



Flora ameaçada de extinção de uma região no sudeste brasileiro: registros em herbários virtuais

Jerônimo Schultz da Silva^{1*}

 <https://orcid.org/0009-0001-7169-448X>

* Contato principal

Rafael de Souza Mendes da Silva¹

 <https://orcid.org/0000-0002-8214-2699>

Angela Liberali Pinheiro¹

 <https://orcid.org/0000-0001-8066-6934>

Flávia Nogueira Pereira²

 <https://orcid.org/0009-0005-8539-9982>

Victor Navarro da Silva³

 <https://orcid.org/0000-0003-3636-2970>

Gabriela Cristina de Moraes Acciari²

 <https://orcid.org/0009-0008-5520-3741>

¹ Universidade Federal de Alfenas/UNIFAL, Alfenas/MG, Brasil. <jeronimo.silva@sou.unifal-mg.edu.br, rafael.souza@sou.unifal-mg.edu.br, angela.pinheiro@sou.unifal-mg.edu.br>.

² Sem afiliação, Brasil. <flavianpcb@gmail.com, gabimoraes29@hotmail.com>.

³ Fundação Jardim Botânico de Poços de Caldas/FJBPC, Poços de Caldas/MG, Brasil. <vicktor.navarro.2627@gmail.com>.

Recebido em 11/03/2025 – Aceito em 26/06/2025

Como citar:

Silva JS, Silva RSM, Pinheiro AL, Pereira FN, Silva VN, Acciari GCM. Flora ameaçada de extinção de uma região no sudeste brasileiro: registros em herbários virtuais. *Biodivers. Bras.* [Internet]. 2025; 15(3): 83-97. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v15i3.2815

Palavras-chave: Conservação da flora; listas vermelhas; impactos ambientais; Mata Atlântica.

RESUMO – A evolução tecnológica intensificou a exploração de recursos naturais, gerando impactos ambientais severos e ameaçando a biodiversidade global. As *Red Lists*, baseadas em critérios da IUCN, classificam as espécies em diversas categorias como criticamente em perigo (CR), em perigo (EN) e vulnerável (VU), sendo que essas definem um organismo como ameaçado de extinção. No Brasil, o Planalto de Poços de Caldas (PPC) destaca-se por sua biodiversidade única, mas enfrenta pressões como urbanização e silvicultura, ameaçando espécies vegetais raras. Plataformas digitais, como o Re flora Virtual Herbarium (RVH) e o SpeciesLink, têm revolucionado a identificação botânica e a conservação, facilitando a disseminação de dados e apoiando pesquisas sobre espécies ameaçadas. Este trabalho teve como objetivo geral identificar espécies da flora brasileira ameaçadas no PPC por meio de plataformas digitais vinculadas a herbários, classificando-as por grau de ameaça, taxonomia e *habitat* visando subsidiar estratégias de conservação. Os resultados revelaram a presença de 39 espécies ameaçadas de extinção, sete classificadas como CR. Isso demonstra a necessidade de estratégias para a conservação da flora do PPC, que podem incluir ações como a instauração de unidades de conservação e o controle da propagação de espécies exóticas.

Endangered flora of a region in Southeast Brazil: records in virtual herbariums

Keywords: Flora conservation; red list; environmental impact; Atlantic Forest.

ABSTRACT – As the industrial revolution took place, technological development increased depletion of natural resources, contributing to environmental degradation and threatening global biodiversity. In this sense, the IUCN Red List is a key indicator of the world's biodiversity. Species are classified into one of several Red List Categories, including critically endangered (CR), endangered (E), and vulnerable (VU). Each one of these groups is known as the threatened categories. The Poços de Caldas Plateau (PPC), located in Brazil, is distinguished for its unique biodiversity, however, pressures such as urbanization and silviculture threaten rare plant species. Digital platforms, such as the *Reflora Virtual Herbarium* (RVH) and *SpeciesLink*, have revolutionized botanical identification and conservation, facilitating data dissemination and supporting research on endangered species. The goal of this study was to identify the extinction risk of Brazilian plant species in the PPC using digital platforms linked to herbaria, classifying them by threat level, taxonomy, and habitat. A total of 39 threatened species were found, with seven species classified as critically endangered. The research aimed to fill knowledge gaps and contribute to the preservation of local biodiversity.

Flora en peligro de extinción de una región del sudeste de Brasil: registros en herbarios virtuales

Palabras clave: Conservación de la flora; listas rojas; impactos ambientales; Mata Atlántica.

RESUMEN – La evolución tecnológica ha intensificado la explotación de los recursos naturales, generando impactos ambientales severos y amenazando la biodiversidad global. Las Listas Rojas, basadas en criterios de la UICN, clasifican las especies en diversas categorías como en peligro crítico (CR), en peligro (EN) y vulnerable (VU), definiendo así a un organismo como amenazado de extinción. En Brasil, el Planalto de Poços de Caldas (PPC) se destaca por su biodiversidad única, pero enfrenta presiones como la urbanización y la silvicultura, que amenazan especies vegetales raras. Plataformas digitales como el *Reflora Virtual Herbarium* (RVH) y *SpeciesLink* han revolucionado la identificación botánica y la conservación, facilitando la difusión de datos y apoyando investigaciones sobre especies amenazadas. Este estudio tuvo como objetivo general identificar especies de la flora brasileña amenazadas en el PPC a través de plataformas digitales vinculadas a herbarios, clasificándolas según su grado de amenaza, taxonomía y hábitat, con el fin de respaldar estrategias de conservación. Los resultados revelaron la presencia de 39 especies en peligro de extinción, siete de ellas clasificadas como CR. Esto demuestra la necesidad de estrategias para la conservación de la flora del PPC, que pueden incluir la creación de unidades de conservación y el control de la propagación de especies exóticas.

Introdução

O avanço tecnológico da humanidade, especialmente desde a Revolução Industrial, resultou em um aumento exponencial na exploração de recursos naturais, causando severos impactos ambientais negativos [1][2]. Sabe-se que esses impactos têm produzido profundas ameaças à biodiversidade em todo o mundo, mais que as causas naturais [3]. Para se ter ideia das dimensões

desse dilema, de acordo com o último relatório da International Union for Conservation of Nature (IUCN), aproximadamente 36 mil espécies de seres vivos estão sob ameaça de extinção, o que é cerca de 28% do número total analisado pela organização [4].

Quanto à flora, o Brasil apresenta um dos maiores números de plantas em risco de extinção: estima-se que 28,78% das plantas vasculares endêmicas possuam algum grau de ameaça [5][6].

Nesse contexto, as plantas, fundamentais para a vida, são intensamente prejudicadas com atividades humanas, como a urbanização e invasão por espécies exóticas [7]. Um dos biomas brasileiros mais afetados por essas ações é a Mata Atlântica, que mesmo sendo um importante *hotspot* de diversidade mundial [8], apresenta apenas cerca de 12% de sua cobertura original remanescente [9]. Desse modo, há o isolamento de populações de espécies e redução da sua sobrevivência, a diminuição da oferta de serviços ecossistêmicos e a piora das mudanças climáticas [10][11][12].

Diante disso, listas têm sido criadas ao redor do mundo, sobre espécies com algum grau de ameaça de extinção, auxiliando no reconhecimento e conservação da biodiversidade. As chamadas *Red Lists* geralmente utilizam um método desenvolvido pela IUCN para a determinação da ameaça de extinção [13][14], o qual é baseado em uma avaliação que segue alguns critérios, como a distribuição geográfica e o declínio populacional de determinada espécie [15][6]. A partir dos resultados da avaliação, um táxon pode ser classificado como extinto (EX), extinto na natureza (EW), criticamente em perigo (CR), em perigo (EN), vulnerável (VU), quase ameaçado (NT), menos preocupante (LC) ou dados deficientes (DD). Dentre os grupos supracitados, três se enquadram efetivamente nas classes descritas como ameaçadas de extinção: CR, EN e VU [16].

Localizado no sudeste brasileiro e inserido no Domínio Atlântico, o Planalto de Poços de Caldas (PPC) destaca-se por sua biodiversidade única e pela ocorrência de espécies vegetais raras, resultantes de características físicas singulares, como clima, geologia e altitude. Contudo, atividades humanas como a urbanização e a silvicultura têm causado impactos crescentes sobre os ecossistemas locais, arriscando a sobrevivência de diversas espécies, inclusive táxons já classificados em diferentes riscos de extinção [17][18].

