



A necessidade de proteção legal de ecossistemas abertos da Mata Atlântica

The need for legal protection of open ecosystems in the Atlantic Forest

Fernando Augusto Oliveira Silveira^{1*}, Mariana Antunes Pimenta², Gabriela Cristina Barbosa Brito³, Pedro Lage Viana⁴

¹ Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Genética, Ecologia e Evolução. Avenida Antônio Carlos 6627, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 31270-901, faosilveira@gmail.com, Orcid, 0000-0001-9700-7521

² Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais - IEF/MG, Rodovia João Paulo II, 4143, Bairro Serra Verde - CEP 31630-900, mpimenta86@gmail.com ORCID: 0000-0001-8764-5319

³ Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais - IEF/MG, Rodovia João Paulo II, 4143, Bairro Serra Verde - CEP 31630-900, gabrielacbbrito@gmail.com

⁴ Instituto Nacional da Mata Atlântica, Avenida Jose Ruschi, 04, Santa Teresa, Espírito Santo, Brasil, 29650-000, pedro.viana@inma.gov.br, Orcid 0000-0001-5044-0758

*Autor correspondente: faosilveira@gmail.com

Resumo

A Mata Atlântica é um dos biomas mais biodiversos e ameaçados do mundo, abrangendo florestas e ecossistemas abertos como campos de altitude, campos rupestres, restingas e *inselbergs* (pães-de-açúcar). Embora a conservação do bioma tenha historicamente focado em florestas, os ecossistemas abertos apresentam alta diversidade, endemismo e funções ecológicas únicas, sendo mantidos por fatores como clima, fogo, geadas, herbivoria e condições edafo-climáticas específicas. Estudos recentes demonstram que essas áreas não são estágios iniciais de sucessão florestal, mas centros de diversidade e fontes de novas espécies. Contudo, os ecossistemas abertos da Mata Atlântica são insuficientemente protegidos por leis e políticas públicas, sendo vulneráveis à mineração, urbanização, invasão biológica e manejo inadequado. Infelizmente, a avaliação de impacto ambiental e a legislação vigente têm priorizado espécies arbóreas, negligenciando plantas herbáceas e arbustivas, resultando em compensações inadequadas e insuficientes. Iniciativas recentes, como o Projeto Pró-Espécies e os Planos de Ação Territoriais (PATs), são parte de um conjunto de iniciativas que oferecem uma oportunidade para conservação dos ambientes abertos na Mata Atlântica buscando fortalecer a conservação de espécies ameaçadas e ecossistemas abertos, incluindo os campos rupestres do Quadrilátero Ferrífero. Em 2024, o Encontro Nacional sobre Campos Naturais Brasileiros promoveu a articulação de academia, setor público e sociedade civil para integrar os ecossistemas abertos na agenda nacional de conservação. Como resultado, em 2025, a Comissão Nacional de Biodiversidade (CONABIO) criou um Grupo de Trabalho para elaborar a Estratégia Nacional para Conservação, Restauração e Uso Sustentável dos Campos Naturais Brasileiros. Este esforço busca preencher lacunas de proteção, orientar políticas públicas e reconhecer a importância ecológica, biogeográfica e social dos ecossistemas abertos da Mata Atlântica. O fortalecimento dessas iniciativas pode garantir a conservação desses ecossistemas mesmo sem a inclusão dos mesmos na Lei da Mata Atlântica, promovendo sua conservação a longo prazo.

Palavras-chave: Campo de altitude, Campo rupestre, *Inselberg*, Lei da Mata Atlântica, Restinga.

Abstract

The Atlantic Forest is one of the most biodiverse and threatened biomes in the world, encompassing both forests and open ecosystems such as *campos de altitude*, *campos rupestres*, *restingas*, and inselbergs. Although conservation efforts in this biome have historically focused on forests, open ecosystems harbor high diversity, endemism, and unique ecological functions, maintained by factors such as, fire, frost, herbivory, and specific edapho-climatic conditions. Recent studies demonstrate that these areas are not early stages of forest succession but rather centers of diversity and sources of new species. However, all open ecosystems of the Atlantic Forest are insufficiently protected by law and public policies, making them vulnerable to mining, urbanization, biological invasion, and inadequate management. Unfortunately, environmental impact assessments and current legislation have prioritized tree species while neglecting herbaceous plants and shrubs, leading to inadequate and insufficient compensatory actions. Recent initiatives, such as the Pró-Espécies Project and the Territorial Action Plans (PATs), exemplify initiatives offering opportunities for conservation of open ecosystems in the Atlantic Forest seeking to strengthen the conservation of threatened species and open ecosystems, including the campos rupestres of the Quadrilátero Ferrífero region. In 2024, the National Meeting on Brazilian Natural Grasslands brought together academia, the public sector, and civil society to integrate open ecosystems into the national conservation agenda. As a result, in 2025, CONABIO established a Working Group to develop the National Strategy for the Conservation, Restoration, and Sustainable Use of Brazilian Natural Grasslands. This effort aims to fill protection gaps, guide public policy, and recognize the ecological, biogeographic, and social importance of the open ecosystems of the Atlantic Forest. Strengthening these initiatives ensures the conservation of open ecosystems without the need for their inclusion in the Atlantic Forest law, promoting their long-term conservation.

Keywords: Atlantic forest law, High-altitude field, Rocky field, Inselberg, Coastal dune.

INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é um dos biomas mais diversos e ameaçados do planeta. É a segunda maior floresta da América do Sul (Marques et al., 2021), originalmente cobrindo mais de 1.450.000km² do território brasileiro, correspondente a cerca de 17% da superfície do país. O bioma está distribuído ao longo de 3.300 km desde 3°S a 30°S de latitude, variando do nível do mar a 2.892m de altitude, além de pequenas porções na Argentina e no Paraguai (Joly et al., 2014). A biodiversidade da Mata

Atlântica é extrema, contendo níveis altos de riqueza e endemismo de árvores, epífitas, invertebrados e vertebrados (Marques & Grelle, 2021). Em termos florísticos, o bioma é a casa de aproximadamente 17.500 espécies de plantas (Brazil Flora Group [BFG], 2018), sendo aproximadamente 50% endêmicas (BFG, 2015). Além de biodiversidade única, a Mata Atlântica fornece serviços ecossistêmicos essenciais como água, energia, alimento, regulação climática, polinizadores e serviços culturais para mais de 70% da população brasileira (Joly et al., 2014, Marques & Grelle, 2021), fazendo da sua

conservação uma importância estratégica para o país.

