinco locais de estudo.

Sete espécies raras ocorreram apenas na RN e em um único inventário: 1992 (*O. pubescens*), 2008 (*B. glaziovii*, *E. contortisiliquum*, *G. australis* e *P. pennatifolius*) e 2013 (*I. cylindrica* e *V. megapotamica*). Por outro lado, *L. glabra* (ST) ocorreu apenas na VA, em dois locais, com um indivíduo em cada local, no último inventário (2016).



As espécies *A. parvifolium*, *G. pendula*, *J. macranta*, *P. rhytidocarpa*, *S. acutifolia* e *V. martiana* não ocorreram na VA, porém, na RN, apresentaram mais de dois indivíduos em um ou mais locais: *J. macranta* ocorreu em oito locais ao longo do período do estudo e apresentou 14 indivíduos nas três classes de tamanho de planta, no último inventário. *P. rhytidocarpa* (ST) ocorreu em quatro locais a partir de 2008; *V. martiana* (P) ocorreu em oito locais nos primeiros inventários, tendo reduzido de 18 indivíduos, em 1995, para 12 e 0, em 2000 e 2008, respectivamente.

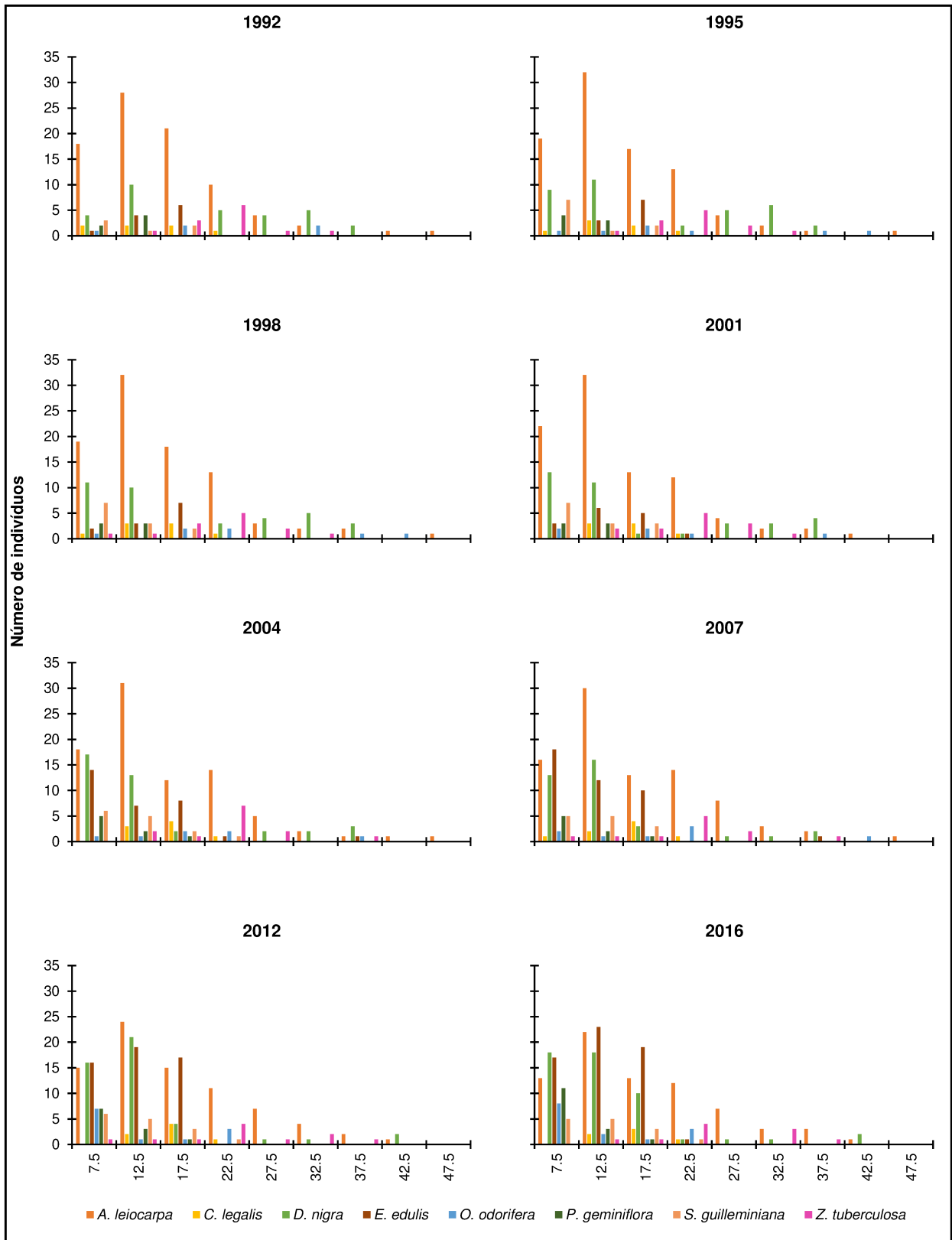
Sete espécies classificadas como raras na VA foram abundantes e ocorreram em até nove locais de estudo na RN: *C. arborea* (SI), *C. antisiphilitica* (SI), *C. vernalis* (SI), *E. leptoclada* (SI), *G. sellowiana* (SI), *M. triste* (SI) e *P. glazioviana* (ST). *P. glazioviana* apresentou 54 indivíduos em 1992, mas houve mortalidade contínua, reduzindo para 27, 17 e 0 indivíduos em 1995, 2000 e 2008, respectivamente. *G. sellowiana* também apresentou muitos indivíduos nos dois primeiros inventários, mas, em 2013, foi registrado um indivíduo.

Considerando a mortalidade de espécies em risco de extinção e raras, até o último inventário, 29 espécies deixaram de ocorrer na área de estudo em pelo menos um nível de inclusão (VA e NA). Dezesete dessas espécies (*A. triplinervia*, *C. adenopus*, *C. fissilis*, *B. glaziovii*, *F. mexiae*, *G. australis*, *E. contortisiliquum*, *H. phagedaenicus*, *M. cubatenensis*, *M. pusiliflora*, *M. sellowii*, *O. dispersa*, *O. pubescens*, *P. pennatifolius*, *T. glazioviana*, *T. micranta* e *V. martiana*) deixaram de ocorrer na floresta na VA e na RN.

### 3.3 Distribuição diamétrica

Das 13 espécies em risco de extinção, *A. leiocarpa*, *D. nigra*, *E. edulis*, *O. odorifera*, *P. geminiflora*, *S. guilleminiana* e *Z. tuberculosa* apresentaram, no mínimo, cinco indivíduos em todos os inventários na VA. A maioria dos indivíduos se concentraram nas primeiras classes de diâmetro (Figura 1), mas houve diferença entre as espécies em relação à dinâmica do crescimento em diâmetro. Em algumas situações foram mantidos pelo menos cinco indivíduos com mais de 5 cm de *dap* ao longo de 24 anos porque houve ingresso na VA em algum inventário.

Figura 1. Distribuição diamétrica das espécies em risco de extinção, em inventários no período de 1992 a 2016, em área de Floresta Estacional Semidecidual Montana secundária da Mata Atlântica, em Viçosa, Minas Gerais



Cinquenta e quatro árvores de *A. leiocarpa* permaneceram do primeiro ao último inventário, com a maioria dos indivíduos nas menores classes de *dap*, principalmente nos locais 4 e 10, com pico na classe de 12,5 cm, sendo que um indivíduo da classe 47,5 cm, em 1992 passou para a classe 62,5 cm, em 2016.