Assim, os levantamentos da flora ameaçada do PPC são valiosos para o direcionamento eficiente de recursos para a conservação ambiental, além de elucidar lacunas na literatura acerca de determinados grupos vegetais, podendo então instigar pesquisas para esses conjuntos. Além disso, este tipo de lista de espécies ameaçadas pode suscitar a formulação de legislações locais específicas para orientar políticas públicas e ações de conservação ambiental, a exemplo da Resolução nº 80 do Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONEMA) do Estado do Rio de Janeiro que protege as espécies de sua flora endêmica ameaçada [19].

As plataformas digitais tornaram-se essenciais para a ciência, promovendo a difusão do conhecimento, facilitando colaborações e a internacionalização das informações [20]. Mais especificamente, os herbários digitais têm transformado a identificação botânica através da construção e disseminação de dados de forma rápida, dinâmica e interativa, apoiando estudos taxonômicos que requerem terminologia complexa e conhecimento especializado [21]. Os herbários digitais, como o Reflora Virtual Herbarium (RVH), têm a conservação vegetal entre os seus principais objetivos, mantendo uma lista digital da flora e contribuindo para multiplicar informações sobre plantas ameaçadas de extinção. Entre 2010 e 2017, aproximadamente 50% das pesquisas que utilizaram os dados do RVH apresentavam relevância para a conservação. Ainda, outra parcela das pesquisas teve foco em aumentar a compreensão sobre espécies raras/ameaçadas [22].

Por fim, é importante ressaltar que, no Brasil, mesmo que haja lacunas no uso das *Red Lists*, como a falta de critérios claros para categorizar os graus de ameaça em diferentes níveis geográficos, tais catálogos são fundamentais para direcionar recursos em direção à conservação da flora. Além disso, a inclusão de espécies em uma *Red List* deve ser vista como o início da conservação, não como seu fim [23].

Diante do exposto, pressupõe-se que herbários digitais contêm um número substancial de táxons ameaçados para o PPC, devido à sua singularidade e conflitos ambientais em curso. Desse modo, o objetivo geral deste trabalho foi identificar, por meio de herbários digitais associados a dados nacionais e internacionais, espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção com registros no PPC, visando subsidiar estratégias de conservação e preencher lacunas de conhecimento sobre a biodiversidade local. Já os objetivos específicos foram: (i) classificar os registros de espécies encontrados de acordo com grau de ameaça, taxonomia e *habitat*; (ii) analisar e discutir as principais causas das ameaças e pressões sobre a flora do PPC; e (iii) discutir propostas de conservação da biodiversidade local, com base nos dados categorizados e nas causas das pressões identificadas.

Material e Métodos

Área de estudo

O PPC é uma formação geomorfológica localizada no sul de Minas Gerais e no nordeste do estado de São Paulo. Abrange uma área de

aproximadamente 800 km² e parcelas substanciais dos municípios de Águas da Prata, Andradás, Caldas e Poços de Caldas [24] (Figura 1). O clima local é caracterizado por verões quentes e úmidos, contrastando com invernos secos e amenos, apresentando temperatura média anual em torno de 17°C e precipitação média anual de aproximadamente 1.747,7 mm [25][26]. Segundo a classificação climática de Köppen, adaptada por Alvares et al. [27], a maior parte da região dos municípios citados enquadra-se na classe Cwa (clima subtropical com verões quentes). No entanto, os topos montanhosos da área estudada – que compõem o interior do PPC – são classificados como Cwb, caracterizado por verões mais brandos e influência altitudinal sobre os padrões térmicos e pluviométricos [27].

O solo é composto principalmente pelos tipos Cambissolos Háplicos e Neossolos Regolíticos [28]. Já a geologia caracteriza-se por um relevante maciço alcalino que se originou, provavelmente, pela passagem da Placa Tectônica Sul-Americana por uma anomalia térmica na astenosfera, iniciando uma intrusão ígnea há cerca de 89 milhões de anos, transformando a topografia local em uma forma assemelhada a um domo, o qual posteriormente foi abatido, gerando um dique anelar. Desse modo, atualmente, no PPC são abundantes rochas ígneas como foiaito, fonolito e tinguaíto. O dique anelar apresenta-se na forma de um planalto circular rodeado por serras que atingem cerca de 1700 m, com um interior de relevo parcamente acidentado com altitudes menores, atingindo em média cerca de 1300 m [24][29][30][31].

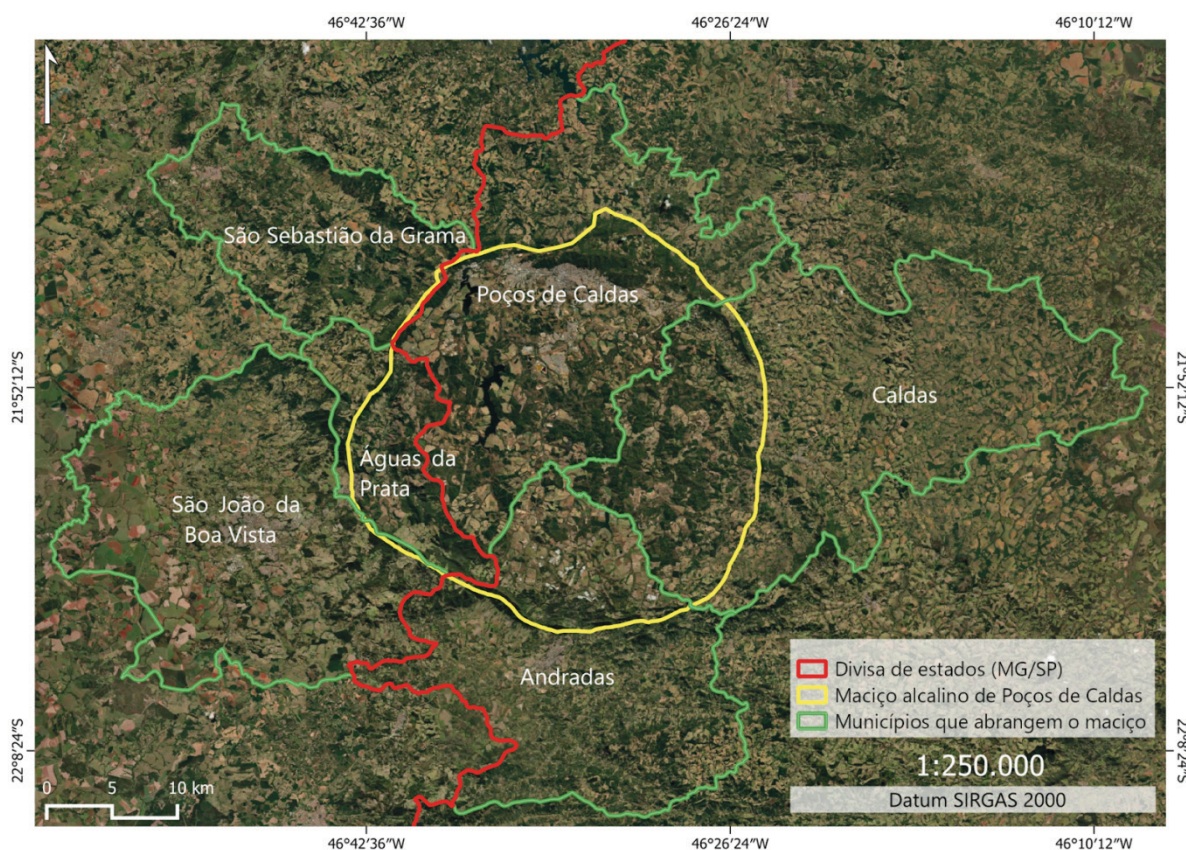


Figura 1 – Limite do maciço alcalino de Poços de Caldas, em conjunto com os limites dos municípios que o abrange. Fonte: autores, com base em dados do IBGE e ESRI Satellite.