A Mata Atlântica abriga uma notável diversidade de ecossistemas que variam desde florestas densas e úmidas até formações abertas. Nos ecossistemas abertos, como campos de altitude, campos rupestres, *inselbergs*, restingas e mussunungas, a vegetação apresenta estrutura mais baixa e descontínua, com predominância de gramíneas, ervas e arbustos muitas vezes adaptados às múltiplas condições contrastantes com aquelas dos ecossistemas florestais, incluindo alta luminosidade, solos rasos, arenosos e pobres em nutrientes, incêndios sazonais, pastejo, restrição hídrica e/ou nutricional (Neves et al., 2017; Scarano, 2002). Enquanto a restinga ocorre de forma contínua ao longo da costa atlântica, ecossistemas abertos associados à afloramentos rochosos distribuem-se de forma fragmentada ao longo do domínio atlântico, especialmente em áreas montanhosas. Estas formações abrigam alta diversidade florística, incluindo taxas elevadas de espécies endêmicas e especializadas (Neves et al., 2017; Ribeiro & Freitas, 2010).

A Mata Atlântica vem sofrendo fortes impactos antrópicos desde a colonização dos portugueses, destacando-se a conversão de áreas nativas para a agricultura, pecuária e silvicultura que têm se intensificado nas últimas décadas (Grelle et al., 2021; Joly et al., 2014). Este processo de conversão de áreas nativas reduziu a cobertura original a menos de 30%, com a imensa maioria dos remanescentes florestais atuais ocupando menos do que 100 hectares e ocorrendo de forma isolada em uma matriz de ecossistemas degradados (Rezende et al., 2018). Como resposta a estes crescentes impactos, diversas iniciativas de conservação têm sido implementadas com o objetivo de mitigar tais impactos e preservar a

biodiversidade de serviços ecossistêmicos da Mata Atlântica. Tais medidas incluem a lei da Mata Atlântica (Lei Federal 11428/2006), atuação de organizações não governamentais, iniciativas de refaunação e criação de corredores ecológicos (Grelle et al., 2021). Infelizmente, tais ações não foram especificamente desenvolvidas para conservar os ecossistemas abertos da Mata Atlântica, pois ignoram as particularidades ecológicas destes ecossistemas. Nosso objetivo aqui é discutir e identificar desafios e oportunidades para a conservação de ecossistemas abertos da Mata Atlântica.

Os ecossistemas abertos da Mata Atlântica

A heterogeneidade ambiental é um dos principais fatores que caracterizam a Mata Atlântica. Em termos vegetacionais, o bioma pode ser descrito como um mosaico de ecossistemas que incluem desde florestas densas e úmidas, florestas semidecíduais, florestas decíduais e ambientes abertos (Joly et al., 2014). Alguns dos ambientes abertos que ocorrem na Mata Atlântica incluem os campos de altitude, campos rupestres, restingas, *inselbergs* e mussunungas (Figura 1). As comunidades de plantas ocorrendo nestes ambientes abertos diferem marcadamente do ponto de vista florístico, biogeográfico e funcional de comunidades de ecossistemas florestais (Neves et al., 2017; Scarano, 2002). Estes ecossistemas abertos são compostos de plantas intolerantes à sombra, comumente dominados por plantas herbáceas e/ou arbustivas e são mantidos por pressões seletivas diferentes dos ambientes florestais incluindo o fogo, geadas, grandes herbívoros, seca sazonal e fatores edáficos (Overbeck et al., 2022).