*C. legalis* (local 6), com 6-8 indivíduos nos diferentes inventários, teve quatro indivíduos que permaneceram ao longo de 24 anos na mesma classe de *dap* (dois na classe 12,5 cm, um na classe 17,5 cm e um na classe 22,5 cm). A espécie apresentou indivíduos na classe de 7,5 cm apenas entre 1992 e 2007.

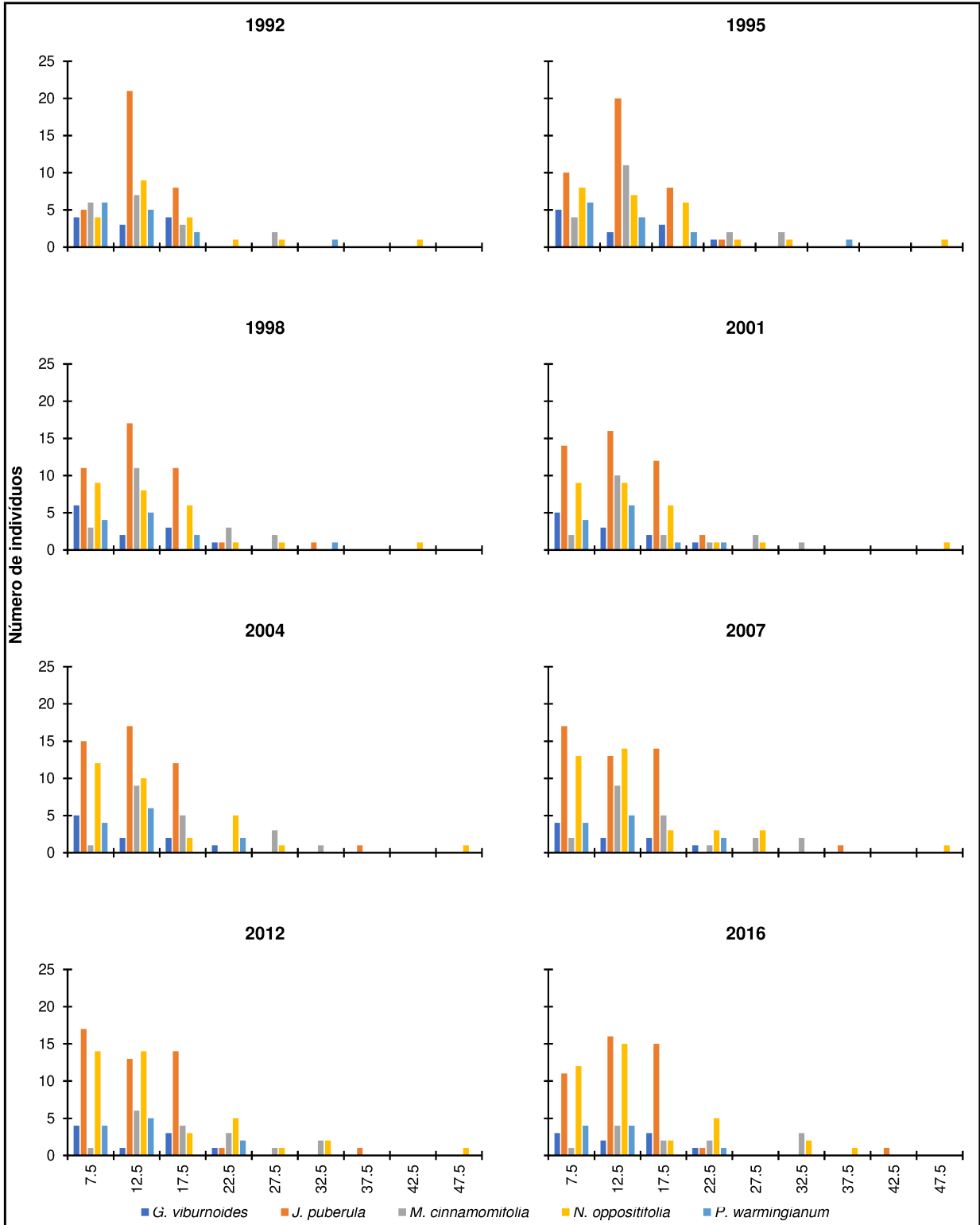
Treze indivíduos de *D. nigra* permaneceram em todo o período de estudo, sendo que sete ficaram na mesma classe de *dap* (um na classe 7,5 cm, quatro na classe 12,5 cm e um na classe 42,5 cm). O indivíduo que apresentou maior crescimento mudou da classe 32,5 cm (1992) para a classe 42,5 (2016) (local 8).

*E. edulis* predominou nas classes de *dap* de 7,5 a 17,5 cm em todos inventários. Sete indivíduos permaneceram ao longo do estudo (local 5), sendo que cinco permaneceram na mesma classe de *dap* (dois na classe 12,5 cm e três na classe 7,5 cm). Porém, um saiu da classe 7,5 cm, em 1992, para a classe 17,5, em 2016.

Três indivíduos (locais 4, 8 e 10) de *O. odorifera* permaneceram do primeiro ao último inventário, sendo que mudaram da classe 17,5 cm (1992,) para a classe 22,5 cm (2016). Outras duas árvores (local 4) que estavam na classe 32,5 em 1992, apresentaram mortalidade até o inventário de 2012.

As espécies *G. viburnoides*, *J. puberula*, *M. cinnamomifolia*, *N. oppositifolia* e *P. warmingianum* foram consideradas raras na RN, mas foram abundantes na VA, e apresentaram a maioria dos indivíduos nas menores classes de diâmetro (Figura 2). Apenas *J. puberula*, *M. cinnamomifolia*, *N. oppositifolia* e *P. warmingianum* ocorreram com indivíduos na classe superior a 32,5 cm em pelo menos um ano de inventário. Nove árvores de *G. viburnoides* ocorreram do primeiro ao último inventário, contudo, apenas quatro indivíduos mudaram de classe ao longo do estudo. *J. puberula* apresentou tendência de redução do número de indivíduos por inventário na classe 7,5 cm e de aumento na classe 12,5 cm. A espécie apresentou um indivíduo na classe 37,5 cm de 2004 a 2012, que passou para a classe 42,5 cm, em 2016

Figura 2. Distribuição diamétrica das espécies consideradas raras na regeneração natural e foram abundantes na vegetação adulta, em inventários no período de 1992 a 2016, em área de Floresta Estacional Semidecidual Montana secundária da Mata Atlântica, em Viçosa, Minas Gerais



Fonte: autora (2022)

#### 4. DISCUSSÃO

O número de espécies ameaçadas de extinção é semelhante ao encontrado em estudos realizados em floresta secundária, no domínio da Mata Atlântica, em Minas Gerais (SOUZA, 2008; ROCHA et al., 2017; FAITANIN, 2018). Faitanin (2018), em fragmentos de diferentes formações vegetacionais de florestas semidecíduais, observou a ocorrência de 14 espécies em risco de extinção. Contudo, em área preservada no Paraná, Borgo et al. (2011) encontraram 21 espécies, evidenciando que a estratégia de proteção de áreas pode favorecer a conservação de mais espécies em risco de extinção que em áreas fragmentadas.

