

Biodiversidade em Risco no Nordeste Brasileiro: Análise da Cobertura de Unidades de Conservação Federais e Lacunas na Proteção de Espécies Vegetais Ameaçadas

Rodrigo Madeiros Teles

Graduando em Ciências Contábeis
Universidade Federal de Alagoas, Brasil
rodrigo.madeiras@feac.ufal.br
0009-0007-8334-8879

Cauã Queiroz Fernandes de Sousa

Graduando em Ciências Econômicas
Universidade Federal de Alagoas, Brasil
caua.sousa@feac.ufal.br
ORCID: 0009-0006-6872-076X

Walter Araújo de Lima Filho

Doutorando em Administração
Universidade de Brasília, Brasil
walter.araujo95@gmail.com
ORCID: 0000-0002-4972-1373

Márcio Jorge Porangaba Costa

Docente - FEAC/UFAL
Universidade Federal de Alagoas, Brasil
marcio.costa@feac.ufal.br
ORCID: 0009-0007-2828-3996

Biodiversidade em Risco no Nordeste Brasileiro: Análise da Cobertura de Unidades de Conservação Federais e Lacunas na Proteção de Espécies Vegetais Ameaçadas

RESUMO

Objetivo - avaliar, de forma comparável entre os estados do Nordeste, a representatividade das Unidades de Conservação federais sobre a distribuição espacial de espécies vegetais ameaçadas, identificando lacunas de proteção e assimetrias risco-proteção.

Metodologia - estudo quantitativo, descritivo-comparativo e documental geoespacial, com uso de operações de SIG, análise de sobreposição entre distribuição das espécies e polígonos de UCs, além de métricas por espécie, por território e por categoria de ameaça.

Originalidade/relevância - o trabalho enfrenta a lacuna de avaliações integradas e comparáveis entre os nove estados do Nordeste, focalizando a flora ameaçada como unidade analítica e articulando cobertura territorial, fragmentação e pressão antrópica.

Resultados - o Nordeste reuniu quase um terço das espécies vegetais ameaçadas do país em 2020, com forte concentração na Bahia. A rede federal de UCs mostrou distribuição tipologicamente desigual e insuficiente para representar a flora ameaçada de maneira homogênea entre os estados.

Contribuições teóricas/metodológicas - o estudo operacionaliza a representatividade da rede federal de UCs por meio de métricas replicáveis de cobertura e lacunas, reforçando a distinção entre cobertura nominal e proteção efetiva.

Contribuições sociais e ambientais - os achados subsidiam decisões sobre criação, expansão, recategorização e fortalecimento da gestão de UCs, com foco em conectividade, fiscalização, restauração e alocação mais eficiente de recursos em áreas críticas.

PALAVRAS-CHAVE: Unidades de Conservação federais. Flora ameaçada. Nordeste brasileiro.

Biodiversity at Risk in Northeastern Brazil: Analysis of the Coverage of Federal Protected Areas and Gaps in the Protection of Threatened Plant Species

ABSTRACT

Objective - to assess, comparatively across Northeastern Brazilian states, how well federal Protected Areas represent the spatial distribution of threatened plant species, identifying protection gaps and risk-protection asymmetries.

Methodology - a quantitative, descriptive-comparative, and geospatial documentary study based on GIS operations, overlap analysis between species distributions and protected-area polygons, and metrics by species, territory, and threat category.

Originality/Relevance - the study addresses the empirical gap in integrated and comparable assessments across the nine Northeastern states, focusing on threatened flora and linking territorial coverage, fragmentation, and anthropogenic pressure.

Results - Northeastern Brazil accounted for nearly one third of the country's threatened plant species in 2020, with a strong concentration in Bahia. The federal protected-area network proved territorially and typologically uneven and insufficient to represent threatened flora consistently across states.

Theoretical/Methodological Contributions - the article operationalizes the representativeness of the federal protected-area network through replicable coverage and gap metrics, reinforcing the distinction between nominal coverage and effective protection.

Social and Environmental Contributions - the findings support decisions on creating, expanding, recategorizing, and strengthening the management of protected areas, especially regarding connectivity, enforcement, restoration, and more efficient allocation of conservation resources.

KEYWORDS: Federal Protected Areas. Threatened flora. Northeastern Brazil.

Biodiversidad en Riesgo en el Nordeste Brasileño: Análisis de la Cobertura de Unidades de Conservación Federales y Brechas en la Protección de Especies Vegetales Amenazadas

RESUMEN

Objetivo - evaluar, de forma comparable entre los estados del Nordeste brasileño, la representatividad de las Unidades de Conservación federales sobre la distribución espacial de especies vegetales amenazadas, identificando vacíos de protección y asimetrías riesgo-protección.

Metodología - estudio cuantitativo, descriptivo-comparativo y documental geoespacial, con uso de operaciones SIG, análisis de superposición entre la distribución de las especies y los polígonos de UCs, además de métricas por especie, territorio y categoría de amenaza.

Originalidad/Relevancia - el trabajo aborda la laguna empírica de evaluaciones integradas y comparables entre los nueve estados del Nordeste, con foco en la flora amenazada y articulando cobertura territorial, fragmentación y presión antrópica.

Resultados - el Nordeste concentró casi un tercio de las especies vegetales amenazadas de Brasil en 2020, con fuerte peso de Bahía. La red federal de UCs mostró una distribución tipológicamente desigual e insuficiente para representar la flora amenazada de manera homogénea entre los estados.

Contribuciones Teóricas/Metodológicas - el estudio operacionaliza la representatividad de la red federal de UCs mediante métricas replicables de cobertura y vacíos, reforzando la distinción entre cobertura nominal y protección efectiva. **Contribuciones Sociales y Ambientales** - los hallazgos respaldan decisiones sobre creación, expansión, recategorización y fortalecimiento de la gestión de UCs, con énfasis en conectividad, fiscalización, restauración y asignación más eficiente de recursos.

PALABRAS CLAVE: Unidades de Conservación federales. Flora amenazada. Nordeste brasileño.