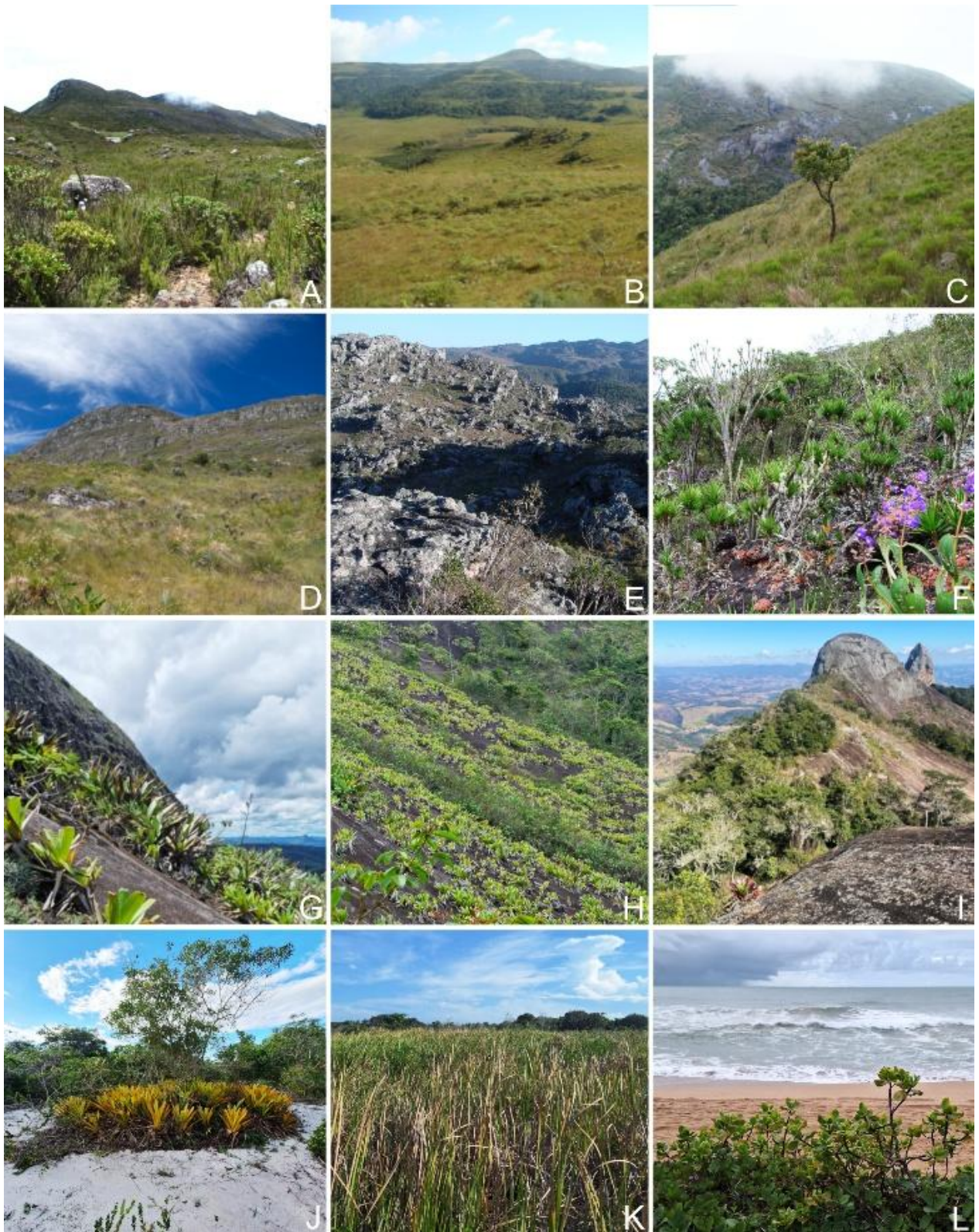


Figura 1. Ecossistemas abertos da Mata Atlântica. A-C. Campos de altitude. A. Campo com predomínio do bambu *Chusquea pinifolia*, Serra do Caparaó, Alto Caparaó, MG; B. Paisagem no Campos dos Padres, Urubici, SC; C. Vegetação graminosa no Pico do Garrafão, Itamonte, MG. D-F. Campos rupestres. D. Campos rupestres quartzíticos, Serra do Cipó, Santana do Riacho, MG; E. Campos rupestres quartzíticos, Serra do Gavião, Felício dos Santos, MG. F. Campo rupestres ferruginosos (canga), Serra do Sapo, Conceição do Mato Dentro, MG. G-I. *Inselbergs*. G e H. Vegetação hiperepilítica, com predomínio de bromélias (*Alcantarea* spp.), Pedra d'Água, Itaipé, MG; I. Paisagem da Pedra dos Três Pontões, Afonso Cláudio, ES. J-L. Restingas. J. Formação arbustiva aberta não alagável, Parque Estadual de Itaúnas, Conceição da Barra, ES; K. Brejo herbáceo, e J. vegetação pós-praia, Parque Estadual Paulo César Vinha, Setiba, Guarapari, ES. Créditos: A-F, I: Pedro Lage Viana; G-H: Daniel Oliveira Sabbagh; J-L. Cláudio Nicoletti de Fraga.

Um entendimento substancial sobre a distribuição, diversidade, ecologia e funcionamento dos ecossistemas abertos evoluiu apenas nas últimas décadas. Como nossa ciência atual teve suas raízes na Europa, um continente atualmente dominado por florestas fechadas, as bases teóricas e empíricas da ciência Ecológica foram histórica e profundamente influenciadas e enviesadas por pesquisadores e instituições localizadas em regiões temperadas (Zuk, 2016). Quando os primeiros exploradores e colonizadores europeus chegaram às regiões tropicais na América do Sul, África e Ásia depararam-se com ecossistemas abertos como campos e savanas e fizeram interpretações equivocadas sobre estas paisagens (Fairhead & Leach, 1996).

Entre estes naturalistas, destacam-se alguns dos maiores nomes da ciência mundial como Alexander von Humboldt, Carl Linnaeus e Charles Darwin (Hopper, 2009; Pausas & Bond, 2019). Por exemplo, Darwin não ficou impressionado com a vegetação arbustiva que encontrou na região do Cabo da África do Sul (os renomados *fynbos*) e no sudeste Australiano (o *kwongan*) (Hopper & Lambers, 2009). No entanto, hoje em dia estas duas regiões são consideradas hotspots globais de biodiversidade (Myers et al., 2000), demonstrando que interpretações erradas podem ocorrer até mesmo pelas pessoas mais influentes do nosso pensamento. Infelizmente, estas interpretações equivocadas permanecem até hoje e têm profundas consequências na forma como entendemos, manejamos, conservamos e restauramos os ecossistemas abertos (Roy & Fleischmann, 2022; Silveira et al., 2020a). Um exemplo prático (discutido abaixo) é a noção de que os ecossistemas abertos da Mata Atlântica são florestas degradadas ou estágios iniciais de sucessão florestal. Além disto, o interesse econômico relacionado à utilização de espécies arbóreas tem uma influência grande na visão que

a sociedade tem dos ambientes florestais e no direcionamento de recursos e estudos.

Ao contrário do que se pensava anteriormente, os ecossistemas abertos da Mata Atlântica são áreas com alta diversidade e endemismo (de Paula et al., 2016; Neri et al., 2016; Neves et al., 2017; Ribeiro & Freitas, 2010; Safford, 1999). Por exemplo, os campos rupestres têm uma taxa de endemismo (~40%) superior à das florestas ombrófilas pluviais (~35%), enquanto o endemismo nos campos de altitude (~22%) é maior do que todas as demais florestas do país (BFG, 2015). Além disso, a variação de espécies de plantas em ecossistemas abertos como os *inselbergs* da Mata Atlântica é muito grande (de Paula et al., 2021; Pinto-Junior et al., 2024) indicando que a composição florística é muito particular de cada *inselbergs*, e proteger apenas um deles não protege a flora dos demais *inselbergs*. Finalmente, cabe ressaltar que os ecossistemas abertos além de receberem influência das vegetações do entorno também são fontes de novas espécies que podem se diversificar para vegetações do entorno (Vanschoenwinkel et al., 2025).