As espécies ameaçadas de extinção são consequência, principalmente, da perda ou degradação de habitats, com drástica redução das populações das áreas em que essas espécies se encontram naturalmente (FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, 2008; MARTINELLI; MORAES, 2013; IUCN, 2021). A intensa fragmentação, a ocorrência de incêndios florestais frequentes, o desmatamento, o corte seletivo de espécies de maior valor econômico, dentre outros, são perturbações antrópicas que podem levar à redução populacional das espécies numa floresta (MALCOLM et al., 2006; THUILLER et al., 2006; IŞIK, 2011; CANALE et al., 2012), aumentando o risco de extinção dessas espécies.

A maioria das espécies que compõem os remanescentes florestais da Mata Atlântica, hoje, basicamente, representados por florestas secundárias fragmentadas e em diferentes estágios de sucessão (PEREIRA et al., 2001; ROSA et al., 2021), foram exploradas de forma intensiva e predatória visando a extração de produtos madeireiros, a exemplo de *A. leiocarpa*, *C. legalis*, *C. fissilis*, *D. nigra*, *M. brauna* e *Z. tuberculosa*, ou não madeireiros, como o *E. edulis* (MARTINELLI; MORAES, 2013). Ainda, *O. odorífera* teve uma superexploração histórica para a extração de óleo (fonte de safrol), utilizado na indústria farmacêutica (MAAR; ROSENBROCK, 2012; QUINET et al., 2013). Por esta razão, algumas espécies arbóreas foram classificadas como vulneráveis à extinção (IUCN, 2021)

Algumas espécies consideradas em risco de extinção que foram pouco abundantes neste estudo, como a *C. fissilis*, *M. brauna* e *T. ferruginea* também, tiveram baixa abundância em outros estudos em fragmentos florestais na região de

Viçosa, MG (MEIRA NETO; MARTINS, 2003; SILVA et al., 2000; 2004b; REIS et al., 2007; PELOSO, 2012). *M. brauna* manteve apenas um indivíduo na RN, mostrando como essa situação é preocupante. Ressalta-se que a área de estudo se encontra protegida de quaisquer interferências por mais de 60 anos, inclusive de exploração seletiva, e que esta área já era parcialmente protegida antes desta data (GARCIA et al., 2011). Assim, esforços de manejo visando a proteção dessas espécies, dada sua elevada vulnerabilidade, é de grande relevância.

*T. ferruginea*, espécie endêmica do Brasil, é considerada rara (GIULIETTI et al., 2009), o que foi confirmado no presente estudo, pois, apesar de ter três indivíduos na Classe 2 da RN, teve a morte do único indivíduo adulto após 1995. A taxa de estabelecimento de mudas de *C. fissilis* e *C. legalis* na regeneração natural é considerada baixa (TAMBARUSSI et al., 2015; TURCHETTO et al., 2017) e, no presente estudo, não foi observada regeneração dessas duas espécies, embora *C. legalis* tenha apresentado mais de seis indivíduos adultos em todos os inventários. Um indivíduo de *C. fissilis* foi amostrado nos dois últimos inventários e pode ser que ainda não esteja produzindo sementes viáveis.

*A. leiocarpa*, *D. nigra* e *E. edulis* são espécies classificadas como vulneráveis (FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, 2008; BRASIL, 2014; IUCN, 2021) mas apresentaram elevada abundância em todos os inventários e em vários locais, na VA e na RN, possivelmente, em razão da área estudada estar sendo protegida por décadas. Estas espécies, também, foram abundantes em outros estudos na região (IRSIGLER, 2002; CAMPOS et al., 2006; FERREIRA JUNIOR et al., 2007; BUZATTI et al., 2012; PELOSO, 2012). Ou seja, em áreas preservadas é possível manter a diversidade genética da vegetação (BUZATTI et al., 2012) e favorecer o estabelecimento das plantas, desde que haja produção de sementes viáveis, forma adequada de dispersão e condições ambientais favoráveis.

*A. leiocarpa* possui alta plasticidade e adaptabilidade, regenerando-se em ambientes degradados (CARVALHO, 2003; TURCHETTO et al., 2017; MONTAGNA et al., 2018), tendo apresentado indivíduos de diferentes classes de tamanho no presente estudo. Esta espécie ocorreu em áreas com baixa capacidade de retenção de água no solo (PEZZOPANE et al., 2018) e foi menos abundante em locais com níveis mais avançados de sucessão. *D. nigra*, também, ocorreu em locais com a

vegetação apresentando dossel aberto (PEZZOPANE et al., 2018). Em contrapartida, nos locais 5 e 6 houve o favorecimento para o desenvolvimento de *E. edulis* por apresentar ambiente úmido, solo fértil e sombreado, com a vegetação em estágios mais avançado de sucessão ecológica (NEUBURGER et al., 2010; GARCIA et al., 2011; CALIMAN, 2015; PEZZOPANE et al., 2018).

Embora *S. guilleminiana* tenha sido abundante na VA, a espécie apresentou intensa mortalidade na RN. A germinação de suas sementes e a emergência das plântulas da espécie são lenta e irregular, respectivamente (SANTOS et al., 2018). Contudo, em estudos fitossociológicos na Amazônia, a espécie é classificada como uma das mais importantes na composição florística (MITJA et al., 2008; LIMA; VIEIRA, 2013; D' OLIVEIRA; RIBAS, 2014) e a área de ocupação estimada para a espécie excede os limites de ameaça (PEDERNEIRAS et al., 2014). Neste contexto, faz-se necessário, o entendimento mais aprofundado da regeneração natural da espécie, para subsidiar reavaliação de risco.

Embora tenha evidenciado o bom estado de conservação de algumas espécies, o manejo e atualização de risco deve ser realizado cautelosamente, uma vez que o presente estudo foi realizado em área preservada e poucos indivíduos estão nas classes diamétricas superiores. Mesmo com a adoção de manejo de impacto reduzido, pode haver o comprometimento da regeneração natural das espécies. Na Amazônia, em que é permitido o manejo sustentável de espécies vulneráveis, o período de recuperação florestal (30 anos) não foi considerado suficiente para a recomposição das espécies (GOMES et al., 2018). Ainda, os planos de manejo para cada espécie, devem, também, considerar a ocorrência das espécies nos diferentes locais, principalmente em regiões montanhosas (CALIMAN et al., 2020).

Ressalta-se também, a necessidade de avaliações mais detalhadas sobre o crescimento de espécies em risco de extinção em condições ambientais mais adequadas para subsidiar as ações de manejo, como o plantio de enriquecimento (RONDON NETO et al., 2011). Por exemplo, *D. nigra* apresentou elevada abundância no local 8 e uma das árvores apresentou crescimento considerável em local onde, possivelmente, a transmissividade de radiação tenha influenciado positivamente o desenvolvimento da espécie (PEZZOPANE et al., 2018).

