

---

# Fragilidade ambiental potencial e a conservação de espécies da flora ameaçadas de extinção no Parque Estadual do Biribiri, Minas Gerais

| **Luciano Cavalcante de Jesus França**  
UFLA

| **Fabrina Teixeira Ferraz**  
UFLA

| **Eduarda Soares Menezes**  
UFVJM

| **Vicente Toledo Machado de Morais Júnior**  
UFV

| **Marcelino Santos de Morais**  
UFVJM

| **Danielle Piuzana Mucida**  
UFVJM

# RESUMO

O estudo teve como objetivo analisar a relação entre a Fragilidade Ambiental Potencial (FAP) e a ocorrência de espécies da flora ameaçadas de extinção no Parque Estadual do Biribiri. A metodologia utilizou dados do “Livro Vermelho da Flora do Brasil”. Para o mapeamento da FAP, foi realizada avaliação multicritério de dados geoespaciais: declividade do terreno, classes de solos, domínios geológicos, hierarquia de drenagens e pluviosidade. Aplicou-se o método de hierarquização *Analytic Hierarchy Process* (AHP). A classe de FAP de maior representatividade foi a *Alta*, ocorrendo em uma extensão equivalente a 31,60% da área total da UC. Cerca de 24,30% apresentaram *Média* fragilidade; enquanto a classe *Levemente Baixa* apresentou 23,69%. A classe sob fragilidade *Baixa* apresentou 19,49%, e a menor representatividade foi a *Extremamente Alta* (0,89%). O Índice de Consistência (IC) foi 0,0875 e Razão de Consistência (RC) de 0,0781, dentro dos limites de coerência e confiabilidade aceitáveis ( $\leq 0,10$ ) na metodologia AHP. Verificou-se 43 indivíduos distribuídos em 21 espécies ameaçadas de extinção, sendo 11 espécies EN (Em perigo), 7 VU (Vulneráveis) e 3 CR (Criticamente em Perigo), distribuídas entre 9 famílias botânicas, sendo a maior representatividade entre Apocynaceae (14 espécies) e Asteraceae (12 espécies). As espécies mais ameaçadas são: *Minaria graziellae*, de hábitat exclusivo do Complexo Rupestre, além de *Banisteriopsis andersonii* e *Minasia scapigera*, enquadradas na categoria EM. A partir dos resultados, constatou-se a distribuição espacial das espécies ocorrendo preponderantemente em sítios de *Média* a *Alta* FAP, destacando assim a importância da unidade de conservação sobre este território.

**Palavras-chave:** Manejo de Ecossistemas, Sistema de Informações Geográficas, Ecologia Florestal.

## ■ INTRODUÇÃO

A criação e gestão efetiva das áreas de proteção ambiental é uma das principais formas de promoção da conservação da biodiversidade *in situ* (Oliveira *et al.*, 2019). Inclui-se nesta abordagem a conservação de espécies florestais ameaçadas de extinção, especialmente em formações vegetacionais altamente modificadas, como é o caso do domínio do Cerrado, o qual se constitui como um ponto crítico global em prioridade de conservação (Franke *et al.*, 2018).

As ações antrópicas relacionadas à perda e modificação de habitats bem como as alterações climáticas, podem caracterizar diferentes perturbações sobre as espécies florestais, interferindo na sua capacidade adaptativa, influenciando as taxas de extinção (MMA, 2007). Nesse sentido, entende-se que alterações em quaisquer dos constituintes da natureza, como relevo, solo, vegetação, clima, recursos hídricos, entre outros, podem modificar a funcionalidade de todo o sistema, desequilibrando-o (Sporl & Ross, 2004). Aqui, espécies já ameaçadas tornam-se ainda mais vulneráveis, seja pela redução do tamanho populacional ou mesmo pela redução de áreas aptas para sua ocorrência natural, aumentando-se os riscos de extinção (Giam *et al.*, 2010).

Sob esta perspectiva, os estudos acerca da fragilidade ambiental tornam-se de grande importância para o planejamento ambiental (Sporl & Ross, 2004) e conservação de espécies florestais. Isto porque identificar os ambientes naturais e suas fragilidades potenciais pode auxiliar na definição de diretrizes e ações, pensando-se em uma eficiente gestão territorial (Sporl & Ross, 2004). Adicionalmente, a incorporação de dados e informações sobre espécies da flora ameaçadas de extinção à análise de fragilidade ambiental pode constituir-se em uma ferramenta muito útil para se avaliar o grau de impacto das atividades antropogênicas sobre a biodiversidade, sobretudo para estimar os riscos e probabilidades de extinção de espécies.