A visão atual da ciência é de que conservar ecossistemas abertos é tão estratégico para o país quanto conservar os ecossistemas florestais (Ribeiro & Freitas, 2010). Porém, os legisladores e tomadores de decisão ainda não são detentores deste conhecimento. Esta lacuna de conhecimento leva a políticas equivocadas que ignoram a biodiversidade de ecossistemas abertos. Os ecossistemas abertos estão fortemente ameaçados por atividades antrópicas diferentes das atividades que degradam os ecossistemas florestais. Por exemplo, a exclusão de fogo, distúrbio essencial para a manutenção de alguns ecossistemas abertos (Buisson et al., 2019), o plantio de árvores e a fertilização de solos têm sido amplamente implementados em ecossistemas abertos em virtude deste viés histórico (Silveira et al., 2020a). Como legado deste viés florestal, os ecossistemas abertos são menos protegidos (Overbeck et al.,

2015) e mais negligenciados na literatura científica, na mídia e nas políticas públicas (Silveira et al., 2022b) do que os ecossistemas florestais. Assim, pode-se concluir que ecossistemas abertos não são áreas pobres em espécies como se pensava antes, nem mesmo estágios iniciais de sucessão ecológica (Nerlekar & Veldman, 2020), mas representam centros de diversidade e endemismo de diversas linhagens de plantas e animais.

Entre as principais ameaças sofridas pelos ecossistemas abertos da Mata Atlântica estão a mineração, as mudanças climáticas, a invasão biológica, a coleta predatória de espécies ornamentais, o florestamento, as alterações no regime de incêndios, o manejo inadequado do gado e a urbanização não planejada (Ribeiro & Freitas, 2010). Por serem ambientes com menor produtividade primária que ecossistemas florestais, a resiliência de ecossistemas abertos a esses distúrbios externos é muito baixa, indicando que são muito sensíveis a pequenas alterações na paisagem e remoção de solo (Buisson et al., 2019). Em seguida, discutiremos a necessidade de desenvolver ações de conservação e legislações específicas para ecossistemas abertos.

Ecossistemas abertos: ignorados pela ciência e desprotegidos pela legislação

Ecossistemas abertos são fortemente ignorados pela ciência em termos de seu funcionamento e ecologia (Bond, 2019; Silveira et al., 2022b). Esta negligência de conhecimento não apenas ressalta a necessidade de mais estudos teóricos e empíricos, mas também acaba repercutindo em termos práticos no que diz respeito à sua conservação. Em termos legais, a Lei Federal da Mata Atlântica (Lei 11.428/2006) e as normas infralegais federais e estaduais têm priorizado a proteção das formações florestais, relegando os ecossistemas abertos a um papel secundário ou inexistente. Por exemplo, os ecossistemas abertos são mencionados raras vezes nesta lei e os critérios para sua proteção não são

detalhados. Outro exemplo, na mesma lei, é a proibição da supressão de vegetação em estágio intermediário e avançado de sucessão ecológica (Art. 11). O estágio sucessional está definido somente para Florestas Estacionais Semidecíduais (Resolução CONAMA 392 de 25 de junho de 2007) e para campos de altitude (Resolução CONAMA 423 de 12 de abril de 2010), mas para as demais fitofisionomias, não há regras instituídas para a definição de estágios sucessionais, e questiona-se se haveria sucessão para ecossistemas abertos. Em ecossistemas abertos, ocorre a sucessão retrogressiva, um processo oposto à sucessão progressiva que caracteriza os ecossistemas florestais. Enquanto na sucessão progressiva que ocorre comumente em florestas, a biomassa, diversidade e estrutura da vegetação aumentam com o passar o tempo, na sucessão retrogressiva, estes parâmetros apresentam uma diminuição com o passar do tempo (Miola et al., 2019; Walker et al., 2010; Walker & Reddell, 2010). Estas disparidades exemplificam a inadequabilidade da aplicação desta lei para o licenciamento de ecossistemas abertos.

Os termos de referência e legislação de Minas Gerais, por exemplo, exigiam somente inventários de indivíduos arbóreos em estudos diagnósticos (Resolução Conjunta SEMAD/IEF nº 1.905, de 12 de agosto de 2013). Somente com a publicação do Decreto Estadual 47749/2019, o inventário diagnóstico passou a contemplar outros tipos vegetacionais. Contudo, a normativa ainda prevê a compensação por supressão de espécies ameaçadas focada em indivíduos arbóreos, tornando-a impraticável para espécies de outros hábitos, cujos indivíduos suprimidos não podem ser contabilizados ou dificilmente podem ser propagados.

Recentemente, mudanças em projetos de lei ou ainda em tramitação e decretos estaduais também vêm ampliando permissões para supressão de restingas e vegetações campestres, sob o argumento equivocado de que seriam áreas

degradadas ou de baixo valor ecológico. Essa conjuntura cria um ambiente de insegurança jurídica que favorece a conversão e degradação contínua dessas formações. Um exemplo é o Projeto de Lei nº 364/2019, uma proposta legislativa que, em seu escopo original, buscava regulamentar o uso e a proteção da vegetação nativa dos campos de altitude, associados à Mata Atlântica ameaçando 48 milhões de hectares de vegetações campestres (Overbeck et al., 2024). Outro exemplo é a alteração da Lei 14675/2009, que visa a proteção e melhoria da qualidade ambiental do estado de Santa Catarina, pela Lei 18350/2022. Ao restringir a proteção dos campos de altitude apenas aqueles acima de 1500 m de altitude, esta modificação legal deixa desprotegida 96% da área deste ecossistema no estado, abrindo espaço para conversão destes campos em áreas de plantação de pinheiros (Bencke et al., 2025).