RESUMO GRÁFICO

 Problema <ul style="list-style-type: none">• Descompasso entre risco florístico e proteção territorial• Cobertura federal desigual entre estados• Lacunas na proteção da flora ameaçada	 Objetivo <ul style="list-style-type: none">• Avaliar a representatividade das UCs federais no Nordeste• Comparar estados quanto à cobertura da flora ameaçada• Identificar lacunas e assimetrias risco-proteção	 Metodologia <ul style="list-style-type: none">• Estudo quantitativo, descritivo-comparativo e geoespacial• Sobreposição entre distribuição das espécies e UCs federais• Métricas por espécie, estado e categoria de ameaça
 Resultados <ul style="list-style-type: none">• Nordeste concentra quase um terço da flora ameaçada do Brasil• Bahia lidera fortemente a concentração de espécies ameaçadas• Rede federal é tipologicamente desigual e insuficiente	 Contexto <ul style="list-style-type: none">• Fragmentação de habitats e pressões antrópicas crescentes• Importância da conservação in situ e da conectividade• Necessidade de planejamento sistemático e auditável	 Conclusões <ul style="list-style-type: none">• Cobertura nominal não equivale à proteção efetiva• Há assimetrias interestaduais relevantes na conservação• Políticas devem combinar expansão seletiva e maior efetividade

1. INTRODUÇÃO

A intensificação da conversão de habitats, a fragmentação da paisagem e a expansão de pressões antrópicas têm elevado o risco de extinção de espécies vegetais, especialmente em regiões megadiversas como o Nordeste brasileiro. Nesse cenário, unidades de conservação (UCs) federais constituem um instrumento central de proteção *in situ*. Contudo, sua contribuição depende da representatividade espacial, da categoria de manejo e de sua capacidade de reduzir perdas e degradação no território.

Do ponto de vista conceitual, o planejamento sistemático da conservação consolidou a noção de que redes de áreas protegidas devem ser desenhadas para representar a biodiversidade com metas explícitas, transparência e critérios verificáveis (Margules; Pressey, 2000). Análises globais de lacunas mostraram que a expansão areal, por si só, não assegura proteção adequada, pois vieses locais podem deixar espécies e ecossistemas sub-representados (Rodrigues et al., 2004).

O debate avançou ao enfatizar que cobertura e efetividade são dimensões complementares: além de capturar a distribuição dos alvos de conservação, áreas protegidas precisam estar posicionadas e geridas de modo a evitar degradação e extinções, reconhecendo que persistem vazios importantes mesmo em redes extensas (Le Saout et al., 2013). Esses marcos sustentam avaliações empíricas que combinam dados espaciais e critérios replicáveis para aferir se redes de UCs representam, de fato, a biodiversidade sob maior risco.

A urgência desse diagnóstico aumentou na última década. Sínteses globais apontam declínio acelerado da biodiversidade e defendem mudanças transformadoras para evitar perdas irreversíveis (Díaz et al., 2019). Em paralelo, análises em larga escala sugerem que áreas protegidas, em média, estão associadas a menor pressão antrópica do que áreas não protegidas, embora com forte heterogeneidade entre regiões e categorias (Geldmann et al., 2019).

No Nordeste, essa heterogeneidade é intensificada pela coexistência de biomas (Caatinga, Mata Atlântica, Cerrado e sistemas costeiros), pelo histórico de uso do território e por distúrbios crônicos em remanescentes, fatores que afetam a integridade ecológica e podem comprometer a persistência de espécies mesmo onde ainda há vegetação (Antongiovanni et al., 2020). Ademais, a crescente disponibilidade de bases de biodiversidade e inventários em áreas protegidas tem ampliado diagnósticos auditáveis sobre riqueza e lacunas de registros, favorecendo avaliações mais comparáveis (Moreira et al., 2020).

Nesse contexto, este estudo investiga se a cobertura de Unidades de Conservação Federais no Nordeste é suficiente para representar adequadamente a flora ameaçada e como essa cobertura se distribui entre estados, considerando a fragmentação de habitats e pressões antrópicas diferenciadas. A questão é analiticamente relevante porque cobertura não se refere apenas à proporção de área protegida, mas ao grau de sobreposição entre UCs e a distribuição dos alvos de conservação (espécies ameaçadas), além do potencial de reduzir perdas.

Evidências de priorização espacial na Caatinga indicam que, mesmo quando metas percentuais são consideradas, podem persistir espécies-lacuna com baixa representação nas áreas atualmente protegidas (Dória; Dobrovolski, 2021). Estudos recentes também sugerem que a proteção legal na Caatinga é limitada e desbalanceada entre categorias e jurisdições, com baixa proporção de proteção integral (Teixeira et al., 2021a; Teixeira et al., 2021b). Assim,

torna-se necessário testar, no recorte regional do Nordeste, como a malha federal de UCs se relaciona com a distribuição da flora ameaçada em diferentes estados.

Apesar do avanço de bases geoespaciais e métodos de análise de lacunas, persiste uma lacuna empírica: avaliações integradas que combinem, de forma comparável entre estados, métricas de cobertura de UCs federais e a distribuição espacial de espécies vegetais ameaçadas, permitindo identificar onde há maior descompasso entre risco biológico e proteção territorial. Parte da literatura brasileira oferece diagnósticos robustos por bioma ou por temas específicos, mas nem sempre focaliza a flora ameaçada como unidade analítica e, sobretudo, não decompõe sistematicamente as assimetrias interestaduais no Nordeste, onde concentração de espécies, fragmentação e pressões econômicas variam intensamente.

Este artigo contribui em duas frentes. No plano acadêmico, operacionaliza a representatividade da rede federal de UCs para a flora ameaçada e compara padrões entre estados, articulando o planejamento sistemático da conservação com evidências sobre desempenho desigual de áreas protegidas. No plano aplicado, apresenta um diagnóstico risco-proteção com potencial para orientar criação, expansão, recategorização e reforço de gestão de UCs federais em territórios críticos. Essa relevância é reforçada por trabalhos que defendem a expansão estratégica e a adaptação das redes de áreas protegidas diante de mudanças climáticas, combinando ganho de área e de efetividade (Malecha et al., 2023).