Por sua vez, a vegetação expõe fisionomias florestais (Estacional Semidecidual, Ombrófila e Ombrófila Mista), e também campestres (os campos de altitude). As Florestas Estacionais Semidecíduais

são caracterizadas sobretudo pela semideciduidade das folhas, influenciada por climas tropicais com seca intensa e chuvas de verão ou subtropicais com inverno frio. Há a dominância de gêneros amazônicos,

amplamente distribuídos no território brasileiro; além disso, as árvores possuem gemas que as protegem das secas e folhas esclerófilas ou membranáceas, com 20% a 50% dos indivíduos caducifólios. A Floresta Ombrófila, tipo de vegetação que ocorre em partes específicas do PPC, é caracterizado por fanerófitos – subformas de vida macro, e mesofanerófitos, além de lianas lenhosas e epífitas em abundância, que o diferenciam das outras classes de formações. Porém, sua característica ecológica principal reside nos ambientes ombrófilos que marcam muito a “região florística florestal”. Assim, a característica ombrotérmica da Floresta Ombrófila Densa está presa a fatores climáticos tropicais de elevadas temperaturas (médias de 25 °C) e de alta precipitação, bem distribuída durante o ano (de zero a sessenta dias secos), o que determina uma situação bioecológica praticamente sem período biologicamente seco [32]. Já a Floresta Ombrófila Mista, também chamada de “mata de araucária”, é típica do Planalto Meridional, mas com refúgios nas Serras do Mar e Mantiqueira. No passado, se estendia mais ao norte, com fósseis de coníferas encontradas no nordeste e no sul do Planalto. Sua flora é composta principalmente por gêneros como *Araucaria* e *Podocarpus* [33].

Por fim, os campos de altitude são ecossistemas de localização restrita e bastante sensíveis à ligeiras alterações ambientais, localizados em áreas elevadas e com relevo montanhoso. São dominados por gramíneas e arbustos espaçados de diversas famílias, e representam formações de grande valor ecológico [18]. Além disso, de acordo com o Manual Técnico da Vegetação Brasileira do IBGE, no sistema de classificação proposto por Joseph Burtt-Davy, seguindo critérios climáticos ou terminológicos prioritários e integrando conceitos pedoclimáticos, destacam-se as formações herbáceas, como os campos de altitude, caracterizados por sua composição vegetal e adaptação a condições ambientais específicas [32].

Levantamento das espécies

A metodologia adotada para o levantamento das espécies vegetais ameaçadas de extinção do Planalto de Poços de Caldas baseou-se na análise de coleções botânicas previamente identificadas e armazenadas em herbários digitais, como o SpeciesLink e o JABOT, que são ferramentas essenciais para a conservação da flora ameaçada [34]. O SpeciesLink foi desenvolvido pelo Centro de Referência em Informação Ambiental, que

promove o acesso livre a dados de biodiversidade [35], e o JABOT é um sistema de gerenciamento de coleções botânicas de herbários e centros de pesquisa, de propriedade do Jardim Botânico do Rio de Janeiro [36]. Esses herbários digitais integram bancos de dados vinculados a instituições nacionais e internacionais. Para este estudo, as informações foram obtidas principalmente do acervo do Herbário Anders Fredrik Regnell (AFR), localizado no PPC.

A busca nas plataformas virtuais mencionadas foi realizada em etapas, com a seleção dos registros baseada em critérios de representatividade para a fitogeografia da região. No SpeciesLink, aplicou-se o filtro ‘espécies ameaçadas (Brasil)’, selecionando as classificações de grau de ameaça CR, EN e VU. Em seguida, no filtro ‘Município’, foram inseridas as cidades que compõem a área de estudo (Águas da Prata, Andradas, Caldas e Poços de Caldas). Posteriormente, verificou-se se os registros estavam dentro das delimitações do Planalto de Poços de Caldas (Figura 1), utilizando a visualização no mapa e as descrições de coordenadas presentes em cada material testemunho. Como ferramenta complementar, empregou-se a plataforma JABOT, onde a busca foi conduzida de forma semelhante, utilizando os filtros de localidade e a confirmação no mapa. Adicionalmente, para todos os registros de espécies ameaçadas encontrados, foi verificado se a coleta do material ocorreu efetivamente em ambientes naturais. O levantamento foi realizado entre outubro de 2024 e janeiro de 2025, seguido pela revisão de cada espécie.

A categorização dos grupos taxonômicos foi realizada conforme o sistema APG IV [37], as nomenclaturas científicas foram revisadas e atualizadas, seguindo o projeto Flora e Funga do Brasil 2020 [38]. Adicionalmente, os graus de ameaça de cada espécie foram validados com base nas diretrizes da União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais [16] e o Centro Nacional de Conservação da Flora [39]. A determinação da fitofisionomia, referente ao local de origem de cada registro, utilizou a descrição dos materiais testemunhos e, posteriormente, a visualização no mapa aplicando a ferramenta Google Earth.

Resultados e Discussão

Status de Ameaça e Taxonomia

Os resultados do presente estudo revelaram a presença de 39 espécies ameaçadas de extinção,

sendo: sete classificadas como criticamente ameaçada (CR) (*Anthaenantiopsis fiebrigii* Parodi, *Araucaria angustifolia* [Bertol.] Kuntze, *Chusquea tenuiglumis* Döll, *Cyrtopodium lamellaticallosum* J.A.N.Bat. & Bianch., *Gymnopogon doellii* Boechat & Valls, *Merostachys abadiana* Send. e *Merostachys scandens* Send.), indicando risco iminente de extinção; 15 em perigo (EN); e 17 como vulnerável (VU) (Tabela 1) (Figura 2).

Um fator observado foi a disparidade no número de espécies avaliadas pelo Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora) e pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), onde, das 39 espécies encontradas (Tabela 1), todas têm dados fornecidos pelo CNCFlora e apenas dez foram avaliadas pela IUCN. Diante disso, é visto que instituições nacionais como CNCFlora desempenham papel crucial na avaliação de espécies ameaçadas no Brasil. Essas organizações analisam o estado de conservação de plantas em áreas protegidas, fornecendo dados essenciais para compreender e preservar a flora [40]. Apesar deste estudo ter encontrado um número superior de espécies avaliadas pela CNCFlora em comparação com a IUCN, é relevante salientar que, no total, a IUCN já avaliou 150.388 espécies de plantas até o presente

momento, enquanto a CNCFlora avaliou 7.830 espécies de plantas [41]. A discrepância de valores observada neste estudo pode ser justificada pelo fato de que as Listas Vermelhas Nacionais selecionam quais espécies de plantas serão avaliadas com base em diversos critérios, tais como: raridade, relevância cultural, diminuição populacional, prioridade de preservação, entre outros [42]. Nesse cenário, a CNCFlora se concentra em espécies endêmicas. Das 7.830 espécies avaliadas, 6.000 são classificadas como espécies endêmicas nacionais [41]. Todavia, embora bem elaborada, a Lista Vermelha do CNCFlora revela deficiências de dados, com muitas espécies ainda não avaliadas quanto ao seu risco de extinção [43]. Além disso, existe divergência na classificação entre as organizações para algumas espécies como *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze e *Annona parviflora* (A.St.-Hil.) H.Rainer em função de diferentes formas de avaliação e na escala de análise. Outro aspecto a levar em consideração é que na avaliação nacional espera-se que o nível de ameaça de uma espécie esteja em uma categoria mais elevada uma vez que a distribuição geográfica de uma subpopulação será reduzida, tornando-a mais suscetível a riscos de extinção quando comparadas com uma população global [44].

Tabela 1 – Lista de espécies ameaçadas da flora do Planalto de Poços de Caldas/MG.