Desafios e oportunidade na proteção de ecossistemas abertos

A ausência de um arcabouço legal e normativo que priorize espécies vegetais de hábitos arbustivos e herbáceos dificulta a preservação dos ambientes abertos, tanto em projetos de avaliação de impacto ambiental e licenciamento, quanto em políticas específicas voltadas a esses ecossistemas. De forma geral, a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), ao menos no sudeste brasileiro, mostra-se pouco capaz de avaliar impactos negativos sobre as espécies ameaçadas da flora, particularmente aquelas de hábitos herbáceos e arbustivos (Pimenta & Fonseca, 2021). Tradicionalmente, a AIA tem sido usada basicamente como uma ferramenta de compensação voltada somente para espécies arbóreas.

No caso de Minas Gerais, somente em 2019, com a promulgação do Decreto Estadual 47749/2019, que regulamenta a Lei de Proteção da Vegetação Nativa no estado, foi instituída a compensação para espécies ameaçadas, mas com

foco restrito em espécies arbóreas e a técnicas de plantio direto (abordagens não aplicáveis a todos os ecossistemas abertos), além de métricas de compensação não voltadas à distribuição de espécies herbáceas. Dessa forma, não houve nenhum avanço positivo para os ecossistemas abertos. Portanto, revisões do Decreto visando abarcar espécies não arbóreas nas métricas de compensação representam uma medida fundamental para a conservação das espécies típicas de ecossistemas abertos. Do ponto de vista institucional, estão sendo propostas adequações às normas vigentes para reconhecer as particularidades dos campos rupestres, como a necessidade de desvincular o plantio de árvores nestes ambientes (o que na verdade constitui degradação e não restauração, Veldman et al., 2015), além de fomentar pesquisas e protocolos específicos para o bioma. Contudo, tais adequações ainda não foram publicadas.

Em relação às compensações ambientais, a Lei da Mata Atlântica estabelece que a compensação ambiental pela supressão de vegetação deve ocorrer em bases equivalentes, isto é, com vegetação de equivalência ecológica (Art. 17). Em outras palavras, as compensações devem buscar mitigar os impactos fornecendo áreas que mantenham funções ecológicas, valores e atributos semelhantes aos afetados. Por outro lado, as chamadas “compensações fora de espécie” admitem outras formas de compensação, sem equivalência direta. Contudo, o Decreto Estadual nº 02/2017 (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos [SISEMA], 2017) reinterpreto essa exigência, permitindo que a compensação seja feita em apenas metade da área suprimida, desde que haja “equivalência ecológica” entre a vegetação perdida e a área escolhida para compensação. Essa flexibilização tem permitido, por exemplo, que áreas de campo rupestre ferruginoso sejam compensadas em campo rupestre quartzítico, apesar das inúmeras evidências científicas demonstrarem a ausência de equivalência geomorfológica, pedológica,

florística, ecológica e funcional entre esses dois ecossistemas (Silveira et al., 2020c).

Diante disso, torna-se necessário fortalecer o papel da AIA e do arcabouço normativo institucional na proteção da biodiversidade dos ecossistemas abertos. Essa demanda é reconhecida na Estratégia Nacional da Biodiversidade, cujas ações prioritárias incluem o fortalecimento de unidades de conservação, áreas protegidas e programas de conservação em escala de paisagem.

Um avanço relevante neste contexto foi o projeto nacional Pró-Espécies: Todos Contra a Extinção, que integra a Estratégia Nacional para a Conservação de Espécies Ameaçadas de Extinção (<https://proespecies.eco.br/>), sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. O Pró-Espécies viabilizou a elaboração e implementação dos Planos de Ação Territoriais para a Conservação de Espécies Ameaçadas de Extinção (PATs), instrumento que trouxe oportunidades para o fortalecimento da conservação dos ecossistemas abertos, presentes em diversos territórios beneficiados. Suas ações abrangem múltiplas frentes, incluindo: 1) fomento à pesquisa e difusão do conhecimento, com a realização de levantamentos e estudos de campo, especialmente em áreas lacunares, além da promoção de encontros e capacitações técnicas; 2) produção e disseminação de materiais educativos sobre a importância da conservação dos diferentes tipos de campos naturais; 3) implementação de medidas de conservação *ex situ* e *on farm*, com destaque para pesquisas sobre germinação e cultivo de espécies não arbóreas raras e ameaçadas; 4) apoio a ações de prevenção e combate ao fogo, à criação de corredores ecológicos e ao estabelecimento de trilhas de longo curso, como ferramentas de conservação; 5) desenvolvimento e fortalecimento de instrumentos e medidas para a prevenção, detecção precoce, erradicação, controle e manejo de espécies exóticas invasoras; 6) incentivo à bioeconomia e ao uso sustentável de espécies dos

ecossistemas abertos; e 7) fomento à criação e à efetiva implementação de políticas públicas, incluindo a instituição de áreas protegidas e o aperfeiçoamento de normas voltadas à conservação, restauração e uso sustentável dos campos naturais.

Estudo de caso: a conservação dos ecossistemas abertos em Minas Gerais

No que diz respeito ao licenciamento ambiental, há ações que estão sendo promovidas para restauração dos campos rupestres afetados pelos empreendimentos minerários. Nos processos com intervenção, são propostas compensações, para além do exigido no Decreto Estadual 47749/2019, que incluem financiamento de projetos ligados à biodiversidade de campos rupestres, restauração ecológica e projetos-piloto de restauração *in loco*, com parcerias com instituições de ensino e pesquisa. Essas compensações e condicionantes são propostas como necessárias para a instalação e operação dos empreendimentos, garantindo um balanço positivo dos impactos sobre a biodiversidade. Ainda que esses projetos ocorram, isso não está regulamentado, sendo facultada a cada analista ou unidade regional responsável por avaliar o processo e a exigência das medidas compensatórias.