Nesta abordagem, este trabalho trata de um estudo de fragilidade ambiental associada à ocorrência de espécies florestais ameaçadas. Como área de estudo, adotou-se o Parque Estadual do Biribiri, no Vale do Jequitinhonha, estado de Minas Gerais, região onde são detectadas alterações antropogênicas de ecossistemas naturais e espécies sob risco de extinção. Este estudo admitiu a hipótese de que há espécies florestais ameaçadas de extinção em ambientes de alta fragilidade ambiental potencial. O estudo vem a contribuir com a literatura regional, frente ao escasso conhecimento sobre a eficácia das áreas protegidas na manutenção de ecossistemas naturais e de espécies raras na referida área de estudo. Assim, pode-se permitir maior compreensão sobre influência das Unidades de Conservação no efetivo cumprimento dos seus objetivos.

Dessa maneira, o objetivo desse estudo foi analisar a relação entre a Fragilidade Ambiental Potencial (FAP) e os pontos de ocorrência de espécies da flora ameaçadas

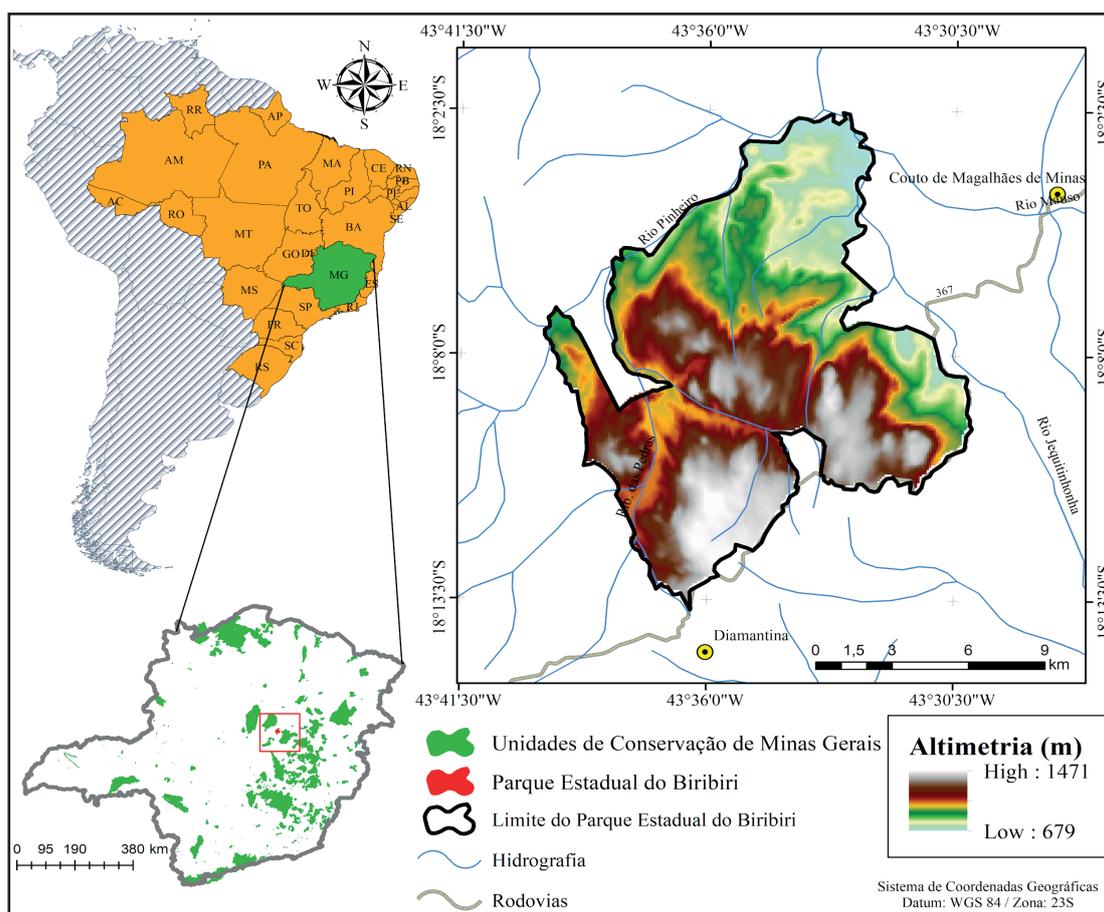
de extinção no Parque Estadual do Biribiri, em Diamantina, mesorregião do Vale do Jequitinhonha (MG).

## ■ MATERIAL E MÉTODOS

### Área de Estudo

A área de estudo compreende o Parque Estadual do Biribiri, uma UC de Proteção Integral, localizada na mesorregião do Vale do Jequitinhonha, município de Diamantina, estado de Minas Gerais (Figura 1). O Parque conta com uma área total de 16.998,29 hectares e foi criado a partir do Decreto nº 39.909 de 22 de setembro de 1998, com a finalidade básica de proteger fauna e flora regionais, nascentes, além de criar condições para pesquisas científicas e alternativas de uso racional dos recursos (Minas Gerais, 1998).

**Figura 1.** Mapa de localização do Parque Estadual do Biribiri, Região do Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais, Brasil.