Para as espécies raras, apenas 19 % encontravam-se na VA e 14% na RN, corroborando com a frequência de espécies raras para a Mata atlântica (MARTINS, 1991). Contudo, este resultado foi inferior ao obtido em outros estudos (SANTOS et al., 2013; FERREIRA et al., 2015; PASCHOAL et al., 2021). Em remanescentes de Florestas Estacionais Semidecíduais de Minas Gerais, Paschoal et al. (2021) encontraram 31,4% de espécies raras e Santos et al. (2013) encontraram 29,18% de espécies raras. Esta menor proporção de espécies raras no presente estudo pode ser, parcialmente, explicada pelo uso de dados de inventários contínuos, numa sequência de idade. Em avaliações realizadas em apenas uma ocasião, uma determinada espécie pode ocorrer com apenas um indivíduo e apresentar ingresso ou mortalidade em período subsequente, aumentando a densidade. Pode, também, não ocorrer em uma ocasião e surgir na VA ou RN, como observado para as espécies *A. fraxinifolia*, *C. arborea*, *C. ferruginea*, *H. aurea*, *P. rhytidocarpa*, dentre outras.

A menor ocorrência de espécies com baixa abundância na classe 3 da RN e maior abundância na VA, pode ser explicada pela tendência de poucas espécies atingirem diâmetros maiores com o desenvolvimento das plantas da regeneração natural, gerando uma curva exponencial negativa de acumulação de espécies (CALIMAN, 2019; CALIMAN et al., 2020). Além disso, houve uma grande variação de comportamento das espécies em relação à dinâmica de distribuição dos indivíduos de acordo a classe diamétrica ao longo do período de 24 anos de estudo, havendo necessidade de estudos mais detalhados para as espécies em risco de extinção e raras.

Quanto à abundância de espécies, os locais 7 e 10 foram os mais representativos em pelo menos uma data de inventário (2016 na VA e 2013 na RN). Estes locais são similares quanto à composição florística, declividade, exposição, fertilidade e nível de sucessão (GARCIA, 2009; CALIMAN, 2015; PEZZOPANE et al., 2018). A maior ocorrência de espécies no local 10, também, pode ser atribuída ao menor impacto de ações antrópicas ao longo do tempo, neste local, principalmente por ser isolado e de difícil acesso. O local 10 apresentou a ocorrência da maioria das espécies identificadas como raras na VA (*A. olivaceum*, *C. antisiphilitica*, *E. candolleana*, *L. glabra* e *N. reticulata*) e na RN (*G. australis*, *L. glyptocarpa*, *M. cubatanensis* e *M. juglandifolia*).



O aparecimento de espécies secundárias tardias nos últimos anos de inventário (ex. *L. glabra*) com a concomitante mortalidade de espécies pioneiras (*C. adenopus*, *E. contortisiliquum*, *T. micranta* e *V. martiana*) pode ser atribuído ao avanço da sucessão natural da floresta e aumento da cobertura do dossel. O aparecimento de espécies pioneiras nos últimos anos de inventário (ex. *I. cilíndrica*) indica a elevada atividade do banco de sementes do solo, em razão do surgimento de condições ideais para germinação, como por exemplo, abertura de clareira em razão de morte de árvores de elevado porte (ACKERLY, 1996; PARIZOTTO et al., 2018).

Em condições favoráveis (abertura de clareira ou outro meio de entrada de incidência solar), as espécies pioneiras presentes no banco de sementes do solo, conseguem sobreviver e compor a regeneração natural. Em avaliações da transposição do banco de sementes do solo, espécies como *C. hololeuca*, *M. cinnamomifolia* e *T. micranta* ocorrem com elevada frequência (SCHERER; JARENKOW, 2006; BATISTA NETO et al., 2007).

A mortalidade de espécies secundárias tardias, como ocorreu com *P. glazioviana*, que teve perda gradativa de indivíduos ao longo dos inventários, pode ser, parcialmente, explicada pelo aumento da competição por recursos de crescimento (FERNANDES, 1998). A maioria das 14 espécies pioneiras desapareceram da VA ou da RN, ou apresentaram morte de indivíduos nos últimos inventários. No local 5, com dossel mais fechado, nenhuma pioneira sobreviveu em razão de uma contínua evolução da sucessão e consequente aumento do fechamento do dossel (MATSUO et al., 2021).

Embora tenha sido observado que muitas espécies foram raras em um dos níveis de inclusão e abundantes em outro nível, a ocorrência limitada em apenas um nível indica que a espécie apresenta alguma barreira física ou biológica para crescer e atingir diâmetros maiores, mesmo ao longo de 3 a 5 anos. Por exemplo, *J. puberula* e *N. oppositifolia* foram abundantes na VA e raras na RN, o que pode ser atribuído à perda da viabilidade das sementes por serem pouco tolerantes à dessecação (CARVALHO et al., 2008; RIBEIRO; BORGHETTI, 2013) ou em razão das plântulas não conseguirem sobreviver em ambientes sombreados (MATHUR et al., 2018). Espécies abundantes na RN podem ocorrer em decorrência das matrizes se distribuírem próximas da área de amostragem, facilitando a sua regeneração natural.

Este fato foi registrado para *C. arborea* que apresentou elevada densidade, resultado da chuva de sementes (FERREIRA JUNIOR et al., 2007; CAMPOS et al., 2009).

Além disso, a maioria das árvores que predominaram na VA e foram escassas na RN, ocorreram com indivíduos concentrados nas menores classes de diâmetro. No período de avaliação, essas espécies podem não ter atingido a maturidade fisiológica para produção de sementes, uma vez que há uma relação positiva entre o tamanho máximo da planta e o tempo necessário para que as árvores atinjam a maturidade (MINOR; KOBE, 2019). Outro ponto relaciona-se à altura das árvores e exposição da copa à luminosidade, relacionada ao aumento da produção de flores, o que influencia na sincronia de floração entre as árvores vizinhas, aumentando o sucesso reprodutivo das espécies (PIRES et al., 2014).

A predominância de indivíduos na VA pode também estar relacionada a capacidade de rebrota das espécies, como é o caso de *G. viburnoides*, que apresenta esta característica em áreas de recuperação florestal (FERREIRA et al., 2017).

Apesar da heterogeneidade de abundância entre as espécies na VA e RN, as espécies que ocorreram apenas na VA e permaneceram em todos os inventários, apresentam vantagem sobre as que estão apenas na RN, uma vez que a árvore adulta poderá, em dado momento, produzir sementes viáveis que, eventualmente, irão germinar e se estabelecer. Assim, há maior risco de desaparecimento das espécies raras que ocorreram somente na RN. Estudos fenológicos durante período mais longo são necessários para conhecimento do ciclo de produção de sementes para suportar a regeneração de espécies raras (BENCKE; MORELLATO, 2002; MENEZES et al., 2018; ZETTLEMOYER et al., 2019).

A mortalidade de indivíduos das espécies raras e em risco de extinção é um alerta para que sejam tomadas providências para evitar perdas de recursos biológicos (CEBALLOS; EHRLICH, 2002). Alguns fatores podem comprometer a regeneração natural, como a produção, a dispersão e a germinação irregular de sementes, necessidade de associação com micorrizas, redução de polinizadores, predadores e podridão de frutos e sementes, dentre outros (QUINET et al., 2013; BETT; MAY, 2017). Na VA, além de fatores biológicos, muitas ações antrópicas como a retirada seletiva de madeira de espécies raras e em risco de extinção, podem comprometer

ainda mais a vulnerabilidade das espécies, uma vez que a raridade, usualmente, precede à extinção das espécies (WHITTAKER et al., 2005).

## 5. CONCLUSÕES

A análise da abundância das espécies em risco de extinção e raras pode evidenciar a importância da conservação de fragmentos florestais na área de domínio da mata Atlântica para mitigar o risco de extinção dessas espécies. As espécies que foram pouco abundantes demandam atenção especial e ações de manejo e de conservação de modo que contribuam para a sua recuperação.