Família	Táxon	Cat. de ameaça MMA (2022)	Cat. de ameaça IUCN (2025)	Registro	Data	Fitofisionomia
Poaceae	<i>Anthaenantiopsis fiebrigii</i> Parodi	CR	NE	AFR3592	2018	CA
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	EN	CR	AFR0107	2017	FOM
Poaceae	<i>Chusquea tenuiglumis</i> Döll	CR	NE	AFR2512	2016	FES
Orchidaceae	<i>Cyrtopodium lamellaticallosum</i> J.A.N.Bat. & Bianch.	CR	NE	AFR7112	2024	CA
Poaceae	<i>Gymnopogon doellii</i> Boechat & Valls	CR	NE	CEN00005372	1981	CA
Poaceae	<i>Merostachys abadiana</i> Send.	CR	NE	UEC22581	1980	FES
Poaceae	<i>Merostachys scandens</i> Send.	CR	NE	US2916202	1980	FES
Orobanchaceae	<i>Agalinis ramulifera</i> Barringer	EN	NE	UEC23607	1980	CA
Bignoniaceae	<i>Anemopaegma arvense</i> (Vell.) Stellfeld ex de Souza	EN	NE	AFR7122	2024	CA
Annonaceae	<i>Annona parviflora</i> (A.St.-Hil.) H.Rainer	VU	EN	FUEL11183	1980	-
Apocynaceae	<i>Aspidosperma parvifolium</i> A.DC.	EN	EN	AFR62	2011	FO

Família	Táxon	Cat. de ameaça MMA (2022)	Cat. de ameaça IUCN (2025)	Registro	Data	Fitofisionomia
Apocynaceae	<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll.Arg.	NT	EN	UEC 70652	1990	FES
Poaceae	<i>Axonopus monticola</i> G.A. Black	EN	NE	AFR5966	2023	CA
Pteridaceae	<i>Cheilanthes regnelliana</i> Mett.	EN	NE	BHCB111629	2007	AR
Euphorbiaceae	<i>Croton hemiargyreus</i> Müll.Arg.	EN	EN	SP0392151	2007	FO
Dicksoniaceae	<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	EN	NE	AFR6853	2023	FO
Asteraceae	<i>Hoehnephytum almasense</i> D.J.N.Hind	EN	NE	IPA88796	1980	CA
Fabaceae	<i>Mimosa thomista</i> Barneby	EN	NE	FUEL14104	1981	CA
Myrtaceae	<i>Neomitranthes gracilis</i> (Burret) N.Silveira	EN	NE	UEC58115	1990	FES
Lauraceae	<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	EN	NE	AFR7256	2025	FES
Piperaceae	<i>Piper oblancifolium</i> Yunck.	EN	NE	NY251540	1944	-
Asteraceae	<i>Dasyphyllum leptacanthum</i> (Gardner) Cabrera	EN	NE	UEC20337	1980	CA
Anemiaceae	<i>Anemia blechnoides</i> Sm.	VU	NE	BHCB32055	1996	FES
Annonaceae	<i>Annona parviflora</i> (A.St.-Hil.)	VU	EN	FUEL 11183	1980	-
Asteraceae	<i>Baccharis lychnophora</i> Gardner	VU	NE	HUFU7759	2016	CA
Orchidaceae	<i>Brachystele camporum</i> (Lindl.) Schltr.	VU	NE	SP35154B	1940	CA
Orchidaceae	<i>Cattleya tigrina</i> A.Rich.	VU	NE	SP5342	1921	-
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	VU	VU	ESA135890	2014	-
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	VU	VU	AFR6757	2023	FES
Lythraceae	<i>Diplusodon villosissimus</i> Pohl	VU	NE	AFR7270	2025	CA
Arecaceae	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	VU	LC	AFR5719	2022	FO
Orchidaceae	<i>Grandiphyllum divaricatum</i> (Lindl.) Docha Neto	VU	NE	UEC25805	1981	AR
Orchidaceae	<i>Habenaria achalensis</i> Kraenzl.	VU	NE	BHCB132513	2009	CA*
Amaryllidaceae	<i>Hippeastrum morelianum</i> Lem..	VU	NE	AFR6748	2023	AR
Orchidaceae	<i>Isabelia virginialis</i> Barb.Rodr.	VU	NE	AFR6263	2023	FOM
Fabaceae	<i>Mimosa paucifolia</i> Benth.	VU	NE	IPA14984	1965	CA
Myrtaceae	<i>Myrcia diaphana</i> (O.Berg) N.Silveira	NT	VU	ESAL18839	-	FO
Amaryllidaceae	<i>Zephyranthes irwiniana</i> (Ravenna) Nic. García	VU	NE	AFR6844	2023	CA
Bignoniaceae	<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	NT	VU	UEC68830	1992	FES

Revisão de grau de ameaça: Lista Vermelha da IUCN (IUCN Red List 2025), e Ministério do Meio Ambiente (MMA) a partir da Lista elaborada pelo Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora 2025). Classificação do status de conservação: CR = criticamente em perigo; EN = em perigo; VU = vulnerável; NT = quase ameaçada; LC = pouco preocupante; NE = não avaliada; EN = em perigo; VU = vulnerável; NT = quase ameaçada; LC = pouco preocupante; e NE = não avaliada. Fitofisionomias: AR = afloramento rochoso; CA = campo de altitude; campo de altitude alagado (CA* Floresta Estacional Semidecidual (FES); Floresta Ombrófila (FO); Floresta Ombrófila Mista (FOM). Fonte: tabela dos autores, 2025.

Esses dados reforçam a necessidade urgente de ações de conservação, especialmente considerando que muitas dessas espécies têm registros históricos antigos, sugerindo um declínio populacional significativo ou mesmo extinção local [12][6]. Por exemplo, espécies como *Cattleya tigrina* A.Rich. e *Brachystele camporum* (Lindl.) Schltr. possuem registros datados de 1921 e 1940, respectivamente, sem registros recentes que confirmem sua ocorrência atual na região. Outros registros históricos incluem *Piper oblancifolium* Yunc., com último registro em 1944, e *Mimosa paucifolia* Benth., registrada pela última vez em 1965. Espécies como *Merostachys abadiana* Send. e *Merostachys scandens* Send., sendo essas Criticamente em Perigo (CR), também foram observadas pela última vez há várias décadas, em 1980. A ausência de registros mais recentes para essas espécies evidencia a necessidade urgente de reavaliações em campo e monitoramento contínuo para confirmar sua ocorrência atual na região.

Adicionalmente, Ferreira et al. [45] destacam que mesmo que haja a possibilidade de extinção local dessas espécies, a categorização como extinta (EX) deveria ser evitada e as espécies teriam de ser classificadas como CR com um asterisco (CR*) para indicar uma possível extinção. Essa ação assegura a continuidade da proteção legal das espécies e a implementação de novas medidas de conservação [45].

A análise taxonômica destacou as famílias botânicas Orchidaceae e Poaceae como as mais representativas entre as espécies ameaçadas, com seis espécies cada, seguida de Asteraceae com três espécies (Figura 2). Essa predominância sugere que essas famílias são particularmente suscetíveis às modificações ambientais ocorridas na região, como a fragmentação de *habitat*, focos de incêndio e a invasão de espécies exóticas [46][45][47], exigindo esforços específicos para sua proteção.

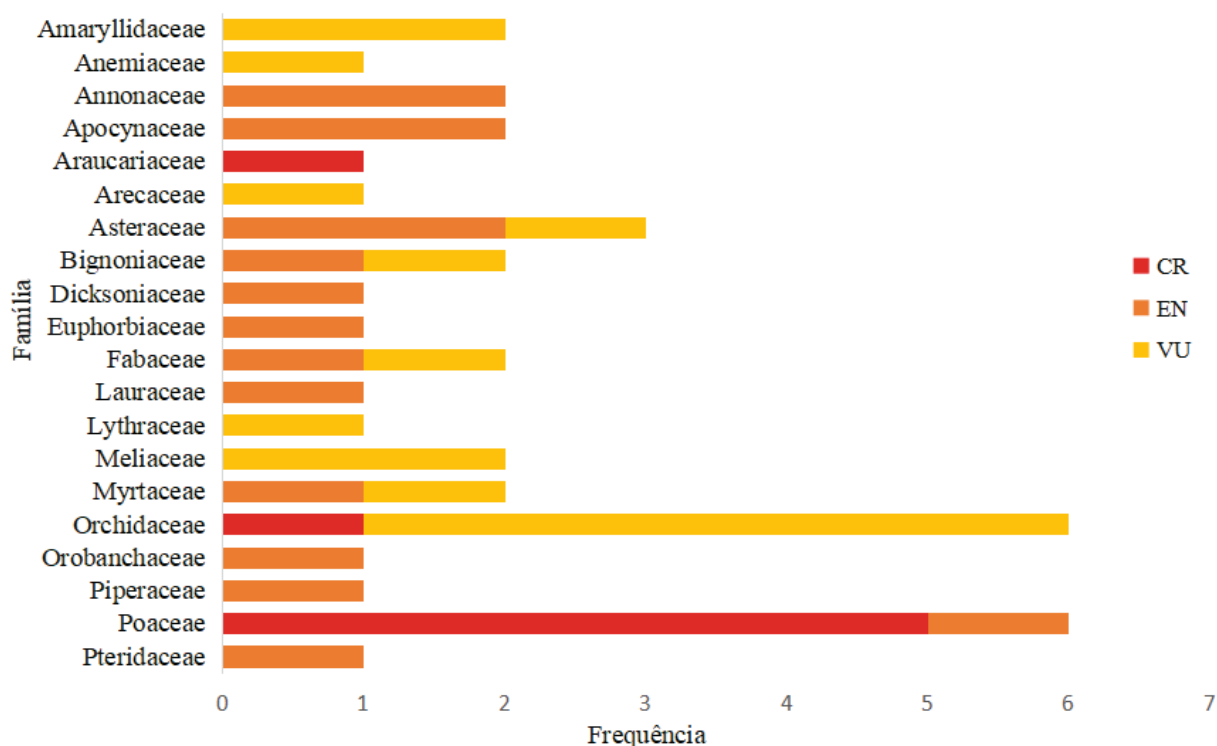


Figura 2 – Gráfico de barras horizontais representando a frequência das espécies vegetais ameaçadas de extinção do Planalto de Poços de Caldas (PPC) por família, em relação às suas classes de ameaça. Classificação do status de conservação: CR = criticamente em perigo; EN = em perigo; VU = vulnerável. Fonte: figura dos autores, 2025