Fonte: os autores

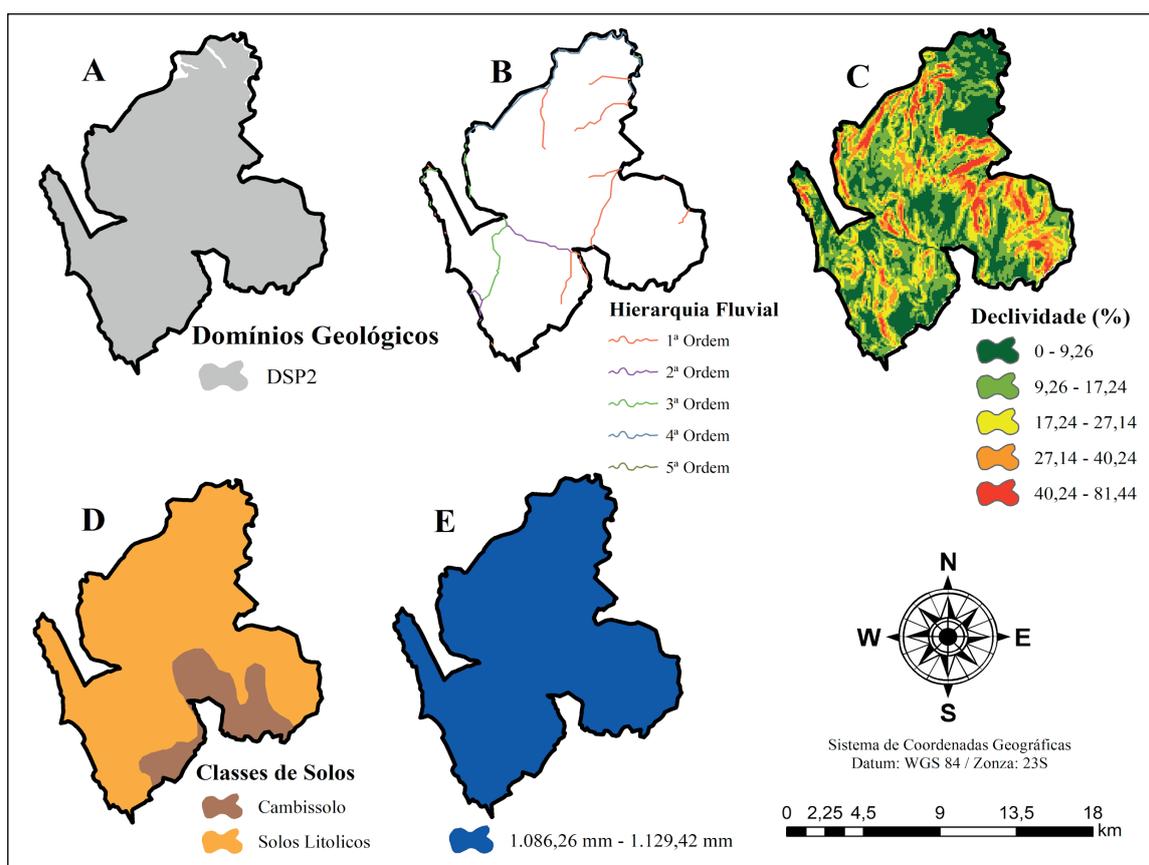
Inserida no domínio do Cerrado, a região apresenta tipo vegetacional Gramíneo-Lenhosa, também denominada Campo Limpo de Cerrado, cuja composição florística é bastante variada e onde prevalecem gramados acompanhados de plantas lenhosas raquíticas (IBGE, 2012). De acordo com a classificação climática de Köppen, a região de estudo

localiza-se em zona subtropical úmida, apresentando os tipos climáticos Cwa (inverno seco e verão quente) e Cwb (inverno seco e verão temperado), com médias anuais de precipitação e temperatura de cerca de 1300 mm e 19 °C, respectivamente (Alvares *et al.*, 2013).

## Planos de Informações Geográficas

O método aplicado à determinação da Fragilidade Ambiental Potencial (FAP), teve como base a metodologia proposta por Ross (1994), que trata o estudo das fragilidades ambientais a partir das Unidades Ecodinâmicas Estáveis, as quais são áreas que apresentam equilíbrio dinâmico, sem interferência antrópica na condição de estado natural do ecossistema. Desta forma, foram utilizados como critérios para determinação da FAP da área de estudo: Domínios Geológicos (A); Hierarquia de Drenagens (B); Declividade do Terreno (C); Classe de Solos (D) e Pluviosidade (E) (Figura 2). Tais camadas foram analisadas por meio de sobreposição ponderada, via ambiente do *software* ArcGIS 10.3.1 (ESRI, 2013).

**Figura 2.** Prancha com mapas multicritérios considerados na avaliação. (A) Domínios Geológicos DSP2: Domínio das Sequências sedimentares Proterozóicas dobradas, metamorizadas em baixo grau a médio grau; (B) Hierarquia Fluvial; (C) Declividade do Terreno; (D) Classes de Solos e (E) Pluviosidade.



Fonte: os autores.