A avaliação das espécies através de inventários contínuos, considerando diferentes níveis de inclusão, como a vegetação adulta e a regeneração natural, produzem informações mais completas e confiáveis sobre a dinâmica da população das espécies, ao longo do tempo, principalmente quando se amostram locais com diferentes características e históricos de manejo.

A análise de espécies classificadas em risco de extinção e raras podem, também, subsidiar políticas visando a sua preservação através da conservação das florestas secundárias, o que pode contribuir para o adequado manejo dos remanescentes florestais da Mata Atlântica, bioma rico em biodiversidade, mas que se encontra altamente degradado.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKERLY, D. D. Canopy structure and dynamics: integration of growth processes in tropical pioneer trees. In: MULKEY, S. S.; CHAZDON, R. L.; SMITH, A. P. (eds) **Tropical Forest Plant Ecophysiology**. Springer, Boston, MA, 1996. doi:10.1007/978-1-4613-1163-8\_21

APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.161, n.2, p.105-121, 2009.

BATISTA NETO, J. P.; REIS, M. G. F.; REIS, G. G.; SILVA, A. F.; CACAU, F. V. Banco de sementes do solo de uma floresta estacional semidecidual, em Viçosa, Minas Gerais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 4, p. 311-320, 2007.

BENCKE, C. S. C.; MORELLATO, L. P. C. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 2, p. 237-248, 2002.

BETT, L. A.; MAY, D. Regeneração natural de *Ocotea odorifera* (vell.) rohwert (Lauraceae) em floresta ombrófila mista, Paraná, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 2, p.707-717, 2017. doi.org/10.5902/1980509827756

BORGES, D. B.; MARIANO-NETO, D. S.; CORREA, R. X.; GAIOTTO, F. A. Changes in fine-scale spatial genetic structure related to protection status in Atlantic Rain Forest fragmente. **Journal for Nature Conservation**, v. 53, 2020. doi.org/10.1016/j.jnc.2019.125784

BORGO, M.; TIEPOLO, G.; REGINATO, M.; KUNIYOSHI, Y. S.; GALVÃO, F.; CAPRETZ, R. L.; ZWIENER, V. P. Espécies arbóreas de um trecho de floresta Atlântica do município de Antonina, Paraná, Brasil. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 41, n. 4, p. 819 - 832, 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria n. 443, de 17 de dezembro de 2014. Reconhece a "lista nacional oficial de espécies da flora ameaçadas de extinção" **Diário Oficial da União**, seção 1, Brasília, DF, p. 110-121. 2014.

BUZATTI, R. S. O.; RIBEIRO, R. A.; LEMOS FILHO, J. P.; LOVATO, M. B. Fine-scale spatial genetic structure of *Dalbergia nigra* (Fabaceae), a threatened and endemic tree of the Brazilian Atlantic Forest. **Genetics and Molecular Biology**, v. 35, n. 4, p. 838-846, 2012.

CAIAFA, A. N.; MARTINS, F. R. Forms of rarity of tree species in the southern Brazilian Atlantic rainforest. **Biodiversity and Conservation**, v. 19, p. 2597-2618, 2010. doi: 10.1007/s10531-010-9861-6

CALIMAN, J. P. **Estrutura diamétrica, biomassa, ingresso e mortalidade em floresta atlântica secundária ao longo de 24 anos**. 2019. 95f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2019.

CALIMAN, J. P. **Florística e distribuição vertical e horizontal de espécies arbóreas da Mata Atlântica, no sudeste do Brasil**. 2015. 79f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2015.

CALIMAN, J. P.; REIS, G. G.; REIS, M. G. R.; LEITE, H. G.; TORRES, C. M. M. E.; VOLPATO, M. M. L.; RESENDE, R. T.; MONTE, M. A. Temporal and spatial variability of the diameter distribution in a secondary brazilian atlantic forest suggests site-specific management practices. **Revista Árvore**, v. 44, e4406, 2020. doi:10.1590/1806-908820200000006

CAMPOS, E. P.; VIEIRA, M. F.; SILVA, A. F.; MARTINS, S. V.; CARMO, F. M. S.; MOURA, V. M.; RIBEIRO, A. S. de S. Chuva de sementes em floresta estacional semidecidual em Viçosa, MG, Brasil. **Acta botânica brasílica**, v. 23, n. 2, p. 451-458, 2009.

CHISHOLM, R. A.; LIM, F.; YEOH, Y. S.; SEAH, W. W.; CONDIT, R.; ROSINDELL, J. Species–area relationships and biodiversity loss in fragmented landscapes. **Ecology Letters**, v. 21, p. 804-813, 2018. doi:10.1111/ele.12943

CLAUDINO, E. S.; GOMES, M. A. F.; CAMPOS, P. R. A. Extinction debt and the role of static and dynamical fragmentation on biodiversity. **Ecological Complexity**, v. 21, p. 150– 155, 2015. doi:10.1016/j.ecocom.2014.11.011

CAMPOS, E. P.; SILVA, F. A.; MEIRA NETO, J. A. A.; MARTINS, S. V. Florística e estrutura horizontal da vegetação arbórea de uma ravina em um fragmento florestal no município de Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 30, n. 6, p. 1045-1054, 2006. doi:org/10.1590/S0100-67622006000600021

CANALE, G. R.; PERES, C. A.; GUIDORIZZI, C. E.; GATTO, C. A. F.; KIERULFF, M. C. M. Pervasive defaunation of forest remnants in a tropical biodiversity hotspot. **PlosOne**, v. 7, n. 8, e41671, 2012. doi.org/10.1371/journal.pone.0041671

CARVALHO, L. R.; DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A.; CARVALHO, M. L. M. Classificação de sementes de espécies florestais dos gêneros *Nectandra* e *Ocotea* (Lauraceae) quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p.1-9, 2008.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. EMBRAPA-CNPQ, Brasília, 2003.

CEBALLOS, G.; EHRLICH, P. R. Mammal population losses and the extinction crisis. **Science**, v. 296, p. 904–907, 2002. doi: 10.1126/science.1069349

CHAZDON, R. L.; GUARIGUATA, M. R. Natural regeneration as a tool for large-scale forest restoration in the tropics: prospects and challenges. **Biotropica**, v. 48, p. 716-730, 2016. doi:10.1111/btp.12381

D' OLIVEIRA, M. V. N.; RIBAS, L. A. Forest regeneration in artificial gaps twelve years after canopy opening in Acre State Western Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 11, p. 1722–1731, 2011. doi:10.1016/j.foreco.2011.01.020

FAITANIN, M. A. **Riqueza e abundância de espécies arbóreas ameaçadas de extinção em florestas estacionais semidecíduais do norte/noroeste fluminense**. 2018. 77f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes - RJ, 2018.

FASTRÉ, C.; STRUBBE, D.; BALDERRAMA, J. A.; CAHILL, J. R. A.; LEDEGEN, H.; ORELLANA, M. T.; MATTHYSEN, E. Bird species richness in High-Andean forest

fragments: habitat quality and topography matter. **Belgian Journal of Zoology**, v. 150, n. 1, p. 95-133. 39, 2020. doi: 10.26496 / bjj.2020.76

FÁVARO, L. B.; SOUZA, A. L.; MAIA, R. T.; GASPAR, R. O. Estrutura de uma floresta ombrófila densa montana com dominância de *Euterpe edulis* Mart. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 31, n. 2, 2021. doi: 10.5902/1980509810699

FERNANDES, H. A. C. **Dinâmica e distribuição de espécies arbóreas em uma floresta secundária no domínio da Mata Atlântica**. 1998, 148 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1998.