Habitat

Em termos de *habitat*, as espécies ameaçadas estão distribuídas em diferentes formações vegetais, com predominância nas formações florestais, que abriga 21 espécies. Dentre as espécies registradas foi verificado suas ocorrências nas fitofisionomias de Floresta Estacional Semidecidual (nove espécies), Floresta Ombrófila (cinco espécies) e Floresta Ombrófila Mista (duas espécies). As áreas campestres foram o segundo ambiente mais relevante, com dezoito espécies, ocupando principalmente os campos de altitude, onde também estão inseridos Campos Alagados e Afloramentos Rochosos. Além disso, quatro espécimes não puderam ter a caracterização da sua fitofisionomia devido à falta de informações no material testemunho ou alterações. Os resultados, em termos de *habitat*, ressaltam a importância de conservar áreas florestais e campestres no PPC, dada a relevância de ambas as formações para a manutenção da biodiversidade local. É importante destacar que autores como Kessous et al. [48] sugerem que o Planalto de Poços de Caldas pode ser uma formação única com campos nativos que se desenvolveram de formas distintas, afetando a diversidade de plantas e o endemismo, o que reforça a relevância da área.

Um aspecto relevante a ser destacado é que o Plano Diretor Municipal de Poços de Caldas, cidade que dá nome ao planalto homônimo, estabelece uma proteção ambiental significativamente maior para as formações florestais em comparação às áreas campestres. Conforme Fonseca et al. [49], no interior do perímetro urbano de Poços de Caldas, o percentual de áreas de vegetação nativa protegidas para formações florestais é 4,3 vezes superior ao destinado às formações campestres. Esse percentual protetivo, combinado com a distribuição de espécies de extinção, identificadas por nossa metodologia, ressaltam a importância de conservar áreas florestais e, principalmente, as campestres no PPC, especialmente considerando que os campos de altitude são ecossistemas sensíveis e pouco valorizados, apesar de abrigarem uma grande diversidade de espécies ameaçadas.

Outro ponto que sustenta essa demanda é a alta especialização das espécies encontradas nos campos de altitude para a sobrevivência em seu *habitat*. Isso é evidenciado pelo elevado endemismo encontrado nos locais de ocorrência desses ecossistemas, o que reforça a necessidade de esforços de conservação direcionados [50].

Causalidade do risco de extinção

No que se refere às causas do risco de extinção das espécies em formações florestais, em particular no bioma Mata Atlântica, no qual está inserido o PPC, destacam-se a perda de *habitat* decorrente da expansão agropecuária, do crescimento urbano e do desenvolvimento da indústria de base florestal. Ademais, é relevante ressaltar que, no caso das formações florestais, a maior intensidade de redução de sua cobertura vegetal, em decorrência de atividades antrópicas, ocorreu durante o século XX, impulsionada pelo expressivo crescimento populacional brasileiro, concentrado principalmente na região leste do país, onde se localiza o bioma Mata Atlântica. Contudo, no final do mesmo século, com o aumento da conscientização ambiental e a consequente promulgação de legislações protetivas, como a Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998), observou-se uma redução significativa nas taxas de desmatamento desse bioma [51][52].

Por outro lado, no contexto das formações campestres do PPC, as principais pressões incluem a expansão imobiliária, a invasão por gramíneas exóticas, a silvicultura e a mineração. Atualmente, diferente das formações florestais da Mata Atlântica, que apresentaram redução nas taxas de desmatamento, as formações campestres do PPC têm enfrentado perdas expressivas de suas áreas, principalmente devido à desinformação, à desvalorização desses ecossistemas e a interesses econômicos predatórios [25][17][18].

Durante outras atividades realizadas, foram constatadas alterações significativas em grande parte dos ambientes onde foram coletados os materiais testemunho. Como exemplo, destaca-se a espécie *Cheilanthes regnelliana* Mett., coletada em Caldas/MG, em uma área atualmente ocupada por um plantio de *Eucalipto* sp. Registros de *Zeyheria tuberculosa* (Vell.) Bureau ex Verl. e *Anemia blechnoides* Sm., coletados em Águas da Prata/SP, foram realizados em uma área que hoje se caracteriza como pastagem, após a supressão da floresta original. Outro fator relevante para o declínio populacional de espécies vegetais é a urbanização, conforme evidenciado pelos registros de *Grandiphyllum divaricatum* (Lindl.) Docha Neto, *Hoehnephytum almasense* D.J.N.Hind e *Mimosa thomista* Barneby, coletados em Poços de Caldas/MG, em uma área de Campo de Altitude que atualmente corresponde a um bairro residencial (bairro Santa Rosália). Esses exemplos ilustram a transformação drástica dos *habitat* naturais e seus impactos sobre a biodiversidade.

Estratégias atuais para a conservação da flora ameaçada do PPC

Diante da elevada pressão antrópica sobre a flora ameaçada do Planalto de Poços de Caldas, a implementação de estratégias eficazes de conservação é essencial. Uma abordagem prioritária é a adoção do Plano de Ação Nacional para a Conservação das Espécies Ameaçadas de Extinção (PANs), instrumento do Programa Nacional de Conservação das Espécies Ameaçadas de Extinção (Pró-Espécies), instituído pela Portaria MMA nº 43/2014 [53]. Esses planos são elaborados de forma participativa e orientam ações locais para mitigar riscos e restaurar populações vegetais.

A expansão de espécies exóticas invasoras representa um dos desafios mais críticos na conservação biológica, agravando os riscos de extinção de espécies vegetais já classificadas como Criticamente em Perigo (CR) [54]. No PPC, o aumento descontrolado de *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D.Webster (capim-braquiária), *Melinis minutiflora* (P.Beauv.) (capim-gordura) e *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (leucena) são observados na área de estudo pela equipe de campo da Fundação Jardim Botânico de Poços de Caldas (FJBPC). A problemática relacionada a esse avanço está diretamente associada aos impactos nas interações bióticas e abióticas, visto que elas alteram a estrutura do solo e competem diretamente com espécies nativas por recursos como água, luz e nutrientes [55][56].

As gramíneas exóticas possuem alta capacidade de dispersão e adaptação, formando densos tapetes que suprimem a regeneração natural de plantas endêmicas [57], como *Anthraenantiopsis fiebrigii*, classificada como CR.

As espécies invasoras são consideradas a segunda maior causa de extinção de espécies no planeta. Além da competição, essas espécies modificam os regimes de perturbação natural, aumentando a frequência e intensidade de incêndios devido ao acúmulo de biomassa seca [55]. Para reduzir a dominância das espécies invasoras, estratégias eficazes devem incluir o manejo integrado, que combina remoção mecânica e controle biológico (e.g., uso de fungos fitopatogênicos específicos), juntamente com a restauração ativa utilizando espécies nativas resilientes que demonstram capacidade de competição com exóticas em áreas degradadas, além do monitoramento contínuo via plataformas digitais para mapear o avanço das invasões e direcionar ações de controle [58][57][59].