Em termos práticos, explicitar lacunas de proteção para plantas ameaçadas no Nordeste subsidia decisões de política pública relacionadas à conectividade, restauração e fiscalização em paisagens fragmentadas. Dinâmicas recentes de uso e cobertura da terra em áreas secas brasileiras apontam tendências que podem agravar riscos, reforçando a necessidade de planejamento adaptativo e monitoramento contínuo (Franca Rocha et al., 2024). Ao identificar onde a proteção federal não acompanha a distribuição de espécies ameaçadas, o estudo oferece evidências para reduzir assimetrias territoriais e orientar a alocação mais eficiente de recursos de conservação.

O presente artigo está estruturado em cinco seções centrais, além desta introdução. Inicialmente, apresenta-se o referencial teórico, que sustenta conceitualmente a discussão proposta. Em seguida, descreve-se a metodologia adotada para condução da pesquisa. Na sequência, são expostos e discutidos os principais resultados obtidos. Por fim, são apresentadas as conclusões, com síntese dos achados e implicações do estudo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O objetivo deste referencial teórico é organizar criticamente o estado da arte sobre planejamento sistemático da conservação, representatividade e viés espacial em redes de Unidades de Conservação (UCs), de modo a sustentar a avaliação comparativa entre estados do Nordeste quanto à proteção da flora ameaçada. O eixo conceitual que estrutura a seção é a distinção entre cobertura e proteção efetiva: enquanto a primeira descreve a extensão territorial sob alguma forma de proteção, a segunda depende da correspondência entre UCs, alvos biológicos e processos ecológicos que asseguram persistência no tempo (Margules; Pressey, 2000; Rodrigues et al., 2004).

A literatura sobre planejamento sistemático consolida que redes de áreas protegidas devem ser avaliadas por metas explícitas de representatividade - isto é, quem está protegido e

onde - e por critérios verificáveis de cobertura espacial, evitando conclusões ancoradas apenas na área total. Um ponto recorrente é que alvos uniformes podem mascarar déficits para grupos específicos, sobretudo espécies raras e ameaçadas, exigindo métricas orientadas por distribuição e risco. Em termos analíticos, isso desloca o foco do quanto se protege para o que e onde se protege (Le Saout et al., 2013; Rodrigues et al., 2004).

Essa distinção se torna particularmente importante diante do viés locacional frequentemente reportado para áreas protegidas, sintetizado pela lógica do high and far: a preferência por terras mais íngremes, altas e remotas, associadas a menor custo de oportunidade e menor conflito produtivo. Quando esse padrão predomina, a cobertura pode crescer sem captar hotspots sob maior pressão, reduzindo a capacidade de a rede cumprir metas de representatividade, especialmente para espécies ameaçadas concentradas em áreas de maior conversão e fragmentação (Joppa; Pfaff, 2009; Venter et al., 2018).

No contexto brasileiro, análises em escala nacional indicam que a rede de UCs pode ser insuficiente para proteger parcela expressiva de espécies e linhagens, mesmo quando a cobertura territorial aparenta ser elevada. Do ponto de vista teórico, lacunas emergem quando a sobreposição entre UCs e a distribuição das espécies é baixa, ou quando a proteção incide em locais de menor relevância ecológica para os alvos. Assim, a noção de lacuna não se resume à existência de UCs, mas à sua capacidade de capturar espacialmente a distribuição de espécies sob risco (Oliveira et al., 2017; Fonseca; Venticinque, 2018).

A interpretação de lacunas depende da qualidade das informações de distribuição. A literatura alerta que modelos de distribuição podem superestimar áreas adequadas e, com isso, deslocar prioridades e alterar estimativas de efetividade de UCs. Em avaliações comparativas entre estados, essa questão é particularmente sensível: se fontes, escalas e incertezas não forem padronizadas, déficits de proteção podem refletir artefatos metodológicos, e não diferenças reais na suficiência das redes (Koch; Almeida-Cortez; Kleinschmit, 2017; Velazco et al., 2020).

Quando o foco recai sobre flora ameaçada, o debate reforça que a suficiência das UCs depende não apenas de localização, mas também do tipo de cobertura, categoria e governança, e de sua compatibilidade com a geografia do risco. Evidências em ambientes neotropicais secos e altamente pressionados apontam assimetrias e sugerem que sistemas desbalanceados tendem a deixar áreas-chave fora de proteção estrita, mesmo na presença de mosaicos de uso sustentável (Teixeira et al., 2021; Venter et al., 2018).

Do ponto de vista ecológico, estudos com grupos vegetais e diversidade mostram que a efetividade é heterogênea: redes podem ser adequadas para parte da biota, mas ainda insuficientes para capturar toda a diversidade e, especialmente, espécies ameaçadas fora dos perímetros protegidos. Em termos teóricos, isso reforça que a avaliação deve ser sensível à escala, ao grupo taxonômico e ao desenho da rede, evitando generalizações a partir de um subconjunto de alvos (Heringer et al., 2020; Saraiva et al., 2018).

Evidências globais indicam que áreas protegidas, em média, reduzem perda de habitat e podem contribuir para manter biodiversidade, mas com variação substancial entre contextos, frequentemente mediada por pressão humana no entorno. A conectividade aparece como condição para persistência em paisagens fragmentadas, uma vez que redes desconectadas limitam dispersão, fluxo gênico e recolonização. Para flora ameaçada, cujas populações dependem tanto de conectores quanto da integridade do entorno, lacunas incluem não apenas

a ausência de UCs sobre a distribuição das espécies, mas também falhas de desenho espacial que tornam a proteção ecologicamente frágil (Saura et al., 2019; Jung et al., 2022).

3. METODOLOGIA

Este estudo adota abordagem quantitativa, com delineamento descritivo-comparativo e base documental geoespacial, voltado a mensurar a representatividade de Unidades de Conservação federais sobre a distribuição de espécies vegetais ameaçadas no Nordeste. O enquadramento é coerente com avanços recentes do planejamento sistemático e sua aplicação para metas de conservação, mantendo o princípio de objetivos explícitos e critérios de eficiência (Giakoumi et al., 2025; Margules; Pressey, 2000).