Foram utilizadas informações de elevação do terreno, por meio do Modelo Digital de Elevação (MDE), obtidas a partir do SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*),

disponibilizadas junto à Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária – EMBRAPA (Miranda, 2005). Foram utilizados ainda dados de informações vetoriais referentes às classes de solos, adquiridas junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, <https://mapas.ibge.gov.br/tematicos/solos>), além de informações geológicas do Serviço Geológico Brasileiro (CPRM, [http://geosgb.cprm.gov.br/geosgb/sobre\\_geosgb.html](http://geosgb.cprm.gov.br/geosgb/sobre_geosgb.html)). Para o plano de informação de pluviosidade, foi utilizada a base de dados extraída do Atlas Pluviométrico do Brasil, gerado a partir dos dados de estações pluviométricas existentes na Bacia do rio Jequitinhonha, produzido no Programa de Levantamentos da Geodiversidade, do Serviço Geológico Brasileiro (CPRM, <http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Atlas-Pluviometrico-do-Brasil-1351.html>).

Para cada um dos critérios foram estabelecidas classes de fragilidades, conforme avaliação individual de suas características. Foram atribuídos pesos de 1 a 5 por variável, representando as categorias: 1 (*Baixa*), 2 (*Levemente Baixa*), 3 (*Média*), 4 (*Alta*) e 5 (*Extremamente Alta*) (Quadro 1).

**Quadro 1.** Classes de fragilidade e seus respectivos pesos e descrições (ROSS, 1994).

Classes	Pesos	Descrição
Baixa	1	Caracteriza áreas por condição em equilíbrio e estabilidade das características físico-naturais de um ecossistema.
Levemente Baixa	2	Condições físicas de estabilidade do ambiente, com ao menos uma característica que não se inclui na classe anterior.
Média	3	Ambiente com caracteres de fragilidade em transição das classes mais baixas para as classes altas. Trata-se da categoria de alerta para os riscos ambientais naturais sob a qual determinado ambiente está sujeito. Áreas que merecem maior atenção para conservação, proteção e técnicas de manejo adequadas do solo, dos recursos hídricos e do ordenamento do território.
Alta	4	Caracteriza áreas com alta susceptibilidade a processos de degradação ambiental (física, química e biológica), devido à maior acentuação de parâmetros e critérios analisados. Merecem muita atenção do ponto de vista ambiental. São as áreas com restrições as atividades antrópicas de ocupação e uso, devido à elevada instabilidade das características naturais do ambiente.
Extremamente Alta	5	Áreas com intensa sensibilidade ambiental, inaptas a qualquer tipo de atividade antrópica que provoque alterações no ambiente. Reúnem as mais frágeis combinações de características físicas-naturais favoráveis a tornarem-nas áreas degradadas. São de extrema suscetibilidade a erosões e voçorocamentos.

Fonte: os autores.

Os pesos de fragilidade foram atribuídos para cada critério ambiental utilizado, de acordo com características individuais e dos aspectos biofísicos da área de estudo, bem como de literaturas especializadas como apoio a atribuição dos pesos, conforme apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Classes de fragilidade atribuídas aos fatores considerados.

Pesos	Declividade do terreno	Classes de Solo	Domínios Geológicos	Pluviosidade (mm)	Hierarquia Fluvial
1	(0 – 9,2%)	---	---	---	5ª Ordem
2	(9,2 – 17,24 %)	---	DSP2	---	---
3	(17,24 – 27,14%)	---	---	---	3ª Ordem/ 4ª Ordem
4	(27,14 – 40,24%)	Cambissolos;	---	1.086,26 – 1.129,42	2ª Ordem
5	(40,24 – 81,44%)	Neossolos Litólico;	---	---	1ª Ordem

Fonte: os autores.

Foi utilizado o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para hierarquização da importância quantitativa dos critérios de análise do estudo, para isso, foi elaborado uma matriz matemática de comparação pareada dos critérios, resultando em pesos de importância atribuídos a cada camada e considerados na equação final de sobreposição multicritério. A consistência da análise AHP foi averiguada com o cálculo do Índice de Consistência (Equação 1) e Razão de Consistência (Equação 2), conforme estabelecido por Saaty (2005).

$$I. C = \frac{\lambda_{Max} - n}{n - 1} \quad \text{(Equação 1)}$$

Em que: IC = Índice de Consistência; n = Número de critérios avaliados;  $\lambda_{Max}$  = Número principal de Eigen.

É necessário verificar se o valor encontrado do Índice de Consistência (IC) é adequado. Para tanto, a Relação ou Razão de Consistência (RC) foi calculada, a partir da razão entre o valor do IC e o índice de consistência aleatória, ou Índice Randômico (IR), que varia com o tamanho *n* da amostra. A relação é demonstrada pela Equação 2 (Saaty, 2005):

$$R. C = \frac{IC}{IR} \quad \text{(Equação 2)}$$

### Dados de espécies da flora ameaçadas de extinção

Adquiriram-se os dados públicos da ocorrência das espécies da flora do estado de Minas Gerais ameaçadas de extinção e incluídas no “Livro Vermelho da Flora do Brasil” (Martinelli & Moraes, 2013), disponível em formato *shapefile* (Instituto Pristino, 2019). Os pontos de ocorrência são classificados em 8 (oito) categorias de risco de extinção, conforme apresentado no Quadro 2.