Desde 2010, há um grupo de trabalho no SISEMA/MG para a definição de uma normativa específica para a definição de estágios sucessionais de ecossistemas abertos de Mata Atlântica que, devido ao seu insucesso, gerou a Deliberação Normativa COPAM Nº 201, de 24 de outubro de 2014, que determina o uso da Resolução CONAMA nº 392, de 25 de junho de 2007, para a fitofisionomia savana florestada (Cerradão) existente no bioma Mata Atlântica; e a Resolução CONAMA nº 423, de 12 de abril de 2010, para as demais formações savânicas existentes no Bioma Mata Atlântica. Apesar de um possível avanço, tais medidas não contemplam os *inselbergs* e campos de altitude.

No entanto, a inadequação de tais normas para os ecossistemas abertos é conhecida da comunidade científica (Miola et al., 2019), especialmente o risco do uso da normativa para campos de altitude para os campos rupestres que compartilham apenas 3% das espécies apontadas como indicadores de estágio sucessional na resolução CONAMA 423/2010. Em 2023, foi instituído novamente o Grupo de Trabalho para definição dos estágios sucessionais dos ambientes abertos da Mata Atlântica, com norma ainda em elaboração.

Em relação às iniciativas associadas ao projeto Pró-Espécies, em Minas Gerais, foram elaborados os PATs Espinhaço Mineiro e Capixaba-Gerais, coordenados pelo Instituto Estadual de Florestas e Instituto Estadual de Meio Ambiente do Espírito Santo, no caso do último, e instituídos pelas Portaria IEF nº 141/20 e 75/21. Os planos têm como foco a conservação de espécies ameaçadas de extinção, em especial aquelas Criticamente em Perigo e ainda não contempladas por instrumentos oficiais de proteção e trazem ações voltadas à conservação, recuperação e uso sustentável de ecossistemas abertos, como exemplos citados anteriormente, considerando sua importância para os territórios e para as espécies endêmicas, ameaçadas e raras.

Neste contexto, em abril de 2023 foi realizado em Minas Gerais, o Seminário Técnico de Conservação e Recuperação de Campos Rupestres, contando com diversos representantes da iniciativa privada, do poder público, da academia e da sociedade civil. O encontro trouxe importantes discussões para subsidiar diretrizes de políticas públicas e técnicas acerca da recuperação e conservação dos campos rupestres, especialmente os pequenos fragmentos que estão localizados no Quadrilátero Ferrífero dentro do domínio da Mata Atlântica. Também foi proposto um Pacto pela conservação e recuperação dos campos rupestres mineiros, firmado pela maioria dos participantes. Todavia, passados mais de dois anos deste importante encontro, não houve

avanço claro na política pública estadual voltada para os campos rupestres e ambientes abertos em Minas Gerais.

Tomando como inspiração o seminário realizado em Minas, em 2024 diversos estados que abrigam ecossistemas abertos de diferentes biomas uniram-se em uma iniciativa nacional para a defesa da conservação dos campos naturais brasileiros, articulada pelo projeto Pró-Espécies (Ministério do Meio Ambiente [MMA], 2024). Deste modo, diante da necessidade comum de enfrentar a negligência histórica a esses ecossistemas no cenário nacional, foi promovido em novembro de 2024 o “Encontro Nacional sobre Campos Naturais Brasileiros: Importância Ambiental e Articulação Política”. O evento reuniu representantes da academia, órgão públicos, sociedade civil e setor produtivo com o objetivo de propor diretrizes, estruturar uma governança e articular ações que favoreçam a inclusão do tema nas agendas públicas em níveis federal, estadual e municipal. Além disso, buscou trazer ferramentas para ampliar a compreensão dos campos naturais brasileiros, em suas diversas tipologias, como ecossistemas fundamentais, considerando sua importância ecológica, biogeográfica e seus serviços ecossistêmicos. Como resultado desta articulação nacional, a Comissão Nacional de Biodiversidade aprovou a criação de um Grupo de Trabalho para elaborar a Estratégia Nacional para a Conservação, Restauração, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios dos Campos Naturais Brasileiros (Resolução CONABIO nº 12, de 26 de junho de 2025), cujo objetivo é elaborar ações e fornecer subsídios para a devida proteção dos campos naturais brasileiros, dentre esses, os ecossistemas abertos da Mata Atlântica.

CONCLUSÕES

Durante séculos, ecossistemas abertos na Mata Atlântica foram negligenciados em instrumentos legais e políticas públicas, mesmo tendo grande contribuição para biodiversidade e

serviços ambientais no bioma. Para garantir a conservação dos ecossistemas abertos da Mata Atlântica, é necessário promover mudanças científicas, jurídicas e sociais. Do ponto de vista científico, é necessária uma mudança de paradigma para entender que os fatores que controlam os ecossistemas florestais são diferentes daqueles que controlam os ecossistemas abertos. No âmbito legal, é fundamental adequar futura legislação para incorporar instrumentos jurídicos baseados em teoria e evidência gerada especificamente para os ecossistemas abertos, reconhecendo a sua diversidade como parte integrante da Mata Atlântica. Do ponto de vista social, nossa sociedade deve mudar sua percepção sobre estes ambientes, valorizando sua singularidade e sua contribuição única para a biodiversidade e para o bem-estar humano. Esperamos que os legisladores e tomadores de decisão sejam sensíveis à necessidade de proteção legal de ecossistemas abertos da Mata Atlântica a fim de que as próximas gerações possam desfrutar de toda a diversidade de ecossistemas fundamentais para o nosso país.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos editores do Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão - série INMA, pelo convite. FAOS agradece o apoio financeiro da FAPEMIG. MPN e GCBB agradecem ao Instituto Estadual de Florestas (IEF) e ao Programa Pró Espécies, pelo apoio. Os excelentes comentários de dois revisores anônimos contribuíram substancialmente para a melhoria da qualidade do manuscrito.