Além disso, políticas públicas de prevenção, como a implementação e monitoramento de corredores ecológicos, são essenciais para evitar novas invasões. Segundo Marques et al. [60], esses corredores conectam fragmentos naturais, fortalecem a resiliência das espécies nativas e dificultam a expansão de invasores. Nesse contexto, vem sendo implementado em âmbito nacional a Estratégia Nacional para Espécies Exóticas Invasoras instituída pela Portaria MMA 03/2018, vinculada aos PANs, que tem foco nas espécies que ameaçam ou impactam a diversidade biológica, considerando uma visão integrada com outros setores que também são afetados em função de prejuízos econômicos, questões de saúde e impactos sociais e culturais [54].

Outra forma de amenizar os impactos causados pelas ações antrópicas sobre as comunidades dos ecossistemas é a partir da instauração de unidades de conservação (UCs). Inventários florísticos, como realizado neste trabalho, e as suas atualizações periódicas, são ferramentas essenciais para a conservação da biodiversidade e para avaliação de áreas destinadas à implementação de UCs [61]. Unidades bem manejadas atuam como refúgios para espécies ameaçadas e auxiliam na manutenção de serviços ecossistêmicos [62]. Além desses objetivos, segundo o Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC) [63] as UCs buscam proteger a diversidade da flora e fauna, por meio de adoção de práticas voltadas à conservação, incentivo à pesquisa e à educação ambiental. No entanto, a distribuição dessas áreas deve considerar os padrões de ocorrência das espécies, garantindo a inclusão de formações campestres, frequentemente negligenciadas nas políticas de conservação [64][49]. A participação da população local, com a sua conscientização e o entendimento dos valores botânicos presentes nessas áreas, ajudam a promover medidas de proteção e de conservação dessas espécies [65].

A criação de UCs no Planalto de Poços de Caldas representa uma estratégia fundamental para a proteção da flora ameaçada, porém sua efetividade é comprometida por desafios críticos de implementação e gestão. A disparidade protetiva entre os ecossistemas presentes no PPC é particularmente evidente nos campos de altitude, ecossistemas historicamente negligenciados nos planejamentos de conservação, apesar de abrigarem espécies endêmicas e ameaçadas da flora nacional. Um dos exemplos desse cenário é o caso emblemático de *Anthraenantiopsis fiebrigii* – coletado pela última vez pelos pesquisadores da FJBPC em 2018 em

área não protegida e atualmente ameaçada por expansão urbana, padecendo das consequências da fragmentação protetiva.

Os principais entraves à efetividade das UCs incluem: (1) a descontinuidade espacial entre fragmentos protegidos, que impede fluxos genéticos vitais para espécies com dispersão limitada; (2) a insuficiência de recursos para fiscalização, resultando em invasões recorrentes por atividades de pastejo de cavalos e motocross; (3) e a ausência de planos de manejo específicos para flora ameaçada. Para superar essas limitações, propõe-se uma reavaliação dos critérios de delimitação de áreas protegidas no PPC, incorporando a expansão da proteção legal para formações campestres através da criação de Refúgios de Vida Silvestre, categoria mais flexível que permite usos sustentáveis concomitantes à conservação [63] – além da integração de bancos de dados genômicos para priorizar áreas com maior diversidade intraespecífica [66].

A conservação *ex situ*, por meio de coleções vivas, herbários e bancos de sementes, também desempenha um papel crucial na conservação das espécies ameaçadas. No PPC, a FJBPC já contribui com esse esforço, armazenando registros históricos, monitorando as populações e promovendo estudos sobre a flora regional. Contudo, a ampliação de recursos e o fortalecimento de parcerias institucionais são necessários para garantir a continuidade dessas iniciativas.

Considerações Finais

Este estudo evidenciou a vulnerabilidade da flora do PPC, com um número significativo de espécies ameaçadas concentradas em formações campestres pouco protegidas. Tais espécies são afetadas pela urbanização, silvicultura e a invasão por espécies exóticas, reforçando a necessidade de ações estratégicas para a conservação da biodiversidade local. Entretanto, algumas limitações devem ser consideradas, como o fato que a dependência de registros em plataformas digitais pode gerar lacunas de dados, pois muitas coletas são históricas e não refletem necessariamente a situação atual das populações vegetais. Além disso, a ausência de estudos de campos específicos para quantificar os impactos das espécies exóticas e avaliar a efetividade de medidas de conservação dificulta a compreensão completa do problema. A valorização das formações campestres ainda enfrenta desafios políticos e

culturais, pois essas áreas seguem subestimadas em comparação às florestas protegidas por legislações mais rígidas.

A necessidade de pesquisas futuras é evidente para suprir lacunas identificadas, incluindo levantamentos de campo em áreas campestres sensíveis, avaliação dos impactos de espécies exóticas invasoras e da efetividade de medidas de conservação. Além disso, a valoração econômica e cultural dos campos de altitude pode fortalecer sua proteção, enquanto a integração de dados digitais e coletas de campo permitirá um monitoramento mais eficaz da flora ameaçada no PPC. Diante desse cenário, é essencial fortalecer o monitoramento ambiental, ampliar investimentos em conservação *ex situ* e incentivar pesquisas que preencham lacunas sobre a flora ameaçada do PPC. O engajamento de instituições científicas, aliadas ao poder público e à sociedade, pode garantir a implementação de medidas eficazes de preservação. A conservação da biodiversidade do planalto requer um compromisso integrado entre ciência, políticas públicas e conscientização ambiental para assegurar a perpetuação de espécies e serviços ecossistêmicos.

Agradecimentos

À Fundação Jardim Botânico de Poços de Caldas, em especial ao Herbário Anders Fredrik Regnell e seus colaboradores que ao longo dos anos evidenciam a flora ameaçada do Planalto de Poços de Caldas.

Referências

1. Lorenzini E, Cardinale T. Economy, pollution, energy, environment, climate: from the past to the future. *International Journal of Heat and Technology* [Internet]. 2022 Jun 30; 40(3): 661-664. [Acesso em 9 jan 2025]. Disponível em: <https://doi.org/10.18280/ijht.400301>
2. Whulanza Y, Kusriani E. Returning the earth's call: overview of centuries [Internet]. *IJTech – International Journal of Technology*. 2025 [cited 2025 Feb 27]. [Acesso em 25 jan 2025]. Disponível em: <https://doi.org/10.14716/ijtech.v14i4.6542>
3. Prakash S, Verma AK. Anthropogenic activities and biodiversity threats [Internet]. *papers.ssrn.com*. Rochester, NY; 2022. [Acesso em 13 jan 2025]. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4048276