A unidade de análise é o estado, contemplando as nove Unidades da Federação do Nordeste, o que permite estimativas padronizadas de assimetrias risco-proteção e comparações interestaduais. Para reduzir inferências baseadas apenas na área total protegida, a avaliação integra métricas por espécie e por território, articulando cobertura e contexto de pressão humana.

Para a seleção das unidades e camadas-base, os limites estaduais e o recorte regional foram obtidos de bases cartográficas oficiais. As camadas foram harmonizadas em projeção equivalente para cálculo de áreas, com documentação de parâmetros de processamento.

A lista de espécies vegetais ameaçadas foi consolidada de fonte oficial e harmonizada quanto a sinonímias e categoria de ameaça. Registros ambíguos ou incompletos foram excluídos com trilha de auditoria. As distribuições foram operacionalizadas como polígonos, quando disponíveis, ou como superfícies derivadas de registros georreferenciados, com checagens de duplicidade, outliers e geometrias inválidas.

Os limites das UCs federais foram obtidos em repositório oficial, filtrando-se por esfera administrativa e tipologia, e submetidos a validações topológicas para evitar erros de área. Em seguida, aplicou-se dissolução por unidade para impedir dupla contagem.

Para qualificar lacunas, incorporaram-se indicadores de pressão antrópica e fragmentação compatibilizados ao sistema de referência do estudo. A sobreposição foi estimada por interseção espacial entre distribuição das espécies e polígonos das UCs, gerando: proporção da distribuição protegida por espécie, área absoluta protegida e percentual de espécies com cobertura acima de limiares como 10% e 30%.

As lacunas foram definidas como porções da distribuição com baixa ou nenhuma interseção com UCs federais, sumarizadas por estado e por categoria de ameaça. Para reduzir a dominância de espécies de ampla distribuição, reportaram-se estatísticas robustas e contagens por classes de cobertura.

Realizaram-se análises de sensibilidade variando limiares, resolução e estratificação por tipologia de UC. Rotinas, versões e parâmetros foram registrados para auditoria. A análise combinou operações de SIG (interseção, dissolução e recorte) e estatística descritiva comparativa, com sistematização dos resultados em tabelas e mapas por estado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Padrões espaciais de risco na flora ameaçada (2020)

Os resultados mostram assimetria espacial pronunciada do risco, indicando que a suficiência da cobertura federal não pode ser inferida por médias regionais. Em termos de planejamento, a prioridade deve ser guiada por metas explícitas de representatividade e por unidades de decisão territorial comparáveis entre estados, evitando metas uniformes desconectadas do risco observado.

A Tabela 1 evidencia que a Bahia concentra 68,51% das espécies ameaçadas do Nordeste e lidera todas as categorias, enquanto Pernambuco aparece distante e os demais estados possuem baixa participação relativa. Esse padrão é compatível com processos de fragmentação e perda de habitat que elevam o risco em paisagens já pressionadas e agravam a vulnerabilidade de populações pequenas.

A concentração baiana também sugere sobreposição entre áreas de alta diversidade e vetores de pressão antrópica, reforçando que onde há mais espécies frequentemente coincide com onde há mais ameaça. A Tabela 2 confirma a relevância do Nordeste no cenário nacional (30,94% do total brasileiro), com maior peso relativo em Vulnerável.

A leitura interestadual exige cautela: percentuais baixos em alguns estados não significam necessariamente baixo risco ecológico, podendo refletir lacunas de avaliação, subamostragem e assimetrias de conhecimento taxonômico e espacial.

Tabela 1 - Distribuição percentual de espécies vegetais por categoria de risco no Nordeste - 2020

UNIDADE DA FEDERAÇÃO	RARA*	EM PERIGO	VULNERÁVEL	TOTAL
NORDESTE	100	100	100	100
MARANHÃO	3,17	2,18	6,59	3,52
PIAUÍ	3,17	2,18	5,13	3,12
CEARÁ	3,17	2,86	4,76	3,42
RIO GRANDE DO NORTE	0,79	1,51	2,2	1,61
PARAÍBA	-	3,36	3,66	3,02
PERNAMBUCO	9,52	9,58	7,69	9,05
ALAGOAS	0,79	4,87	5,13	4,43
SERGIPE	-	3,19	5,13	3,32
BAHIA	79,37	70,25	59,71	68,51

Fonte: Autores (2026).

Tabela 2 - Número e percentual de espécies vegetais ameaçadas de extinção por categoria de risco, segundo o Brasil e a Região Nordeste - 2020

UNIDADE	RARA*		EM PERIGO		VULNERÁVEL		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
BRASIL	685	100	1847	100	681	100	3213	100
NORDESTE	126	18,39	595	32,21	273	40,09	994	30,94
MARANHÃO	4	0,58	13	0,7	18	2,64	35	1,09
PIAUÍ	4	0,58	13	0,7	14	2,06	31	0,96
CEARÁ	4	0,58	17	0,92	13	1,91	34	1,06
RIO GRANDE DO NORTE	1	0,15	9	0,49	6	0,88	16	0,5
PARAÍBA	-	-	20	1,08	10	1,47	30	0,93
PERNAMBUCO	12	1,75	57	3,09	21	3,08	90	2,8
ALAGOAS	1	0,15	29	1,57	14	2,06	44	1,37
SERGIPE	-	-	19	1,03	14	2,06	33	1,03
BAHIA	100	14,6	418	22,63	163	23,94	681	21,2

Fonte: Autores (2026).

A Tabela 3 revela que a rede federal de UCs no Nordeste é altamente concentrada por tipologia e por área: a Bahia domina estações ecológicas e refúgios de vida silvestre, enquanto o Maranhão concentra reservas biológicas e extrativistas, e Pernambuco concentra ARIE. Essa distribuição é compatível com trajetórias institucionais e com seleção espacial não aleatória.