REFERÊNCIAS

Bencke, G. A., Madeira, M. M., Perelló, L. F., Vélez-Martin, E., Mähler, J. K. F., Jr., Overbeck, G. E., Zulianello Alves, R. V., Medeiros, J. D., & Joner, F. (2025). State law threatens Brazil's high grasslands. *Science*, 389(6756), 134–135. <https://doi.org/10.1126/science.ady0101>

Bond, W. J. (2019). *Open ecosystems: Ecology and evolution beyond the forest edge*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198812456.001.0001>

Brazil Flora Group. (2015). Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. *Rodriguésia*, 66(4), 1085–1113. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566411>

Brazil Flora Group. (2018). Brazilian Flora 2020: Innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC). *Rodriguésia*, 69(4), 1513–1527. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201869402>

Buisson, E., Le Stradic, S., Silveira, F. A. O., Durigan, G., Overbeck, G. E., Fidelis, A., Fernandes, G. W., Bond, W. J., Hermann, J.-M., Mahy, G., Alvarado, S. T., Zaloumis, N. P., & Veldman, J. W. (2019). Resilience and restoration of tropical and subtropical grasslands, savannas, and grassy woodlands. *Biological Reviews*, 94(2), 590–609. <https://doi.org/10.1111/brv.12470>

de Paula, L. F. A., Forzza, R. C., Azevedo, L. O., Bueno, M. L., Solar, R. R. C., Vanschoenwinkel, B., & Porembski, S. (2021). Climatic control of mat vegetation communities on inselberg archipelagos in south-eastern Brazil. *Biological Journal of the Linnean Society*, 133(2), 604–623. <https://doi.org/10.1093/biolinnea/blab010>

de Paula, L. F. A., Forzza, R. C., Neri, A. V., Bueno, M. L., & Porembski, S. (2016). Sugar loaf land in south-eastern Brazil: A centre of diversity for mat-forming bromeliads on inselbergs. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181(3), 459–476. <https://doi.org/10.1111/boj.12383>

Fairhead, J., & Leach, M. (1996). *Misreading the African landscape: Society and ecology in a forest-savanna mosaic*. Cambridge University Press.

Grelle, C. E. V., Bayma, A. P., Paixão, L. R. L., Egler, M., Dala Senta, M. M., Jenkins, C. N., Uezu, A., Pellin, A., Martensen, A. C., Shirai, H., Soares, N., Lima, F., Fernandez, E., Pougy, N., Martinelli, G., Mesquita, C. A., Mantovani, M., Fernandez, F. A. S., Rheingantz, M. L., & Vieira, M. V. (2021). Conservation initiatives in the Brazilian Atlantic Forest. In M. C. M. Marques

- & C. E. V. Grelle (Eds.), *The Atlantic Forest: History, biodiversity, threats and opportunities of the mega-diverse forest* (pp. 421–449). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-55322-7_20
- Hopper, S. D. (2009). OCBIL theory: towards an integrated understanding of the evolution, ecology and conservation of biodiversity on old, climatically buffered, infertile landscapes. *Plant and Soil*, 322, 49–86. <https://doi.org/10.1007/s11104-009-0068-0>
- Hopper, S. D., & Lambers, H. (2009). Darwin as a plant scientist: a Southern Hemisphere perspective. *Trends in Plant Science*, 14(8), 421–435. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2009.06.004>
- Joly, C. A., Metzger, J. P., & Tabarelli, M. (2014). Experiences from the Brazilian Atlantic Forest: Ecological findings and conservation initiatives. *New Phytologist*, 204(3), 459–473. <https://doi.org/10.1111/nph.12989>
- Marques, M. C. M., & Grelle, C. E. V. (Eds.). (2021). *The Atlantic Forest: History, biodiversity, threats and opportunities of the mega-diverse forest*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-55322-7>
- Marques, M. C. M., Trindade, W., Bohn, A., & Grelle, C. E. V. (2021). The Atlantic Forest: An introduction to the megadiverse forest of South America. In M. C. M. Marques & C. E. V. Grelle (Eds.), *The Atlantic Forest: History, biodiversity, threats and opportunities of the mega-diverse forest* (pp. 3–23). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-55322-7_1
- Ministério do Meio Ambiente. (2024). *Encontro nacional sobre campos naturais brasileiros: Importância ambiental e articulação política – Relatório final*. WWF-Brasil; Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (Funbio). Projeto Pró-Espécies: Estratégia nacional para a conservação de espécies ameaçadas.
- Miola, D. T. B., Marinho, A. P., Dayrell, R. L. C., & Silveira, F. A. O. (2019). Silent loss: Misapplication of an environmental law compromises conservation in a Brazilian biodiversity hotspot. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 17(2), 84–89. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2019.04.001>
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. B., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853–858. <https://doi.org/10.1038/35002501>
- Neri, A. V., Borges, G. R. A., Meira-Neto, J. A. A., Magnago, L. F. S., Trotter, I. M., Schaefer, C. E. G. R., & Porembski, S. (2016). Soil and altitude drive diversity and functioning of Brazilian páramos (campo de altitude). *Journal of Plant Ecology*, 10(5), 771–779. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtw088>
- Nerlekar, A. N., & Veldman, J. W. (2020). High plant diversity and slow assembly of old-growth grasslands in southern Brazil. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(31), 18550–18556. <https://doi.org/10.1073/pnas.1922266117>
- Neves, D. M., Dexter, K. G., Pennington, R. T., Valente, A. S., Bueno, M. L., Eisenlohr, P. V., Castro, A. A. J. F., Nogueira, C., & Oliveira-Filho, A. T. (2017). Dissecting a biodiversity hotspot: The importance of environmentally marginal habitats in the Atlantic Forest domain of South America. *Diversity and Distributions*, 23(8), 898–909. <https://doi.org/10.1111/ddi.12565>
- Overbeck, G. E., Toma, T. S. P., da Silveira-Filho, R. R., Dechoum, M. S., Fonsêca, N. C., Grelle, C. E. V., Guimarães, A. F., Negreiros, D., Nunes, A. V., Oliveira, H. F. M., Pereira, C. C., Perillo, L. N., Rocha, T. C., Rodrigues, D. J., Roque, F. O., Streit, H., Pillar, V. D., & Fernandes, G. W. (2024). Brazil's natural grasslands under attack. *Science*, 384(6692), 168–169. <https://doi.org/10.1126/science.adp4923>
- Overbeck, G. E., Vélez-Martin, E., da Silva Menezes, L., Anand, M., Baeza, S., Carlucci, M. B., Dechoum, M. S., Durigan, G., Fidelis, A., Guido, A., Moro, M. F., Munhoz, C. B. R., Reginato, R., Rodrigues, R. S., Rosenfield, M. F., Sampaio, A. B., Barbosa da Silva, F. H., Silveira, F. A. O., Sosinski, E. E., ... Müller, S. C. (2022). Placing Brazil's grasslands and savannas on the map of science and conservation. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 56, 125687. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2022.125687>
- Overbeck, G. E., Vélez-Martin, E., Scarano, F. R., Lewinsohn, T. M., Fonseca, C. R., Meyer, S. T., Müller, S. C., Ceotto, P., Dadalt, L., Durigan, G., Ganade, G., Gossner, M. M., Guadagnin, D. L., Lorenzen, K., Jacobi, C. M., Weisser, W. W., & Pillar, V. D. (2015). Conservation in Brazil