4. IUCN. 2017-2020 Report. The IUCN Red List of Threatened Species, [s. l.], 2024. [Acesso em 8 out 2024]. Disponível em: https://nc.iucnredlist.org/redlist/resources/files/1630480997-IUCN_RED_LIST_QUADRENNIAL_REPORT_2017-2020.pdf
5. Andrade R, Freitas L. Impact of an IUCN national Red List of threatened flora on scientific attention. *Endangered Species Research*. 2021; 46: 175-184, 2021. [Acesso em 18 dez 2024]. Disponível em: <https://doi.org/10.3354/esr01154>
6. Pompeu J. Performance of an automated conservation status assessment for the megadiverse vascular flora of Brazil. *Journal for Nature Conservation*. 2022 Dec; 70: 126272. [Acesso em 10 jan 2025]. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2022.126272>
7. Malanson GP, Franklin SB, Talal ML, Pansing ER. Human dimensions: vegetation ecology. *Bulletin of the Ecological Society of America*. 2020 Aug 27; 101(4). [Acesso em 15 jan 2025]. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/bes2.1776>
8. Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, da Fonseca GAB, Kent J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. 2000 Feb; 403(6772): 853-858. [Acesso em 19 fev 2025]. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/35002501>
9. Silva-Junior V, Souza DG, Queiroz RT, Souza LGR, Ribeiro EMS, Santos BA. Landscape urbanization threatens plant phylogenetic diversity in the Brazilian Atlantic Forest. *Urban Ecosystems*. 2018 Feb 19; 21(4): 625-634.
10. Isbell F, Balvanera P, Mori AS, He J, Bullock JM, Regmi GR et al. Expert perspectives on global biodiversity loss and its drivers and impacts on people. *Frontiers in Ecology and the Environment* [Internet]. 2022 Jul 18; 21(2). Disponível em: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/fee.2536>
11. Barreto JR, Pardini R, Metzger JP, Silva FAB, Nichols ES. When forest loss leads to biodiversity gain: insights from the Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation* [Internet]. 2023 Mar 1 [cited 2023 Feb 24]; 279: 109957. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320723000575>
12. Grelle CE et al. Conservation initiatives in the Brazilian Atlantic Forest. Springer eBooks. 2021 Jan 1; 421-449.
13. Mendoza-Fernández AJ, Pérez-García FJ, Fabián Martínez-Hernández, Salmerón-Sánchez E, Agustín Lahora, Maria Elena Merlo et al. Red List Index application for vascular flora along an altitudinal gradient. *Biodiversity and Conservation*. 2019 Jan 30; 28(5): 1029-1048. [Acesso em 27 jan 2025]. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10531-019-01705-y>
14. Orsenigo S, Fenu G, Gargano D, Montagnani C, Abeli T, Alessandrini A et al. Red list of threatened vascular plants in Italy. *Plant Biosystems – An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*. 2020 Mar 26; 155(2): 310-335. [Acesso em 6 jan 2025]. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/11263504.2020.1739165>
15. Glasnović P, Fantinato E, Buffa G, Carapeto A, Dragičević S, Fišer Ž et al. Assessing the national red lists of European vascular plants: disparities and implications. *Biological Conservation* [Internet]. 2024 May 1 [cited 2024 May 6]; 293: 110568. [Acesso em 23 jan 2025]. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2024.110568>
16. IUCN standards and petitions committee. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. [S. l.]: Prepared by the Standards and Petitions Committee, 2024. [Acesso em 14 out 2024]. Disponível em: <https://cmsdocs.s3.amazonaws.com/RedListGuidelines.pdf>
17. Santos MR, Junior RH, Oliveira FS, Saporetti WAJ, Mara MS. Expansão urbana e a pressão sobre os campos naturais de altitude em Poços de Caldas, Minas Gerais, Brasil. *Regnella Scientia* [Internet]. 2023 Dec 1; 9(3): 91-104. [Acesso em 25 jan 2025] Disponível em: <https://doi.org/10.61202/2525-4936.v9.n3.2023.91-104>
18. Williams EA, Botezelli L, Paulo J, de J. Vegetação dos campos de altitude no planalto de Poços de Caldas, Minas Gerais. *Regnella Scientia* [Internet]. 2023 Dec 1; 9(3): 135-142. [Acesso em 25 jan 2025]. Disponível em: <https://doi.org/10.61202/2525-4936.v9.n3.2023.135-142>
19. Vianna Filho MDM, Manão CYG, Bastos M, Callado CH. Threatened Flora of Ilha Grande, Rio de Janeiro State, Brazil. *Hoehnea*. 2020; 47. [Acesso em 25 jan 2025]. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2236-8906-77/2019>
20. Brito-Júnior VM, Paulino U. Beyond traditions: the potential of big data in assessing interest in medicinal plants on the internet. *Economic Botany* [Internet]. 2025 Jan 3; (30). Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/387704604_Beyond_Traditions_The_Potential_of_Big_Data_in_Assessing_Interest_in_Medicinal_Plants_on_the_Internet
21. Sharma A et al. Eflora: future of plant taxonomy and conservation. *Ecology, Environment and Conservation*, [s. l.], 2022; p. S151-S156. [Acesso em 25 jan 2025].
22. Canteiro C, Barcelos LB, Filardi R, Forzza RC, Green LE, Lanna JM et al. Enhancement of conservation knowledge through increased access to botanical information. *Conservation Biology*. 2019 Jun 1; 33(3): 523-533. [Acesso em 12 dez 2024]. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/cobi.13291>

23. Moraes MA, Borges RAX, Martins EM, Fernandes RA, Messina T, Martinelli G. Categorizing threatened species: an analysis of the Red List of the flora of Brazil. *Oryx*. 2014 Feb 21; 48(2): 258-265. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/oryx/article/categorizing-threatened-species-an-analysis-of-the-red-list-of-the-flora-of-brazil/E9C2F5C0366D1880F4DE9C8677E2322D>
24. Doranti-Tiritan C, Hackspacher PC, Souza DH de, Siqueira-Ribeiro MC. The use of the stream length-gradient index in morphotectonic analysis of drainage basins in Poços de Caldas Plateau, SE Brazil. *International Journal of Geosciences*. 2014; 05(11): 1383-1394. [Acesso em 12 dez 2024]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4236/ijg.2014.511112>
25. Andrade ML de, Oliveira TA de, Santos BC dos, Vieira GF, Andrade AC de. Análise pluviométrica do município de Poços de Caldas/MG usando a metodologia de Anos-Padrão. *Caderno de Geografia*. 2021 Sep 15; 31(2): 52. [Acesso em 21 nov 2024]. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/An%C3%A1lise-Pluviom%C3%A9trica-do-munic%C3%ADpio-de-Po%C3%A7os-de-a-de-Andrade-Oliveira/8f0b49051910ae53338d5ed993a89b4a9c9c038e>
26. PMPC – Prefeitura Municipal de Poços de Caldas. Clima. [S. l.], 2017. [Acesso em 22 nov 2024]. Disponível em: <https://pocosdecaldas.mg.gov.br/perfil/clima/>
27. Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM, Sparovek G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 2013; 22(6): 711-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
28. Moraes FT, Jiménez-Rueda JR. Fisiografia da região do planalto de Poços de Caldas/MG/SP. *Brazilian Journal of Geology*, [s. l.], 2008. [Acesso em 22 nov 2024]. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Fisiografia-da-regi%C3%A3o-do-planalto-de-Po%C3%A7os-de-MG-SP-Moraes-Jim%C3%A9nez-Rueda/2ad8276f03262b2d954b69ebdc5718524656279f>
29. Monteiro VA. Recognition of the relevance of international scientific data: Poços de Caldas Geopark Project. *International Journal on Data Science and Technology*. 2021; 7(2): 23. [Acesso em 22 nov 2024]. Disponível em: <https://doi.org/10.11648/j.ijdst.20210702.11>
30. Sardinha D de S, Silva LB, Ferreira AM, Bretanha Junker Menezes PH. Deposição atmosférica e transporte específico de sedimentos suspensos em bacias hidrográficas sob influência de mineração no Planalto de Poços de Caldas/MG. *Revista Brasileira de Geografia Física* [Internet]. 2022 Jul 19 [cited 2025 Feb 27]; 15(4): 1843-1862. [Acesso em 25 jan 2025]. Disponível em: <https://doi.org/10.26848/rbfg.v15.4.p1843-1862>
31. Souza DHD et al. Comparação da dinâmica evolutiva, a longo e curto prazo, entre o Planalto de Poços de Caldas e o Planalto de São Pedro de Caldas. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, [S. l.], 2014. [Acesso em 28 nov 2024]; 15(2). Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/481>.
32. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Manual técnico da vegetação brasileira. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE; 2012. [Acesso em 20 nov 2024]. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/sites/uc/files/2019-12/liv63011.pdf>
32. Lei Presidência da República (Brasil). Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012. Institui o Novo Código Florestal Brasileiro. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, n. 227, 18 Oct 2012. Seção 1, p. 1. [citado em 2025 fev. 17]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12727.htm.
33. Ribeiro JF, Walter BMT. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: Sano SM, Almeida SP, Ribeiro JF (eds.) *Cerrado: Ecologia e Flora*. Embrapa. Brasília, Informação Tecnológica, pp. 151-212, 2008. [Acesso em 17 fev 2025] Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/554094/fitofisionomias-do-bioma-cerrado>.
34. Freitas H, Gouveia AC. Biodiversity futures: digital approaches to knowledge and conservation of biological diversity. *Web Ecology* [Internet]. 2025 Feb 5; 25(1): 29-37. Disponível em: <https://we.copernicus.org/articles/25/29/2025/>
35. CRIA. 2024. Centro de Referência em Informação Ambiental. SpeciesLink. [Acesso em 27 nov 2024]. Disponível em: <https://www.cria.org.br>
36. JABOT. 2024. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Jabot - Banco de Dados da Flora Brasileira. [Acesso em 27 nov 2024]. Disponível em: <https://jabot.jbrj.gov.br>
37. APG IV (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181: 1-20. [Acesso em 18 dez 2024]. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
38. Flora e funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. [Acesso em 27 nov 2024]. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>
39. CNCFlora. Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2. Centro Nacional de Conservação da Flora. [Acesso em 12 jul 2024]. Disponível em: <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/listavermelha>