FERREIRA JUNIOR, W. G.; SILVA, A. F.; MEIRA NETO, J. A. A.; SCHAEFER, C. E. G. R.; DIAS, A. S.; IGNÁCIO, M.; MEDEIROS, M. C. M. P. Composição florística da vegetação arbórea de um trecho de floresta estacional semidecídua em Viçosa, Minas Gerais, e espécies de maior ocorrência na região. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.6, p.1121-1130, 2007.

FERREIRA, T. S.; HIGUCHI, P.; SILVA, A. C.; MANTOVANI, A.; MARCON, A. K.; SALAMI, B.; BUZZI JUNIOR, F.; ANSOLIN, R. D.; BENTO, M. A.; ROSA, A. D. Distribuição e riqueza de espécies arbóreas raras em fragmentos de floresta ombrófila mista ao longo de um gradiente altitudinal, em Santa Catarina. **Revista Árvore**, v. 39, n. 3, p. 447-455, 2015. doi:10.1590/0100-67622015000300005

FERREIRA, M. C.; RODRIGUES, S. B.; VIEIRA, D. L. M. Regeneração via rebrota após corte raso e remoção da camada superficial do solo de Floresta Estacional Decidual no Brasil Central. **Revista Árvore**, v. 41, n. 2, e410218, 2017. doi:10.1590/1806-90882017000200018

FONTANA, C.; GASPER, A. L.; SEVEGNANI, L. Espécies raras e comuns de Myrtaceae da floresta estacional decidual de Santa Catarina, Brasil. **Rodriguésia**, v. 65, n.3, p. 767-776, 2014. doi: 10.1590/2175-7860201465314

FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS. **Revisão das listas das espécies da flora e da fauna ameaçadas de extinção do estado de Minas Gerais**. Minas Gerais: Fundação Biodiversitas, 2008. Disponível em: <http://www.biodiversitas.org.br/listasmg/consulta.asp>. Acesso: 30 abr. 2020.

GARCIA, C. C. **Regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento florestal da Zona da Mata Mineira**. 2009. 83f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2009.

GARCIA, C. C.; REIS, M. G. F.; REIS, G. G.; PEZZOPANE, J. E. M.; LOPES, H. N. S.; RAMOS, D. C. Regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento de floresta estacional semidecidual Montana, no domínio da Mata Atlântica, em Viçosa, MG. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 4, p. 677-688, 2011.

GASTON, K. **Rarity**. London: Chapman and Hall, 1994. 207p.

GOMES, J. M.; CARVALHO, J. O. P.; RUSCHEL, A. R.; SILVA, J. N. M.; RAMOS, E. M. L. S.; CASTRO, T. C.; THOMPSON, I. S.; FREITAS, L. J. M. Estoque de duas espécies arbóreas ameaçadas de extinção aos 30 anos após a exploração na Amazônia oriental. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 46, n. 117, p. 41-52, 2018. doi: dx.doi.org/10.18671/scifor.v46n117.04

GIULIETTI, A. M.; RAPINI, A.; ANDRADE, M. J. G.; QUEIROZ, L. P.; SILVA, J. M. C. **Plantas raras do Brasil**. Belo Horizonte, MG: Conservação Internacional, 2009. 496 p.

HAGEMEIER, M.; LEUSCHNER, C. Leaf and crown optical properties of five early-, mid- and late-successional temperate tree species and their relation to sapling light demand. **Forests**, v. 10, n. 10, p. 925, 2019. doi:10.3390/f10100925

HIGUCHI, P.; REIS, M. G. F.; REIS, G. G.; PINHEIRO, A. L.; SILVA, C. T.; OLIVEIRA, C. H. R. Composição florística da regeneração natural de espécies arbóreas ao longo de oito anos em um fragmento de floresta estacional semidecidual, em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.6, p.893-904, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contas de ecossistemas: espécies ameaçadas de extinção no Brasil: 2014/IBGE, Coordenação de recursos naturais e estudos ambientais, Coordenação de Contas Nacionais**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. 132 p.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. IUCN. **The IUCN Red List of threatened species**. Version 2021-1. Cambridge, Reino Unido: 2021. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org>. Acesso: 6 abr. 2021.

IRSIGLER, D. T. **Composição florística e estrutura de um trecho primitivo de floresta estacional semidecidual em Viçosa, Minas Gerais**. 2020. 72f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002.

IŞIK, K. Rare and endemic species: why are they prone to extinction? **Turkish Journal of Botany**, v. 35, p. 411-417, 2011. doi: 10.3906/bot-1012-90

KOUGIOUMOUTZIS, K.; KOKKORIS, I. P.; PANITSA, M.; STRID, A.; DIMOPOULOS, P. Extinction risk assessment of the greek endemic flora. **Biology**, v. 10, n. 3, p. 195, 2021. doi:10.3390/biology10030195

LIMA, T. A.; VIEIRA, G. High plant species richness in monospecific tree plantations in the Central Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 295, p. 77–86, 2013. doi:10.1016/j.foreco.2013.01.006

MAAR, J. H.; ROSENBROCK, L. C. C. A química fina que poderia ter sido: a extração de óleo de sassafrás e de safrol no alto e médio vale do Itajaí. **Scientiae Studia**, v. 10, n. 4, p. 799-820, 2012.

- MAÇANEIRO, J. P.; OLIVEIRA, L. Z.; EISENLOHR, P. V.; SCHORN, L. A. Paradox between species diversity and conservation: a subtropical Atlantic Forest reserve in Brazil has similar tree species diversity to unprotected sites in the same region. **Tropical Conservation Science**, v. 9., n. 4, p. 1-19, 2016. doi:10.1177/1940082916668011
- MALCOLM, J. R.; LIU, C.; NEILSON, R. P.; HANSEN, L.; HANNAH, L. Global warming and extinctions of endemic species from biodiversity. **Conservation Biology**, v. 20, n. 2, p. 538-548, 2006. doi: 10.1111/j.1523-1739.2006.00364.x
- MARANGON, L. C.; SOARES, J. J; FELICIANO, A. L. P.; BRANDÃO, C. F. L. S. Estrutura fitossociológica e classificação sucessional do componente arbóreo de um fragmento de floresta estacional semidecidual, no município de Viçosa, Minas Gerais. **Cerne**, v. 13, n. 2, p. 208-221, 2007.
- MARTINELLI, G.; MORAES, M.D. **Livro vermelho da flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. 1102 p.
- MARTINS, F. R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Campinas: Editora da UNICAMP, 1991.
- MATHUR, S.; JAIN, L.; JAJOO, A. Photosynthetic efficiency in sun and shade plants. **Photosynthetica**, v. 56, p. 354–365, 2018. doi:10.1007/s11099-018-0767-y
- MATOS, F. A. R.; MATOS, F. A. R.; MAGNAGO, L. F. S.; MIRANDA, C. A. C.; MENEZES, L. F. T.; GASTAUER, M.; SAFAR, N. V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; SILVA, M. P.; SIMONELLI, M.; EDWARDS, F. A.; MARTINS, S. V.; MEIRA NETO, J. A. A.; EDWARDS, D. P. Secondary forest fragments offer important carbon and biodiversity cobenefits. **Global Change Biology**, v. 26, n.2, p. 509-522., 2019. doi: 10.1111/gcb.14824.
- MATSUO, T.; MARTÍNEZ-RAMOS, M.; BONGERS, F; SANDE, M. T.; POORTER, L. Forest structure drives changes in light heterogeneity during tropical secondary forest succession. **Journal of Ecology**, v. 109, p. 2871– 2884, 2021. doi:10.1111/1365-2745.13680
- MEIRA NETO, J. A. A.; MARTINS, F. R. Estrutura do sub-bosque herbáceo-arbustivo da mata da silvicultura, uma floresta estacional semidecidual no município de Viçosa-MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.4, p.459-471, 2003.
- MENEZES, I. S.; COUTO-SANTOS, A. P. L.; FUNCH, L. S. The influence of El Niño and edge effects on the reproductive phenology and floral visitors of *Eschweilera tetrapetala* Mori (Lecythidaceae), an endemic species of the Atlantic Forest of northeastern Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 32, n. 01, p. 1-11, 2018. doi:10.1590/0102-33062017abb0083