**Quadro 2.** Categorias de risco de extinção.

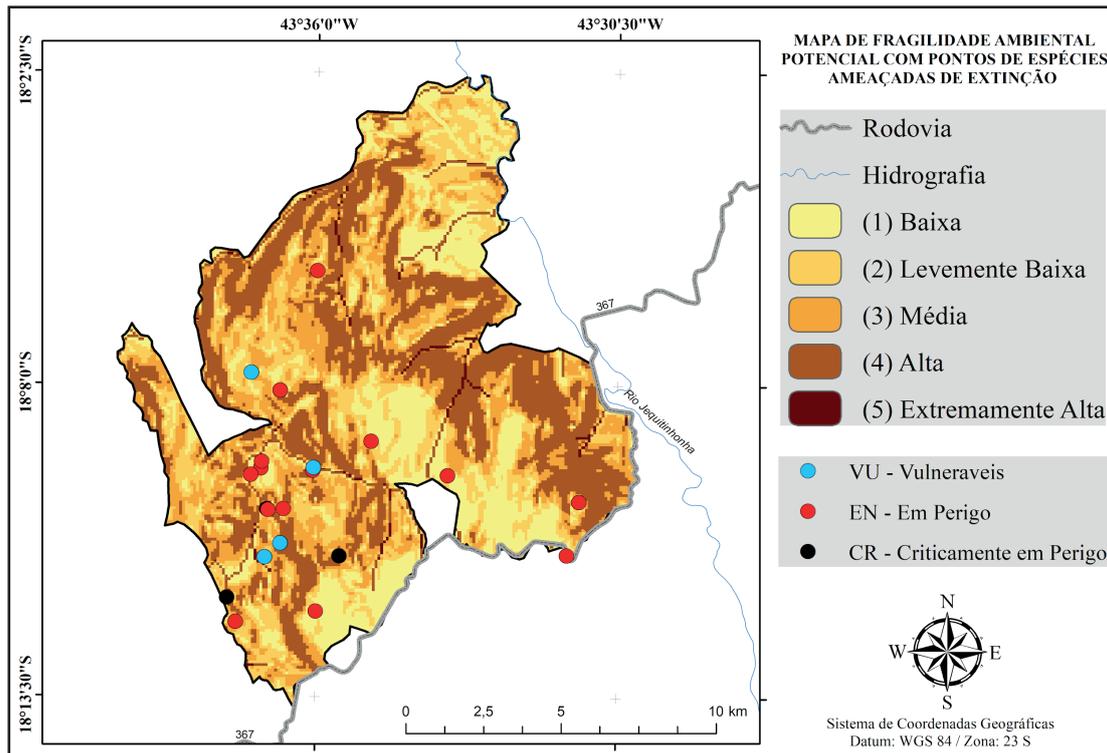
Categoria	Cor	Descrição
“Criticamente em Perigo”	CR	São espécies que estão enfrentando um risco extremamente elevado de extinção na natureza.
“Em perigo”	EN	São espécies que enfrentam um risco muito elevado de extinção na natureza.
“Vulnerável”	VU	São espécies que enfrentam um risco de extinção elevado na natureza.
“Quase ameaçada”	NT	Espécies que no momento não se qualificam como ameaçadas, mas estão perto ou suscetíveis de serem qualificadas em uma categoria de ameaça num futuro próximo.
“Menos preocupante”	LC	Espécies que no momento não se qualificam como ameaçadas. São incluídas nesta categoria espécies abundantes e amplamente distribuídas.
“Dados insuficientes”	DD	Espécies que não possuem informações suficientes para sua categorização de risco de extinção baseada na distribuição e/ou status populacional. Uma espécie nesta categoria pode ser bem estudada, mas com deficiência de dados de abundância e/ou distribuição.
“Extinta”	EX	Quando não restam quaisquer dúvidas de que o último indivíduo de um táxon morreu.
“Extinta na natureza”	EW	Quando um táxon sobrevive apenas em cultivo, cativeiro ou apenas com uma população (ou subpopulações) naturalizada fora de sua área de distribuição original.

Fonte: CNCFLORA - Centro Nacional de Conservação da Flora.

## ■ RESULTADOS E DISCUSSÃO

As áreas de Fragilidade Ambiental Potencial (FAP) foram classificadas em *Baixa*, *Levemente Baixa*, *Média*, *Alta* e *Extremamente Alta* fragilidade, conforme apresentado no mapa final na Figura 3. A classe de maior representatividade da FAP na área de estudo foi a *Alta* fragilidade, ocorrendo em 5.372,82 ha, ou 31,60% da UC. Em seguida, observou-se as classes *Média*, com 4.131 ha (24,30%); *Levemente Baixa*, com 4.025,80 ha (23,69%); *Baixa*, com 3.313,80 ha (19,49%); e, por fim, a classe de *Extremamente Alta*, com 152,37 ha, representando 0,89% da área total.