4.2 Configuração e especialização territorial das UCs federais (2019)

Tabela 3 - Distribuição percentual das Unidades de Conservação federais e respectivas áreas em hectares na Região Nordeste - 2019

UF	PN		RB		EE		RVS		APA		ARIE		REX		FN	
	Nº	AT	Nº	AT	Nº	AT	N	A	Nº	AT	N	A	Nº	AT	N	AT
NORDESTE	100	100	100	100	100	100	1	1	100	100	1	1	100	100	1	100
							0	0			0	0			0	0
							0	0			0	0			0	0
MARANHÃO	9,5	11,2	1,1	79,1	-	-	-	-	-	-	-	-	52,94	66,12	-	-
PIAUI	14,29	33,3	-	-	4,2	13,9	-	-	8,3	0,3	-	-	-	-	1	0,2
															0	5
CEARÁ	9,5	0,5	-	-	8,5	2,4	-	-	25	3,1	-	-	11,76	2,9	2	58,67
															0	0
RIO GRANDE DO NORTE	4,7	0,3	11,11	0,3	14,29	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,5
															0	8
PARAÍBA	-	-	11,11	1,1	-	-	-	-	16,67	46,35	-	-	5,8	0,6	1	0,1
															0	7
PERNAMBUCO	9,5	2,6	22,22	0,3	-	-	-	-	16,67	0,6	1	1	-	-	1	4,4
											0	0			0	5
											0	0				
ALAGOAS	-	-	11,11	1,2	14,29	0,6	-	-	8,3	0,0	-	-	5,8	0,9	-	-
SERGIPE	4,7	0,2	11,11	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,2
															0	1
BAHIA	47,62	51,63	22,22	5,5	28,57	82,97	1	1	25	49,43	-	-	23,53	29,29	2	35,66
															0	0

Legenda: PN = Parque Nacional; RB = Reserva Biológica; EE = Estação Ecológica; RVS = Refúgio de Vida Silvestre; APA = Área de Proteção Ambiental; ARIE = Área de Relevante Interesse Ecológico; REX = Reserva Extrativista; FN = Floresta Nacional.

Fonte: Autores (2026). Nota: UCs interestaduais: PN (BA/TO/MA/PI); RB (AL/PE; BA/ES); EE (BA/TO); APA (CE/PI; PE/AL); REX (MA/PI; PB/PE).

Esse desenho indica especialização territorial das categorias, mas não garante alinhamento com a geografia do risco florístico observada na Tabela 1. A Tabela 4 sugere predominância relativa de categorias de uso sustentável em parte dos estados, enquanto a proteção integral aparece com baixa participação proporcional fora da Bahia.

Tabela 4 - Distribuição percentual de Unidades de Conservação federais, por tipo, na Região Nordeste - 2019

	PI ¹		US ²	
	Nº	Área (ha)	Nº	Área (ha)
NORDESTE	100	100	100	100
MARANHÃO	0,13	0,07	0,88	0,04
PIAUI	0,17	0,13	0,34	0,03
CEARÁ	0,17	0	1,73	0,31
RIO GRANDE DO NORTE	0,13	0	0,34	0
PARAÍBA	0,08	0	0,59	0
PERNAMBUCO	0,17	0,01	0,63	0
ALAGOAS	0,13	0	0,38	0

SERGIPE	0,08	0	0,38	0
BAHIA	0,84	0,28	4,88	0,09

Legenda: 1 = Proteção Integral; 2 = Uso Sustentável.

Fonte: Autores (2026).

A presença de UCs, por si só, não assegura desempenho conservacionista quando há pressões intensas no entorno e riscos de degradação por borda. Em avaliações tropicais, zonas de amortecimento podem ser tão degradadas quanto áreas não protegidas, reduzindo conectividade e qualidade de habitat, especialmente em mosaicos fragmentados e com expansão agropecuária.

4.3 (Des)alinhamento risco-proteção, lacunas e implicações

Combinando as tabelas, a resposta ao problema central é que a cobertura federal não é suficiente para representar adequadamente a flora ameaçada de forma homogênea entre os estados, pois há descompasso entre concentração do risco e distribuição e tipologia das UCs. Além disso, a efetividade depende de recursos e governança; déficits de pessoal e financiamento reduzem impacto mesmo onde a cobertura existe.

Os resultados também indicam que comparações interestaduais precisam incorporar viés de localização e contrafactuais: áreas protegidas são frequentemente criadas em locais menos suscetíveis à conversão, o que pode superestimar efeito se não houver controles adequados. Cobertura observada não equivale automaticamente a pressão evitada.

A implicação substantiva é dupla. Na Bahia, a concentração de espécies ameaça exigir foco em efetividade: conectividade, fiscalização, gestão adaptativa e mitigação de vetores no entorno, para evitar que grandes números coexistam com erosão ecológica. Onde a cobertura é baixa, a prioridade é reduzir lacunas com UCs mais restritivas em áreas críticas, maximizando custo-efetividade.

Por fim, os resultados sugerem que a suficiência deve ser avaliada com métricas por espécie e por território, e não por metas percentuais agregadas. A integração com camadas confiáveis de ecorregiões e uso/cobertura do solo reduz interpretações espúrias sobre proteção, fortalecendo a auditabilidade do diagnóstico e a comparabilidade entre estados.

Em síntese, a evidência empírica aponta uma rede federal concentrada e tipologicamente desigual frente à geografia do risco, com lacunas relevantes fora dos estados que concentram maior área protegida. Assim, o avanço de política pública deve combinar expansão seletiva orientada por lacunas risco-proteção com fortalecimento de efetividade onde a rede já existe, sob monitoramento contínuo e metas transparentes de representatividade.

5. CONCLUSÕES

Este estudo investigou se a rede federal de Unidades de Conservação no Nordeste do Brasil está espacialmente alinhada à distribuição de espécies vegetais ameaçadas, isto é, se há sobreposição efetiva entre áreas protegidas e as áreas onde o risco de extinção se concentra. Para isso, realizou-se uma análise quantitativa e comparativa entre os nove estados, com base

em dados geográficos e operações de sobreposição, considerando também o contexto de intervenção antrópica e fragmentação.