- needs to include non-forest ecosystems. *Diversity and Distributions*, 21(12), 1455–1460. <https://doi.org/10.1111/ddi.12380>
- Pausas, J. G., & Bond, W. J. (2019). Humboldt and the reinvention of nature. *Journal of Ecology*, 107(3), 1031–1037. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13109>
- Pimenta, M. A., & Fonseca, A. (2021). To what extent are threatened plant species considered in environmental impact assessment processes in Brazil? *Environmental Impact Assessment Review*, 86, 106516. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106516>
- Pinto-Junior, H. V., Heringer, G., Diniz, É. S., Müller, L. A. D. C., Villa, P. M., Meira-Neto, J. A. A., & Neri, A. V. (2024). Biogeographic isolation and climate shape the evolutionary heritage of Neotropical inselbergs. *Global Ecology and Biogeography*, 33(8), e13860.
- 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. (2018). From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 16(4), 208–214. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2018.10.002>
- Ribeiro, K. T. & Freitas, L. (2010). Impactos potenciais das alterações no Código Florestal sobre a vegetação de campo rupestres e campos de altitude. *Biota Neotropica*, 10, 239–246.
- Roy, A., & Fleischman, F. (2022). The evolution of forest restoration in India: The journey from precolonial to India's 75th year of Independence. *Land Degradation & Development*, 33(10), 1527–1540. <https://doi.org/10.1002/ldr.4258>
- Safford, H. D. (1999). Brazilian Páramos I: An introduction to the physical environment and vegetation of the campos de altitude. *Journal of Biogeography*, 26(4), 693–712. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.1999.00313.x>
- Scarano, F. R. (2002). Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful sites marginal to the Brazilian Atlantic rain forest. *Annals of Botany*, 90(4), 517–524. <https://doi.org/10.1093/aob/mcf189>
- Silveira, F. A. O., Arruda, A. J., Bond, W. J., Durigan, G., Fidelis, A., Kirkman, K. P., Oliveira, R. S., Overbeck, G. E., Sansevero, J. B. B., Siebert, F., Siebert, S. J., Young, T. P., & Buisson, E. (2020a). Myth-busting tropical grassy biome restoration. *Restoration Ecology*, 28(5), 1067–1073. <https://doi.org/10.1111/rec.13202>
- Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Minas Gerais (2017). *Compensação pelo corte ou supressão de vegetação primária ou secundária nos estágios médio ou avançado de regeneração no bioma Mata Atlântica*. Instrução de Serviço 2/2017. https://semad.mg.gov.br/documents/d/semad/is_sisema_02_2017
- Silveira, F. A. O., Perillo, L. N., Carmo, F. F., Kamino, L. H. Y., Mota, N. F. O., Viana, P. L., Ranieri, B. D., Ferreira, M. C., Vial, L., Alvarenga, L. J., & Santos, F. M. G. (2020c). Vegetation misclassification compromises conservation of biodiversity and ecosystem services in Atlantic Forest ironstone outcrops. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 18(4), 238–242. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2020.10.001>
- Silveira, F. A. O., Ordóñez-Parra, C. A., Moura, L. C., Schmidt, I. B., Andersen, A. N., Bond, W. J., Buisson, E., Durigan, G., Fidelis, A., Oliveira, R. S., Parr, C. L., Rowland, L. M., Veldman, J. W., & Pennington, R. T. (2022b). Biome awareness disparity is BAD for tropical ecosystem conservation and restoration. *Journal of Applied Ecology*, 59(8), 1967–1975. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14060>
- Vanschoenwinkel, B., de Paula, L. F. A., Snoeks, J. M., Van der Stocken, T., Buschke, F. T., Porembski, S., & Silveira, F. A. O. (2025). The ecological and evolutionary dynamics of inselbergs. *Biological Reviews*, 100(2), 481–507. <https://doi.org/10.1111/brv.13150>
- Veldman, J. W., Overbeck, G. E., Negreiros, D., Mahy, G., Le Stradic, S., Fernandes, G. W., Durigan, G., Buisson, E., Putz, F. E., & Bond, W. J. (2015). Where tree planting and forest expansion are bad for biodiversity and ecosystem services. *BioScience*, 65(10), 1011–1018. <https://doi.org/10.1093/biosci/biv118>
- Walker, J., & Reddell, P. (2007). Retrogressive succession and restoration on old landscapes. In L. R. Walker, J. Walker, & R. J. Hobbs (Eds.), *Linking restoration and ecological succession*

(pp. 69–89). Springer.

https://doi.org/10.1007/978-0-387-35303-6_4

Walker, L. R., Wardle, D. A., Bardgett, R. D., & Clarkson, B. D. (2010). The use of chronosequences in studies of ecological succession and soil development. *Journal of Ecology*, 98(4), 725–736.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2010.01664.x>

Zuk, M. (2016). Temperate Assumptions: How where we work influences how we think. *The American Naturalist*, 188, S1–S7.

<https://doi.org/10.1086/687546>