**Figura 3.** Mapa final de Fragilidade Ambiental Potencial (FAP) com pontos de espécies da flora ameaçadas de extinção.



Fonte: os autores.

Desse modo, nota-se que aproximadamente um terço do Parque Estadual do Biribiri apresentam severas condições de fragilidade potencial e, por consequência, elevadas restrições naturais quanto ao uso do solo. Portanto, trata-se de áreas cuja cobertura vegetal deve ser mais bem conservada, a fim de propiciar maior proteção e redução de processos erosivos. Todavia, conforme ressaltado por Manfré *et al.* (2012), além da cobertura do solo, a compreensão do papel humano e social faz-se importante e necessário na dinâmica erosiva, sugerindo a inserção de dados demográficos e econômicos para melhoria dos modelos e análises de fragilidade ambiental. Adicionalmente, embora a maior parte da área de estudo apresente entre média e baixa fragilidade, não pode ser descartada a suscetibilidade dessas áreas à degradação, uma vez que a FAP abrange as condições naturais das áreas, desconsiderando prováveis instabilidades mediante ação antrópica. Os resultados aqui apresentados são corroborados em França (2018), que demonstra elevadas taxas de FAP para a região Alto Rio Jequitinhonha.

O Índice de Consistência (IC) foi 0,0875 e Razão de Consistência (RC) de 0,0781, dentro dos limites de coerência e confiabilidade aceitáveis ( $\leq 0,10$ ) (Saaty, 1980) para a metodologia AHP, na etapa de hierarquização da importância dos critérios avaliados.

As formas de ocupação do solo estão fortemente relacionadas aos aspectos pedológicos e de relevo, podendo ser constituídos em fatores decisivos para limitar o seu uso, considerando a preservação de espécies, controle erosivo e manutenção dos ecossistemas locais. Relacionando o mapa de FAP (Figura 3) ao mapa de declividade do terreno (Figura

2C), observa-se maior fragilidade ambiental associada às áreas mais declivosas. Em relação à pedologia (Figura 2D), os cambissolos, de maneira geral, foram associados as baixas e levemente baixas fragilidades. Embora sejam solos de alta fragilidade, é possível que a classe tenha sido neutralizada em partes pela camada de declividade do terreno, sobretudo com a inclusão dos pesos encontrados no método AHP, onde foi observado que para a mesma mancha de cambissolos (Figura 2D) encontrou-se dominância de terrenos planos (Figura 2C), logo, de baixa fragilidade.

Para a maior parte do Parque Estadual do Biribiri, no entanto, foi observada significativa heterogeneidade das classes de fragilidade, o que pode tornar difícil o planejamento de estratégias de conservação, devido à dificuldade para generalizar recomendações (Adami *et al.*, 2012). Entretanto, sobrepondo os pontos de ocorrência das espécies da flora ameaçadas de extinção sobre o mapa final de fragilidade ambiental (Figura 3), a definição de locais estratégicos para proteção destas espécies, de acordo com as classes de fragilidade local, pode ser melhor executada. As “Listas Vermelhas” são ferramentas essenciais para a conservação e fornecem informações-chave sobre o estado de espécies ameaçadas (Martinelli & Morais, 2013). Na Figura 3 é observado que as espécies da lista que apresentam risco de extinção elevado a extremamente elevado (EN e CR), encontram-se em sítios classificados em níveis de média, alta e extremamente alta fragilidade ambiental potencial.

Os critérios e subcritérios para classificação das espécies ameaçadas de extinção levam em consideração a redução da população, a extensão de ocorrência e/ou área de ocupação, pequeno tamanho populacional ou declínio, população muito pequena ou restrita e uma análise quantitativa da probabilidade em tempo até extinção da espécie (IUCN, 2001; Martinelli & Morais, 2013). Ou seja, são critérios fitossociológicos de quantificação da distribuição da espécie que comparados com a fragilidade ambiental potencial (Figura 3) destacam a localização da maioria das espécies em estudo em áreas de alta fragilidade.

A região do Parque Estadual do Biribiri apresenta altitudes elevadas e altas concentrações de afloramentos rochosos, características estas que limitam a propagação de fogo e favorecem a heterogeneidade espacial (Baker, 2009). Assim, essa unidade conservação serve como abrigo para espécies que são sensíveis ao fogo, como *Minaria refractifolia* e *Vellozia barbata*, espécies endêmicas típicas dos complexos rupestres da Cadeia do Espinhaço, nesta região de Diamantina (Roque & Pirani, 1997; Rapini *et al.*, 2009).