Os resultados indicam que o Nordeste tem relevância nacional para a conservação da flora ameaçada, reunindo, em 2020, quase um terço das espécies vegetais ameaçadas do país. Entretanto, esse padrão é altamente concentrado no interior da região: a Bahia responde por 68,51% das espécies ameaçadas registradas no Nordeste e lidera em todas as categorias de risco; Pernambuco aparece em seguida, enquanto os demais estados apresentam participação reduzida.

No que se refere à rede federal de UCs, os achados não apontam ausência de proteção, mas sim uma proteção distribuída de forma desigual e territorialmente concentrada. Observa-se um padrão de especialização por categorias, com predominância de determinados tipos de UCs em estados específicos. Contudo, essa estrutura não implica, por si só, que as UCs estejam localizadas nas áreas críticas para reduzir o risco observado.

A comparação entre risco e proteção sustenta a principal conclusão do trabalho: a cobertura federal não contempla a flora ameaçada de maneira proporcional e consistente entre os estados, evidenciando descompasso entre a concentração do risco e a distribuição e classificação das UCs. Adicionalmente, os resultados devem ser interpretados com cautela, pois a presença de áreas protegidas no mapa não implica necessariamente pressão evitada, já que parte dessas UCs pode ter sido estabelecida em áreas historicamente menos suscetíveis à conversão de uso do solo.

Como implicação, propõe-se uma agenda complementar. Em áreas de maior concentração de espécies ameaçadas, especialmente na Bahia, os maiores ganhos tendem a decorrer do aumento de efetividade, com conectividade, fiscalização, gestão adaptativa e redução de pressões no entorno. Nos estados com menor cobertura, a prioridade recai sobre a redução de lacunas de proteção por meio da criação ou readequação de UCs mais restritivas em áreas críticas, buscando maior custo-efetividade. Em síntese, os resultados reforçam que métricas de área protegida, isoladamente, são insuficientes: a redução do número de espécies ameaçadas requer monitoramento contínuo, transparência e coordenação interinstitucional.

REFERÊNCIAS

ANDO, Amy; Camm, Jeffrey; Polasky, Stephen; Solow, Andrew. Species distributions, land values, and efficient conservation. *Science*, Washington, DC, v. 279, n. 5359, p. 2126-2128, 1998. DOI: 10.1126/science.279.5359.2126.

ANTONGIOVANNI, Marina; VENTICINQUE, Eduardo; MATSUMOTO, Marcelo; FONSECA, Carlos Roberto. Chronic anthropogenic disturbance on Caatinga dry forest fragments. *Journal of Applied Ecology*, v. 57, n. 10, p. 2064–2074, 2020. DOI: 10.1111/1365-2664.13686.

BALMFORD, Andrew. A global-level assessment of the effectiveness of protected areas at resisting anthropogenic pressures. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 116, n. 46, p. 23209–23215, 2019. DOI: 10.1073/pnas.1908221116.

BARTHOLOMÉ, E.; BELWARD, A. S. GLC2000: a new approach to global land cover mapping from Earth observation data. *International Journal of Remote Sensing*, v. 26, n. 9, p. 1959–1977, 2005. DOI: 10.1080/01431160412331291297.

BOGONI, J. A. et al. Impending anthropogenic threats and protected area prioritization for jaguars in the Brazilian Amazon. *Communications Biology*, v. 6, art. 132, 2023. doi:10.1038/s42003-023-04490-1.

BOULAD, N.; AL SHOGOOR, S.; SAHWAN, W.; AL-OURAN, N.; SCHÜTT, B. Systematic Conservation Planning as a Tool for the Assessment of Protected Areas Network in Jordan. **Land**, v. 11, n. 1, art. 56, 2022. doi:10.3390/land11010056

BRUNER, Aaron G.; Gullison, Raymond E.; Rice, Richard E.; da Fonseca, Gustavo A. B. Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. **Science**, Washington, DC, v. 291, n. 5501, p. 125-128, 2001. DOI: 10.1126/science.291.5501.125.

BUTCHART, Stuart H. M. et al. Global biodiversity: indicators of recent declines. **Science**, Washington, DC, v. 328, n. 5982, p. 1164-1168, 2010. DOI: 10.1126/science.1187512.

Canteiro, C. et al. (2019). Enhancement of conservation knowledge through increased access to botanical information. **Conservation Biology**, 33(3), 523–533. <https://doi.org/10.1111/cobi.13291>

COAD, Lauren et al. Widespread shortfalls in protected area resourcing undermine efforts to conserve biodiversity. **Frontiers in Ecology and the Environment**, Washington, DC, v. 17, n. 5, p. 259-264, 2019. DOI: 10.1002/fee.2042.

COLE, J. R. et al. Not all protected areas are created equal: quality vs quantity in biodiversity conservation. **Biodiversity and Conservation**, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10531-025-03138-2>.

COMBES, M. et al. Systematic Conservation Planning at an Ocean Basin Scale: Identifying a Viable Network of Deep-Sea Protected Areas in the North Atlantic and the Mediterranean. **Frontiers in Marine Science**, v. 8, art. 611358, 2021. DOI: 10.3389/fmars.2021.611358.

CRAIGIE, Ian D. et al. Large mammal population declines in Africa's protected areas. **Biological Conservation**, Amsterdam, v. 143, n. 9, p. 2221-2228, 2010. DOI: 10.1016/j.biocon.2010.06.007.

D'ALBERTAS, F. et al. Private reserves suffer from the same location biases of public protected areas. **Biological Conservation**, v. 261, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109283>.

DE ALMEIDA-ROCHA, J. M.; PERES, C. A. Nominally protected buffer zones around tropical protected areas are as highly degraded as the wider unprotected countryside. **Biological Conservation**, v. 256, art. 109068, 2021. DOI: 10.1016/j.biocon.2021.109068.