MINOR, D. M.; KOBE, R. K. Fruit production is influenced by tree size and size-asymmetric crowding in a wet tropical forest. **Ecology and Evolution**, v. 9, p. 1458–1472, 2019. doi:10.1002/ece3.4867

MITJA, D.; MIRANDA, I. S.; VELASQUEZ, E.; LAVELLE, P. Plant species richness and floristic composition change along a rice-pasture sequence in subsistence farms of Brazilian Amazon, influence on the fallows biodiversity (Benfica, State of Pará). **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 124, n. 1-2, p. 72–84, 2008. doi:10.1016/j.agee.2007.07.007

MONTAGNA, T.; GASPER, A. L.; OLIVEIRA, L. Z.; LINGNER, D. V.; AGUIAR, M. D.; SCHORN, L. A.; BERNARDI, A. P.; MATTOS, A. G.; STEINER, F.; SILVA, J. Z.; HOELTGEBAUM, M. P.; LAUTERJUNG, M. B.; COSTA, N. C. F.; CANDIDO-RIBEIRO, R.; MANTOVANI, A.; REIS, M. S.; VIBRANS, A. C. Situação atual e recomendações para conservação de 13 espécies de alto valor para uso e conservação no estado de Santa Catarina. Capítulo 4. In: GASPER, A. L. de; L.Z. OLIVEIRA, L. Z.; LINGNER, D. V.; VIBRANS, A. C. (Org.). **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina**, v. VII, Espécies arbóreas raras de Santa Catarina. Blumenau: Edifurb, 2017. 256p.

MUTHURAMKUMAR, S.; AYYAPPAN, N.; PARTHASARATHY, N.; MUDAPPA, D.; RAMAN, T. R. S.; SELWYN, M. A.; PRAGASAN, L. A. Plant community structure in tropical rain forest fragments of the western ghats, India. **Biotropica**, v. 38, p. 143-160, 2006. doi:10.1111/j.1744-7429.2006.00118.x

NEUBURGER, M.; SOUZA, T. V.; PAULILO, M. T. Crescimento inicial de plantas *Euterpe edulis* Mart. em diferentes condições de luz, água e nutrientes. **Rodriguésia**, v. 61, n. 2, p. 157-165, 2010. doi.org/10.1590/2175-7860201061201

PARIZOTTO, A.; MUSSIO, C. F.; RUIZ, E. F. Z.; FIGUEIREDO FILHO, A.; DIAS, A. N. Florística e diversidade da regeneração natural em clareiras em floresta ombrófila mista. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 39, e201801711, p. 1-9, 2019. doi:10.4336/2019.pfb.39e201801711

PASCHOAL, E. M.; VIEIRA, A. D.; OTONI, T. J. O.; GRIPP, A. M.; FREIRE, J. P.; ALVES, P. L.; GONZAGA, A. P. D.; MACHADO, E. L. M. Diferentes distúrbios antrópicos na paisagem podem influenciar padrões florísticos e estruturais da Mata Atlântica?. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 4, p. 2265-2285, 2021.

PEDERNEIRAS, L. C.; COSTA, A. F.; CARAUTA, J. P. P.; ROMANIUC NETO, S. Avaliação do risco de extinção das Urticineae das restingas do estado do Rio de Janeiro. **Rodriguésia**, v.65, n.1, p.261-273, 2014. doi.org/10.1590/S2175-78602014000100019.

PELOSO, R. V. **Dinâmica e sucessão de um fragmento de Floresta Atlântica**. 2012. 187f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2012.

PEREIRA, R. A.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; BRITES, R. S. Caracterização da paisagem, com ênfase em fragmentos florestais, do município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 1-10, 2001.

PEZZOPANE, J. E. M. **Caracterização microclimática, ecofisiológica e fitossociológica em uma floresta estacional semidecidual secundária em Viçosa, MG**. 2001. 240 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2001.

PEZZOPANE, J. E. M.; SILVA, G. F.; SANTOS, E. A.; MACHUCA, M. A. H.; XAVIER, T. M. T. Environmental conditions of the interior of the tropical forest and regeneration of tree species. **African Journal of Agricultural Reserach**, v.13, n. 14, p. 718-725, 2018. doi:10.5897/AJAR2017.12214

PIRES, J. P. A.; SILVA, A. G.; FREITAS, L. Reproductive Success in *Senefeldera Verticillata*. **Austral Ecology**, v. 39: 328-336, 2014. doi: 10.1111/aec.12082

PRESTON, F. W. The canonical distribution of commonness and rarity: part I. **Ecology**, v.43, n.2, p.185-215, 1962.

QUINET, A.; KUTSCHENKO, D. C.; BARROS, F. S. M.; MORAES, M. M. V.; FERNANDEZ, E. P.; MESSINA, T. Lauraceae. In: MARTINELLI, G.; MORAES, M. D. (Org.) **Livro Vermelho da Flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. p. 591-606.

RABINOWITZ, D.; CAIRNS, S.; DILLON, T. Seven forms of rarity and their frequency in the flora of the British Isles. **Conservation Biology**: The Science of Scarcity and Diversity, Sinauer Associates, Michigan, p. 182-204, 1986.

RAIMONDO, D. C.; MORAES, M. A.; VON STADEN, L.; AVANCINI, R.; DONALDSON, J. S.; MARTINELLI, G. Metodologia estratégica para a condução de avaliações de risco de extinção completas em países megadiversos: lições aprendidas na parceria entre Brasil e África do Sul. In: MARTINELLI, G.; MORAES, M. D. (Org.) **Livro Vermelho da Flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. p. 40-52.

REIS, H.; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; MELLO, J. M. Análise da composição florística, diversidade e similaridade de fragmentos de Mata Atlântica em Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 3, p. 280-290, 2007

RIBEIRO, L. C.; BORGHETTI, F. Comparative effects of desiccation, heat shock and high temperatures on seed germination of savanna and forest tree species. **Austral Ecology**, v. 39, n. 3, p. 267–278, 2013. doi:10.1111/aec.12076

RIBEIRO, R. C. **Abundância e raridade de espécies em uma floresta ombrófila aberta com bambu no estado do Acre**. 49f. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém (PA), 2018.