Para o território em análise, verificaram-se 43 indivíduos distribuídos em 21 espécies ameaçadas de extinção (Tabela 4), sendo 11 espécies EN (Em perigo), 7 VU (Vulneráveis) e 3 CR (Criticamente em Perigo), distribuídas entre 9 famílias botânicas, sendo a maior representatividade entre Apocynaceae (14 espécies) e Asteraceae (12 espécies). As espécies mais ameaçadas são: *Minaria grazielae*, de hábitat exclusivo entre rochas do Complexo

Rupestre, além de *Banisteriopsis andersonii* e *Minasia scapigera*, enquadradas na categoria EN (Em perigo).

**Tabela 4.** Espécies da flora ameaçadas de extinção encontradas no Parque Estadual do Biribiri.

Família	Nome Científico	Categoria	Número de indivíduos
APOCYNACEAE	<i>Minaria refractifolia</i> (K.Schum.) T.U.P.Konno & Rapini	VU	12
	<i>Minaria grazielae</i> (Fontella & Marquete) T.U.P.Konno & Rapini	EN	1
	<i>Minaria inconspícua</i> (Rapini) Rapini	EN	1
ARECACEAE	<i>Syagrus glaucescens</i> Glaz. ex Becc.	VU	1
ASTERACEAE	<i>Lychnophora tomentosa</i> (Mart. ex DC.) Sch.Bip.	VU	2
	<i>Disynaphia praeficta</i> (B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob.	EN	1
	<i>Minasia pereirae</i> H.Rob.	EN	2
	<i>Richterago arenaria</i> (Baker) Roque	VU	
	<i>Minasia scapigera</i> H.Rob.	EN	3
	<i>Lychnophora granmogolensis</i> (Duarte) Semir	EN	1
	<i>Mikania glauca</i> Mart. ex Baker	EN	1
	<i>Baccharis polyphylla</i> Gardner	VU	1
BROMELIACEAE	<i>Encholirium pedicellatum</i> (Mez) Rauh	CR	3
FABACEAE	<i>Lupinus coriaceus</i> Benth.	VU	1
	<i>Mimosa adamantina</i> Barneby	EN	2
LASTOMATACEAE	<i>Huberia pirani</i> Baumgratz	EN	3
MALPIGHIACEAE	<i>Peixotoa andersonii</i> C.E.Anderson	CR	1
	<i>Banisteriopsis andersonii</i> B.Gates	VU	3
RUTACEAE	<i>Esenbeckia irwiniana</i> Kaastra	EN	1
VELLOZIACEAE	<i>Barbacenia longiscapa</i> Goethart & Henrard	CR	1
	<i>Vellozia barbata</i> Goethart & Henrard	EN	1

**Fonte:** Extraído da base cartográfica da CNCFLORA - Centro Nacional de Conservação da Flora.

O gênero *Minaria* possui maior distribuição na área com 14 indivíduos, dos quais 12 correspondem à espécie *Minaria refractifolia* (VU) e os demais as espécies *Minaria grazielae* (EN) e *Minaria inconspícua* (EN). Trata-se de um gênero com alto nível de endemismo (Ribeiro *et al.*, 2012) com cerca de 75% de suas espécies confinadas a pequenas áreas da Serra do Espinhaço de Minas Gerais, predominantemente em Campo limpo (Konno *et al.*, 2006). Campo limpo ou campos rupestres são ambientes no Cerrado caracterizados por apresentarem solos litólicos, o mais abrangente na região de estudo (Figura 2D).

O Parque Estadual do Biribiri abriga um significativo conjunto de espécies ameaçadas e apresenta alto nível de endemismo da flora, sendo que há na região de entorno elevada pressão antrópica, o que pode apresentar riscos aos processos de fluxo gênico e equilíbrio natural da flora. Além disso, em acordo com o mapa de FAP (Figura 3), os 43 indivíduos observados ocorrem em terrenos de média a alta fragilidade ambiental. Portanto, unidades de conservação nesta área são necessárias e devem ser projetadas para proteger habitats particularmente especiais de altos níveis de história evolutiva caracterizados pelas

espécies endêmicas e que ocorram em ambientes de maiores vulnerabilidades e de degradação ambiental.

## ■ CONCLUSÕES

A distribuição espacial das espécies da flora ameaçadas de extinção está predominantemente apresentada sobre os sítios de *Média* a *Alta* fragilidade ambiental. Destaca-se, deste modo, a eficiência da unidade de conservação sobre este território, no cumprimento da sua finalidade para manutenção de ambientes frágeis e de flora local.