DÍAZ, Sandra; SETTELE, Josef; BRONDÍZIO, Eduardo S.; NGO, Hien T. et al. Pervasive human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change. **Science**, v. 366, n. 6471, eaax3100, 2019. DOI: 10.1126/science.aax3100.

DÓRIA, Thaís Andrade Ferreira; DOBROVOLSKI, Ricardo. Improving post-2020 conservation of terrestrial vertebrates in Caatinga. **Biological Conservation**, v. 253, 108894, 2021. DOI: 10.1016/j.biocon.2020.108894.

DUVERGER, Soltan Galano; LOBÃO, Jocimara S. B. et al. Towards Uncovering Three Decades of LULC in the Brazilian Drylands: Caatinga Biome Dynamics (1985–2019). **Land**, v. 13, n. 8, 1250, 2024. DOI: 10.3390/land13081250.

EKLUND, J.; COAD, L.; GELDMANN, J.; CABEZA, M. What constitutes a useful measure of protected area effectiveness? A case study of management inputs and protected area impacts in Madagascar. **Conservation Science and Practice**, e107, 2019. DOI: 10.1111/csp2.107.

FAHRIG, Lenore. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, Palo Alto, v. 34, p. 487-515, 2003. DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419.

FERRARO, Paul J.; Hanauer, Merlin M. Protecting ecosystems and alleviating poverty with parks and reserves: “win-win” or tradeoffs? **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, DC, v. 108, n. 34, p. 13913-13918, 2011. DOI: 10.1073/pnas.1011529108.

FONSECA, C. R.; VENTICINQUE, E. M. Biodiversity conservation gaps in Brazil: A role for systematic conservation planning. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 16, n. 2, p. 61–67, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2018.03.001>.

FRANCA ROCHA, Washington J. S.; VASCONCELOS, Rodrigo N.; COSTA, Diego P.;

GELDMANN, Jonas; MANICA, Andrea; BURGESS, Neil D.; COAD, Lauren;

GIAKOUMI, S. et al. Advances in systematic conservation planning to meet global biodiversity goals. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 40, n. 4, p. 395–410, 2025. DOI: 10.1016/j.tree.2024.12.002.

GOMES, L. B. et al. Conservation challenges for Brazilian primates and the role of protected areas in a changing climate. **Scientific Reports**, v. 14, art. 31356, 2024. DOI: 10.1038/s41598-024-82717-9.

GRAY, Claudia L. et al. Local biodiversity is higher inside than outside terrestrial protected areas worldwide. **Nature Communications**, London, v. 7, art. 12306, 2016. DOI: 10.1038/ncomms12306.

HADDAD, Nick M. et al. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. **Science Advances**, Washington, DC, v. 1, n. 2, e1500052, 2015. DOI: 10.1126/sciadv.1500052.

HARRIS, N. C. et al. Socio-ecological gap analysis to forecast species range contractions for conservation. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)**, v. 120, n. 7, e2201942119, 2023. DOI: 10.1073/pnas.2201942119.

HERINGER, G. et al. Assessing the effectiveness of protected areas for the conservation of ferns and lycophytes in the Brazilian state of Minas Gerais. **Journal for Nature Conservation**, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2019.125775>.

JENKINS, Clinton N.; JOPPA, Lucas. Expansion of the global terrestrial protected area system. **Biological Conservation**, Amsterdam, v. 142, n. 10, p. 2166–2174, 2009. DOI: 10.1016/j.biocon.2009.04.016.

JOPPA, Lucas N.; PFAFF, Alexander. High and far: biases in the location of protected areas. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 4, n. 12, e8273, 2009. DOI: 10.1371/journal.pone.0008273.

JUNG, M. et al. The global exposure of species ranges and protected areas to forest management. **Diversity and Distributions**, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/ddi.13582>.

KOCH, R.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; KLEINSCHMIT, B. Revealing areas of high nature conservation importance in a seasonally dry tropical forest in Brazil: Combination of modelled plant diversity hot spots and threat patterns. **Journal for Nature Conservation**, v. 35, p. 24–39, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2016.11.004>.

LE SAOUT, Soizic; HOFFMANN, Michael; SHI, Yichuan; HUGHES, Adrian; BERNARD, Cyril et al. Conservation. Protected areas and effective biodiversity conservation. **Science**, v. 342, n. 6160, p. 803–805, 2013. DOI: 10.1126/science.1239268.

LI, G. et al. Mixed effectiveness of global protected areas in resisting habitat loss. **Nature Communications**, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-024-52693-9>.

LUO, Q.; LI, S.; WANG, H.; CHENG, H. Mapping Human Pressure for Nature Conservation: A Review. **Remote Sensing**, v. 16, n. 20, art. 3866, 2024. DOI: 10.3390/rs16203866.

MALECHA, Artur; VALE, Mariana M.; MANES, Stella. Increasing Brazilian protected areas network is vital in a changing climate. **Biological Conservation**, v. 288, 110360, 2023. DOI: 10.1016/j.biocon.2023.110360.

MARGULES, C. R.; PRESSEY, R. L. Systematic conservation planning. **Nature**, v. 405, n. 6783, p. 243–253, 2000. DOI: 10.1038/35012251.

MAXWELL, Sean L. et al. The ravages of guns, nets and bulldozers. **Nature**, London, v. 536, p. 143–145, 2016. DOI: 10.1038/536143a.

MEDEIROS, Iara S.; et al. Effectiveness of Federal Protected Areas in the Preservation of Mangrove Forests on the Coast of the State of Paraíba, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 95, n. 1, e20211079, 2023. DOI: 10.1590/0001-3765202320211079.

MENG, J.; LI, Y.; FENG, Y.; HUA, F.; SHEN, X.; LI, S.; SHRESTHA, N.; PENG, S.;

MOREIRA, Marina Muniz; CARRIJO, Thiago; ALVES-ARAÚJO, Andréa; AMORIM, André M. A.; RAPINI, Alessandro et al. Using online databases to produce comprehensive accounts of the vascular plants from the Brazilian protected areas: The Parque Nacional do Itatiaia as a case study. **Biodiversity Data Journal**, v. 8, e50837, 2020. DOI: 10.3897/BDJ.8.e50837.