ROCHA, M. J. R.; CUPERTINO-EISENLOHR, M. A.; LEONI, L. S.; SILVA, A. G.; NAPPO, M. E. Floristic and ecological attributes of a seasonal semideciduous Atlantic Forest in a key area for conservation of the Zona da Mata region of Minas Gerais State, Brazil. **Hoehnea**, v. 44, n. 1, p. 29-43, 2017. doi: 10.1590/2236-8906-38/2016

RONDON NETO, R. M.; LAGE, C. A.; BILIBIO, F.; SANTOS, A. R. Enriquecimento de floresta secundária com cedro-rosa (*Cedrela odorata* L.) e sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.), em Alta Floresta (MT). **Ambiência Guarapuava** (PR), v.7, n.1, p. 103 – 109, 2011. doi:10.5777/ambiencia.2011.01.08

ROSA, M. R.; BRANCALION, P. H. S.; CROUZEILLES, R.; TAMBOSI, L. R.; PIFFER, P. R.; LENTI, F. E. B.; HIROTA, M.; SANTIAMI, E.; METZGER, J. P. Hidden destruction of older forests threatens Brazil's Atlantic Forest and challenges restoration programs. **Science Advances**, v. 7, n.4, eabc4547, 2021. doi: 10.1126/sciadv.abc4547

SANTOS, E. A.; PINHEIRO, R. M.; FERREIRA, E. J. L. Morfometria de frutos e sementes e emergência de plântulas de *Sorocea guilleminiana* Gaudich. Moraceae (nota científica). **Revista do Instituto Florestal**, v. 30 n. 2 p. 171-181 dez. 2018. doi.org/10.24278/2178-5031.201830206

SANTOS, M. L.; MEIRA NETO, J. A. A. SILVA, A. F.; MARTINS, S. V.; CAMPOS, E. P. Estrutura fitossociológica e raridade em um trecho de floresta estacional semidecidual primária na Zona da Mata de Minas Gerais. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 06, n. 01, p.101–117, 2013.

SCHERER, C.; JARENKOW, J. A. Banco de sementes de espécies arbóreas em floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 29, n. 1, p. 67-77, 2006. doi:10.1590/S0100-84042006000100007

SILVA, A. F.; FONTES, N. R. L.; LEITÃO FILHO, H. F. Composição florística e estrutura horizontal do estrato arbóreo de um trecho da Mata da Biologia da Universidade Federal de Viçosa – Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.24, n.4, p.397-405, 2000.

SILVA, C. T.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; SILVA, E.; CHAVES, R. A. Avaliação temporal da florística arbórea de uma floresta secundária no município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.3, p. 429-441, 2004a.

SILVA, N. R. S.; MARTINS, S. V.; MEIRA NETO, J. A. A.; SOUZA, A. L. Composição florística e estrutura de uma Floresta Estacional Semidecidual Montana em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n. 3, p. 397-405, 2004b.

SILVA-JUNIOR, W. M.; MARTINS, S. V.; SILVA, A. F.; MARCO-JUNIOR, P. Regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas em dois trechos de uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG. **Scientia Forestalis**, n. 66, p. 169-179, 2004.

SOUZA, F. C. **Dinâmica da estrutura e do estoque de carbono da vegetação arbórea adulta em 20 anos, em floresta secundária da Mata Atlântica.** 2015. 96f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2015.

SOUZA, P. B. **Diversidade florística e atributos pedológicos ao longo de uma encosta com floresta estacional semidecidual submontana, zona de amortecimento do Parque Estadual do Rio Doce, MG.** 2008. 138f. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2008.

TAMBARUSSI, E.V.; BOSHIER, D.; VENCOVSKY, R.; FREITAS, M.L.M.; SEBBENN, A.M. Paternity analysis reveals significant isolation and near neighbor pollen dispersal in small *Cariniana legalis* Mart. Kuntze populations in the Brazilian Atlantic Forest. **Ecology and Evolution**, v. 5, n. 23, p. 5588-5600, 2015.

THUILLER, W.; MIDGLEY, G. F.; HUGHES, G. O.; BOMHARD, B.; DREW, G.; RUTHERFORD, M. C.; WOODWARD, F. I. E. Endemic species and ecosystem sensitivity to climate change in Namibia. **Global Change Biology**, v. 12, p. 759–776, 2006. doi: 10.1111/j.1365-2486.2006.01140.x

TURCHETTO, F.; ARAUJO, M. M.; CALLEGARO, R. M.; GRIEBELER, A. M.; MEZZOMO, J. C.; BERGHETTI, A. L. P.; RORATO, D. G. Phytosociology as a tool for forest restoration: a study case in the extreme South of Atlantic Forest Biome. **Biodiversity and Conservation**, v. 26, p.1463–1480, 2017. doi.org/10.1007/s10531-017-1310-3

VOLPATO, M. M. L. **Regeneração natural em uma floresta secundária no domínio da Mata Atlântica: uma análise fitossociológica.** 1994. 123f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 1994.

WHITTAKER, R.J.; ARAÚJO, M. B.; JEPSON, P.; LADLE, R.J.; WATSON, J.E.M.; WILLIS, K.J. Conservation biogeography: assessment and prospect. **Diversity and Distributions**, v. 11, p. 3-23, 2005. doi:10.1111/j.1366-9516.2005.00143.x

YIRDAW, E.; LUUKKANEN, O. Photosynthetically active radiation transmittance of forest plantation canopies in the Ethiopian highlands. **Forest Ecology and Management**, v. 188, n. 1–3, p. 17-24, 2004. doi:10.1016/j.foreco.2003.07.024.

ZETTLEMOYER, M. A.; SCHULTHEIS, E. H.; LAU, J. A. Phenology in a warming world: differences between native and non-native plant species. **Ecology Letters**, v. 22, p. 1253-1263, 2019. doi:10.1111/ele.13290

## CONCLUSÕES GERAIS

O inventário da vegetação adulta ( $dap > 5$  cm) e da regeneração natural, em uma sequência de idades, em diferentes condições ambientais, ao longo de 24 anos, permitiu analisar a dinâmica de espécies arbóreas endêmicas, em risco de extinção e raras, em floresta secundária da Mata Atlântica.

As espécies amostradas em todos os inventários e sítios foram avaliadas em relação à sua distribuição no território brasileiro, bem como em outros países, o que possibilitou a identificação das espécies endêmicas do Brasil, com ocorrência em vários biomas e, as endêmicas do Brasil, com predominância no bioma Mata Atlântica. Com essa análise da distribuição foi, também, possível excluir algumas espécies constantes em listas de endêmicas do Brasil, em razão de ter sido comprovada a sua ocorrência em outros países.

A hipótese de que algumas espécies poderiam ter redução do seu risco de extinção não foi rejeitada e algumas espécies consideradas em risco de extinção apresentaram-se abundantes e capazes de permanecer na floresta. Algumas espécies consideradas em risco de extinção apresentaram elevado número de indivíduos adultos em diversas condições ambientais, e mantiveram a capacidade de regeneração natural, sugerindo a necessidade de atualização das listagens de espécies em risco de extinção. As espécies pouco abundantes requerem manejo específico visando sua conservação para reduzir o risco de seu desaparecimento. Daí, a importância da conservação dos fragmentos florestais remanescentes do bioma Mata Atlântica, possibilitando o aumento da diversidade dessas populações.