40. Fernandes NBG et al. Diagnóstico do estado de conservação de algumas angiospermas no Parque Nacional Serra dos Órgãos, Rio de Janeiro, Brasil. *Diversidade e Gestão*, 2021. [Acesso em 6 Jun 2025] Disponível em: <https://costalima.ufrj.br/index.php/diversidadeegestao/issue/current>.
41. Mair L, Amorim E, Bicalho M, Brooks TM, Calfo V, de T. Capellão R et al. Quantifying and mapping species threat abatement opportunities to support national target setting. *Conservation Biology*. 2022 Dec 13; 37(1). [Acesso em 8 Jun 2025]. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/cobi.14046>
42. Miller RM, Rodríguez JP, Aniskowicz-fowler T, Bambaradeniya C, Boles R, Eaton MA et al. National threatened species listing based on IUCN criteria and regional guidelines: current status and future perspectives. *Conservation Biology*. 2007 Jun; 21(3): 684-696. [Acesso em 8 Jun 2025]. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00656.x>
43. Ferreira AL et al. Registros de espécies arbóreas em herbário virtual com ênfase no município de Cáceres/MT, Brasil. *Peer Review*, 2023; 5(16): e2205. [Acesso em 6 Jun 2025]. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/372629830_Registros_de_especies_arboreas_em_herbario_virtual_com_enfase_no_municipio_de_Caceres-MT_Brasil_Records_of_tree_species_in_a_virtual_herbarium_with_emphasis_on_the_city_of_Caceres-MT_Brazil
44. Brito D, Ambal RG, Brooks T, Silva ND, Foster M, Hao W et al. How similar are national red lists and the IUCN Red List? *Biological Conservation*. 2010 May; 143(5): 1154-1158. [Acesso em 8 Jun 2025]. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.02.015>
45. Ferreira Borges K, Viana Da Silva T, De Souza Mercedes J, De Almeida Bezerra L, Júlia M, Rodrigues G et al. Conservation diagnosis of some angiosperms in National Park of Itatiaia, Brazil [Internet]. *Researchgate.net*. 2020 [cited 2025 Feb 27]. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/342179337_DIAGNOSTICO_DO_ESTADO_DE_CONSERVACAO_DE_ALGUMAS_ANGIOSPERMAS_NO_PARQUE_NACIONAL_DO_ITATIAIA_BRASIL_Conservation_diagnosis_of_some_angiosperms_in_National_Park_of_Itatiaia_Brazil
46. Salles DM, Carmo FF do, Jacobi CM. Habitat loss challenges the conservation of endemic plants in mining-targeted brazilian mountains. *Environmental Conservation*. 2018 Nov 26; 46(02): 140-146.
47. Yan Y, Jarvie S, Liu Q, Zhang Q. Effects of fragmentation on grassland plant diversity depend on the habitat specialization of species. *Biological Conservation*. 2022 Nov; 275: 109773.
48. Kessous IM, Alves RJV, da Silva NG, Saporetto Junior AW. Plant community on a volcano mountaintop reveals unique high-altitude vegetation in southeastern Brazil. *Journal of Mountain Science*. 2024 Sep; 21(9): 3018-3030. [Acesso em 25 fev 2025] Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11629-024-8761-2>
49. Fonseca BA, Silva R de SM da, Botezelli L, Braga JP de L. Remanescentes de vegetação nativa em perímetro urbano: os campos de altitude e a efetividade de sua proteção em Poços de Caldas/MG. *Revista Brasileira de Geografia Física* [Internet]. 2022 Dec 9; 15(6): 2944-2959. [Acesso em 12 fev 2025]. Disponível em: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v15.6.p2944-2959>
50. Kessous IM, Freitas L. Implementing spatial analyses to measure angiosperm biodiversity from the high-altitude grasslands of the Atlantic forest. *Alpine Botany*. 2023 Jul 10; 133(2): 163-178. [Acesso em 17 fev 2025]. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00035-023-00298-1>
51. Lei Presidência da República (Brasil). Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. *Diário Oficial da União, Brasília, DF*. [citado em 2025 jan. 16]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm.
52. Dos Santos LD, Schlindwein SL, Fantini AC, Henkes JA, Belderrain MCN. Dinâmica do desmatamento da Mata Atlântica: causas e consequências. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*. 2020 Sep 30; 9(3): 378. [Acesso em 16 jan 2025]. Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/8339
53. Lei Presidência da República (Brasil). Portaria MMA Nº 43, de 31 de JANEIRO de 2014. Programa Nacional de Conservação das Espécies Ameaçadas de Extinção (Pró-Espécies). [citado em 2025 fev. 14]. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cma/images/stories/Legislacao/Portarias/portaria_MMA_43.2014.pdf
54. Lei Presidência da República (Brasil). Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Espécies Exóticas Invasoras. Publicado em 11/11/2020. Atualizado em 05/09/2024. [citado em 2025 fev. 17]. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biodiversidade1/invasoes-biologicas>.
55. Moreira FG L, Carvalho FA, de Paula L. Non-native plant species on inselbergs of brazilian tropical forests: checklist and insights for biodiversity management and conservation. *ARPHA Preprints*, (2025); 6: e156814.
56. da Rosa HHM, Silveira RAD, Oliveira BCM, Heringer, G, Zenni RD. Anthropogenic factors, not altitude, shape native and nonnative plant species distributional patterns in a tropical mountain protected area. *Invasive Plant Science and Management*, (2024); 1-8.

57. Martins CR, Hay JDV, Scaléa M, Malaquias JV. Management techniques for the control of *Melinis minutiflora* P. Beauv. (molasses grass): ten years of research on an invasive grass species in the Brazilian Cerrado. *Acta Botanica Brasilica*, (2017); 31: 546-554.
58. Zenni RD, Marcelo, Creed JC, Antar GM, Fabricante JR, Silva-Forsberg MC et al. Status e tendências sobre espécies exóticas invasoras no Brasil. *Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos*. 2024 Jan 1; 49-91.
59. Buisson E, Le Stradic S, Silveira FA, Durigan G, Overbeck GE, Fidelis A, Veldman JW. Resilience and restoration of tropical and subtropical grasslands, savannas, and grassy woodlands. *Biological Reviews*, (2019); 94(2): 590-609.
60. Marques DKS, Silva JCB, Oliveira MD, Mittermeier CG, Da Fonseca GAB, Kent J. Espécies exóticas: uso econômico, controle e redução de impactos. Portal Embrapa [Internet]. Embrapa.br. 2018 [cited 2025 Feb 27]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1097791/especies-exoticas-uso-economico-controle-e-reducao-de-impactos>
61. Piovesani WS, Brack P. Lista atualizada e aspectos sobre a conservação da flora vascular do Parque Estadual do Turvo, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia Série Botânica*. 2024 Feb 1; 79: e20241352-2. [Acesso em 25 fev 2025]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21826/2446-82312024v79e20241352>
62. Silva THC, Rocha RF, Jordão LR, Tárrega MCVB. Para além do papel: estudo das unidades de conservação brasileiras. *Interações (Campo Grande)*. 2024 Jun 19; 25: e2523911-1. [Acesso em 14 jan 2025]. Disponível em: <https://doi.org/10.20435/inter.v25i2.3777>
63. Lei Presidência da República (Brasil). Congresso Nacional. Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília: Congresso Nacional, 2000. [citado em 2025 fev. 17]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm
64. Justo FM, Hofmann GS, Almerão MP. Espécies exóticas invasoras em unidades de conservação na região Sul do Brasil. *Revista de Ciências Ambientais* [Internet]. 2019 [cited 2025 Feb 27]; 13(3): 57-76. Disponível em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca/article/view/6233>
65. Lopez-Gallego C, Morales-Morales PA. The Red List for the endemic trees of Colombia: effective conservation targeted for plants required in biodiversity hotspots. *Plants People Planet*. 2023 Jan 30; 5(4): 617-627. [Acesso em 20 fev 2025]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/ppp3.10360>
66. Caballero-Villalobos LM. Diversidade genética no tempo e no espaço: especiação, zonas híbridas e persistência de espécies de plantas em diferentes *habitats* restritos aos Campos Sulinos. (2020).

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo e Edição Temática:

Ciências Ambientais na Amazônia Sul Ocidental
n.3, 2025

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886