## ■ AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## ■ REFERÊNCIAS

1. ADAMI, S. F.; COELHO, R. M.; CHIBA, M. K.; MORAES, J. F. L. de. 2012. Environmental fragility and susceptibility mapping using geographic information systems: applications on Ribeirão do Pinhal watershed (Limeira, State of São Paulo). *Acta Scientiarum. Technology*, 34(4): 433-440. DOI: 10.4025/actascitechnol.v34i4.10005.
2. ALVARES, C. A. et al. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6): 711–728.
3. BAKER, W. L. 2009. Fire Ecology in Rocky Mountain Landscapes, Washington: Island Press.
4. BRASIL, Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC. Brasília: Diário oficial de 19/07/2000.
5. ESRI - Environmental Systems Research Institute. ArcGIS 10.0: GIS by ESRI. ESRI, 2013.
6. FRANÇA, L. C. J. Fragilidade ambiental potencial da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha, Minas Gerais, Brasil. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal) Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM. 114p., Diamantina, 2018.
7. FRANKE, J.; BARRADAS, A.C.S.; BORGES, M.A.; COSTA, M.M.; DIAS, P.A.; HOFFMAN, A.A.; FILHO, J.C.O.; MELCHIORI, A.E. & SIEGERT, F. Fuel load mapping in the Brazilian Cerrado in support of integrated fire management. *Remote Sensing of Environment*, v.217, p.221-232, 2018.
8. GIAM, X.; BRADSHAW, C. J. A; TAN, H. T. W & SODHI, N. S. 2010. Future habitat loss and the conservation of plant biodiversity. *Biological Conservation*, 143 (7): 1594-1602.

9. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Manual técnico da vegetação brasileira. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ, 271 p. 2012. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>>. Acesso em: 30 jan 2022.
10. IBGE. 2019. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>>. Acesso em: 30 jan 2022.
11. INSTITUTO PRÍSTINO: ATLAS DIGITAL GEOAMBIENTAL. Sistema WebGis de livre acesso ao banco de dados ambiental. Disponível em: <<https://institutopristino.org.br/atlas/>>. Acesso em: 30 jan 2022.
12. IUCN. 2001. IUCN Red List Categories. Version 3.1. Gland-Cambridge: IUCN Species Survival Commission, World Conservation Union.
13. KONNO, T. U.P., RAPINI, A., GOYDER, D. J. & CHASE, M. W. 2006. The new genus *Minaria* (Asclepiadoideae, Apocynaceae). *Taxon*, 55: 421–430.
14. MANFRÉ, L. A.; SILVA, A. M. da; URBAN, R. C.; RODGERS, J. 2012. Environmental fragility evaluation and guidelines for environmental zoning: a study case on Ibiuna (the Southeastern Brazilian region). *Environmental Earth Sciences*, 69(3): 947-957. DOI: 0.1007/s12665-012-1979-2
15. MARTINELLI, G.; MORAE, M. A. Livro vermelho da Flora do Brasil. 1ª edição: Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 1100 p., 2013. Disponível em: <http://dspace.jbrj.gov.br/jspui/handle/doc/26>
16. MINAS GERAIS. Decreto nº 39.909 de 22 de setembro de 1998. Cria o Parque Estadual do Biribiri e dá outras providências. Lex: coletânea de Legislação, Belo Horizonte, MG, 1988. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=1558>>. Acesso em: 30 jan 2022.
17. MIRANDA, E. E. Brasil em Relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite. [online], 2005. URL: <http://www.relevobr.cnpem.embrapa.br>
18. MMA - Ministério do Meio Ambiente. 2007. Inter-relações entre biodiversidade e mudanças climáticas - Recomendações para a integração das considerações sobre biodiversidade na implementação da Convenção - Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do clima e seu Protocolo de Kyoto. Brasília, 220 p.
19. MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2011. Monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite: monitoramento do bioma Cerrado 2009-2010. Brasília, Ministério de Meio Ambiente, p. 65.
20. OLIVEIRA, C. D. L.; SILVA, A. P. A. & MOURA, P. A. G. 2019. Distribuição e Importância das Unidades de Conservação no Domínio Caatinga. *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*, 42 (1): 425-429.
21. RAPINI, A.; SILVA, R.F. DE S.; SAMPAIO, L.N.P. GIULIETTI, A. M.; RAPINI, A.; ANDRADE, M. J. G. DE; QUEIROZ, L. P. DE; SILVA, J. M. C. DA. Apocynaceae. Belo Horizonte, MG: Conservação Internacional; Univesidade Estadual de Feira de Santana, 2009.

22. RIBEIRO, P. L., RAPINI, A., SILVA, U. C. S. E., KONNO, T. U. P., DAMASCENA, L. S., & VAN DEN BERG, C. (2012). Spatial analyses of the phylogenetic diversity of *Minaria* (Apocynaceae): assessing priority areas for conservation in the Espinhaço Range, Brazil. *Systematics and Biodiversity*, 10(3), 317-331.
23. ROQUE, N.; PIRANI, J. R. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Compositae - Barnadesieae e Mutisieae. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo*, v. 16, p. 151-185, 1997.
24. SPORL, C. & ROSS, J. L. S. 2004. Análise comparativa da Fragilidade Ambiental com Aplicação de Três Modelos. *GEOUSP - Espaço e Tempo*, (15): 39-49.
25. SAATY, T. L. *Theory and Applications of the Analytic Network Process: Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs, and Risks*. Pittsburgh: RWS Publications, 1980.