MU, H. et al. A global record of annual terrestrial Human Footprint dataset from 2000 to 2018. **Scientific Data**, v. 9, art. 176, 2022. DOI: 10.1038/s41597-022-01284-8.

MYERS, Norman et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, London, v. 403, p. 853-858, 2000. DOI: 10.1038/35002501.

NAIDOO, R.; GERKEY, D.; HOLE, D. et al. Evaluating the impacts of protected areas on human well-being across the developing world. **Science Advances**, v. 5, n. 4, eaav3006, 2019. DOI: 10.1126/sciadv.aav3006.

NEWBOLD, Tim et al. Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. **Nature**, London, v. 520, n. 7545, p. 45-50, 2015. DOI: 10.1038/nature14324.

OLDEKOP, J. A.; HOLMES, G.; HARRIS, W. E.; EVANS, K. L. A global assessment of the social and conservation outcomes of protected areas. **Conservation Biology**, v. 30, n. 1, p. 133–141, 2016. DOI: 10.1111/cobi.12568.

OLIVEIRA, Ubirajara et al. Biodiversity conservation gaps in the Brazilian protected areas. **Scientific Reports**, London, v. 7, art. 9141, 2017. DOI: 10.1038/s41598-017-08707-2.

OLSON, David M. et al. Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth. **BioScience**, Oxford, v. 51, n. 11, p. 933-938, 2001. DOI: 10.1641/0006-3568(2001)051[0933:TEOTWA]2.0.CO;2.

PEDROSO-SANTOS, F. et al. Vertebrate taxonomic and functional hotspots in the Brazilian Atlantic Forest. **Diversity and Distributions**, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1111/ddi.13908>.

PIMM, S. L. et al. Can we defy nature's end? **Science**, v. 293, n. 5538, p. 2207–2208, 2001. DOI: 10.1126/science.1061626.

PINTO, Míriam Plaza. The Brazilian Caatinga protected areas: an extremely unbalanced conservation system. **Environmental Conservation**, v. 48, n. 4, p. 287–294, 2021. DOI: 10.1017/S0376892921000308.

PRESOTTO, A.; HAMILTON, S.; IZAR, P. A 10-meter resolution human footprint dataset to support biodiversity and conservation studies in Brazil. **Scientific Data**, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41597-025-06034-0>.

PULIDO-CHADID, K.; RAHBEK, C.; GELDMANN, J. Evaluating protected areas' coverage of threats to terrestrial biodiversity. **Conservation Biology**, v. 39, n. 6, e70086, 2025. DOI: 10.1111/cobi.70086

RAHBEK, C.; WANG, Z. Anthropogenic vulnerability assessment of global terrestrial protected areas with a new framework. **Biological Conservation**, v. 283, art. 110064, 2023. DOI: 10.1016/j.biocon.2023.110064.

RODRIGUES, Ana S. L.; ANDELMAN, Sandy J.; BAKARR, Mamadou I.; BOITANI, Luigi; BROOKS, Thomas M. et al. Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. **Nature**, v. 428, n. 6983, p. 640–643, 2004. DOI: 10.1038/nature02422.

SANTOS, G. S. et al. Management plans bias the number of threatened species in protected areas: a study case with flora species in the Atlantic Forest. **Biodiversity and Conservation**, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10531-024-02796-y>.

SARAIVA, D. D. et al. How effective are protected areas in conserving tree taxonomic and phylogenetic diversity in subtropical Brazilian Atlantic Forests? **Journal for Nature Conservation**, v. 42, p. 28–35, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2018.02.002>.

SAURA, S. et al. Global trends in protected area connectivity from 2010 to 2018. **Biological Conservation**, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.07.028>.

Soares, A. C. d. S.; Sano, E. E.; Aquino, F. d. G.; Almeida, T. d. Threats and Opportunities for Biodiversity Conservation and Sustainable Use in the Buffer Zones of National Parks in the Brazilian Cerrado. **Sustainability**, 17(14), 6597, 2025. doi:10.3390/su17146597.

SPILIOPOULOU, K. et al. Protected areas and the ranges of threatened species: Towards the EU Biodiversity Strategy 2030. **Biological Conservation**, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110166>.

SUN, Z.; BEHRENS, P.; TUKKER, A.; BRUCKNER, M.; SCHERER, L. Global Human Consumption Threatens Key Biodiversity Areas. **Environmental Science & Technology**, v. 56, n. 13, p. 9003–9014, 2022. DOI: 10.1021/acs.est.2c00506.

TEIXEIRA, L. P.; NIC LUGHADHA, E.; SILVA, M. V. C.; MORO, M. F. How much of the Caatinga is legally protected? An analysis of temporal and geographical coverage of protected areas in the Brazilian semiarid region. **Acta Botanica Brasílica**, v. 35, n. 3, p. 473–485, 2021. DOI: 10.1590/0102-33062020abb0492.

TEIXEIRA, Marília Gomes; VENTICINQUE, Eduardo Martins; LION, Marília Bruzzi;

VELAZCO, S. J. E. et al. Overprediction of species distribution models in conservation planning: A still neglected issue with strong effects. **Biological Conservation**, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108822>.

VENTER, O. et al. Bias in protected-area location and its effects on long-term aspirations of biodiversity conventions. **Conservation Biology**, v. 32, n. 1, p. 127–134, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/cobi.12970>

VENTER, Oscar et al. Sixteen years of change in the global terrestrial human footprint and implications for biodiversity conservation. **Nature Communications**, London, v. 7, art. 12558, 2016. DOI: 10.1038/ncomms12558.

WATSON, James E. M. et al. The performance and potential of protected areas. **Nature**, London, v. 515, p. 67-73, 2014. DOI: 10.1038/nature13947.

ZAFRA-CALVO, N.; GELDMANN, J. Protected areas to deliver biodiversity need management effectiveness and equity. **Global Ecology and Conservation**, v. 22, e01026, 2020. DOI: 10.1016/j.gecco.2020.e01026.