

DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE CARGA TURÍSTICA E DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA CAVERNA TOCA DO ANGICO, CAMPO FORMOSO, BA

Edemir Barbosa dos Santos

Universidade do Estado da Bahia,
Programa de Pós-Graduação em Ecologia Humana e Gestão Socioambiental, Juazeiro, BA, Brasil
edemirbs@gmail.com

Cristiana de Cerqueira Silva Santana

Universidade do Estado da Bahia
Programa de Pós-Graduação em Ecologia Humana e Gestão Socioambiental, Juazeiro, BA, Brasil
ccsilva@uneb.br

RESUMO

No Brasil, muitas cavidades são utilizadas para fins turísticos, e quando mal geridas, ocasionam uma série de impactos que comprometem o equilíbrio ambiental. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo analisar a capacidade de carga turística e o estado de conservação do trecho turístico da Toca do Angico, Campo Formoso, Bahia. Adotou-se a metodologia de capacidade de carga física, real e efetiva, e o protocolo rápido de análise do estado de conservação de cavernas. Desse modo, a capacidade de carga turística efetiva apontou uma carga máxima de 27 visitantes por dia, já o estado de conservação alcançou 73 pontos, enquadrando a cavidade como de média prioridade para conservação. O uso da caverna Toca do Angico tem ocasionado a degradação ambiental por meio de pichações, quebra de espeleotemas, descarte de resíduos sólidos e até a confecção de fogueiras no interior. O manejo adequado do atrativo turístico perpassa pela realização de estudos que apontem a capacidade de carga, o estado de conservação e a implementação de um plano de manejo espeleológico de modo a promover a conservação ambiental e a sustentabilidade econômica da atividade.

Palavras-chave: Espeleoturismo. Impacto ambiental. Sustentabilidade. Toca do Angico. Campo Formoso-Ba.

DETERMINATION OF TOURISM CARRYING CAPACITY AND CONSERVATION STATUS OF TOCA DO ANGICO CAVE, CAMPO FORMOSO, BA

ABSTRACT

In Brazil, many caves are used for tourism purposes, and when poorly managed, they can cause a range of impacts that disrupt environmental balance. This study aimed to analyze the tourism carrying capacity and conservation status of the visitor-accessible section of Toca do Angico Cave, located in Campo Formoso, Bahia. The methodology used included the calculation of physical, real, and effective carrying capacities, as well as a fast assessment protocol for cave conservation, which evaluates biotic, abiotic, and anthropic parameters in both internal and external cave environments. The effective carrying capacity was determined to be a maximum of 27 visitors per day. The conservation assessment classified the cave as medium priority. Tourism-related degradation observed in the cave includes graffiti, speleothem breakage, improper disposal of solid waste, and the lighting of fires inside the cave. Proper management of this tourist site requires studies to establish its carrying capacity and conservation status, alongside the implementation of a speleological management plan aimed at ensuring environmental preservation and the economic sustainability of the activity.

Keywords: Cave tourism. Environmental impact. Sustainability. Angico Cave. Campo Formoso-Ba.

INTRODUÇÃO

As cavernas pertencem à União e são consideradas patrimônio nacional. Nesses espaços, podem ser desenvolvidas atividades técnico-científicas, étnicas, culturais, espeleológicas, turísticas, recreativas e educacionais, desde que sejam garantidos o conhecimento sobre o patrimônio e o controle ambiental (BRASIL, 1988; BRASIL, 2008).

Apesar das normas de proteção existentes, as cavernas estão sujeitas a diversos tipos de impacto ambiental, sendo o turismo um dos principais causadores (Donato e Ribeiro, 2011; Silva e Moraes, 2016; Silva *et al.*, 2017).

O espeleoturismo, modalidade que consiste na visita a cavernas para fins recreativos, culturais e contemplativos, deve ser praticado de forma consciente, visando a conservação do patrimônio espeleológico, a minimização dos impactos ambientais e a garantia da segurança dos visitantes (ABETA, 2009; ABETA; MINISTÉRIO DO TURISMO, 2009).

Essa modalidade de turismo tem atraído cada vez mais adeptos proporcionando aos visitantes a oportunidade de conhecer diferentes formações geológicas, espeleotemas e a fauna cavernícola. A experiência de contemplar formações que levaram milhares de anos para se formar, algumas extremamente sensíveis ao toque, à temperatura e à vibração, é um dos grandes atrativos. Além da beleza cênica, o histórico de ocupação por povos antigos e a presença de fósseis em algumas cavidades também despertam o interesse dos visitantes.

O crescente interesse pelo espeleoturismo tem levado a diversos impactos ambientais, incluindo a compactação do solo, a quebra de espeleotemas, a degradação de fósseis, alterações na microbiota e a contaminação de corpos hídricos subterrâneos. Soma-se a isso a disposição inadequada de resíduos sólidos, a presença de fuligem e pichações, o desmatamento no entorno das cavernas, alterações microclimáticas, o aumento das taxas de CO₂ e a consequente perda de biodiversidade (Azevedo e Bernard, 2015; Lobo *et al.*, 2015; Borsanelli, Seixas e Lobo, 2015; Mendes, Silva; Araújo *et al.*, 2017; Xavier, Ribas e Braz, 2017; Cruz, Barros e Araújo, 2018; Zanatto *et al.*, 2019; Machado, 2020; Mochiutti *et al.*, 2021; Zanatto, Steinke; Vieira, 2022).

A exploração inadequada de cavernas representa uma ameaça ao equilíbrio ambiental e pode prejudicar serviços ecossistêmicos cruciais, como o armazenamento de água e o abrigo para uma variedade de espécies, com destaque para os morcegos, fundamentais na dispersão de sementes, polinização e controle de insetos. Adicionalmente, o uso desordenado desses ambientes pode resultar na destruição de formações geológicas singulares e de importantes registros arqueológicos e paleontológicos (Tomić *et al.*, 2019).

A abertura de cavidades para atividades turísticas, religiosas ou culturais deve ser precedida pela elaboração de um Plano de Manejo Espeleológico (PME), instrumento obrigatório conforme a Resolução nº 347 (BRASIL, 2004). O PME deve ser estruturado com base em diversos estudos, incluindo aqueles que identificam e avaliam os possíveis impactos ambientais, visando sua mitigação. Para isso, diferentes métodos podem ser aplicados na análise da gestão, sustentabilidade e efeitos do turismo em cavernas. Entre eles, destaca-se o protocolo rápido de análise do estado de conservação, desenvolvido por Donato (2011; 2014), e o método de capacidade de carga de Cifuentes (1992), que estabelece a quantidade máxima de visitantes que o atrativo pode suportar, considerando suas limitações ambientais (Limberger; Pires, 2014).

No Brasil, 175 cavidades são utilizadas para fins turísticos, enquanto na Bahia esse número chega a 16. O município de Campo Formoso, localizado no estado da Bahia, abriga 72 cavidades, algumas das quais apresentam fluxo turístico baixo ou eventual, como a Toca da Barriguda, Tiquara, Convento, Sumidouro e Angico (Lobo, Perinotto e Boggiani, 2008; Silva *et al.*, 2015; Cruz; Barros; Araújo, 2018; BRASIL, 2012; BRASIL, 2022).

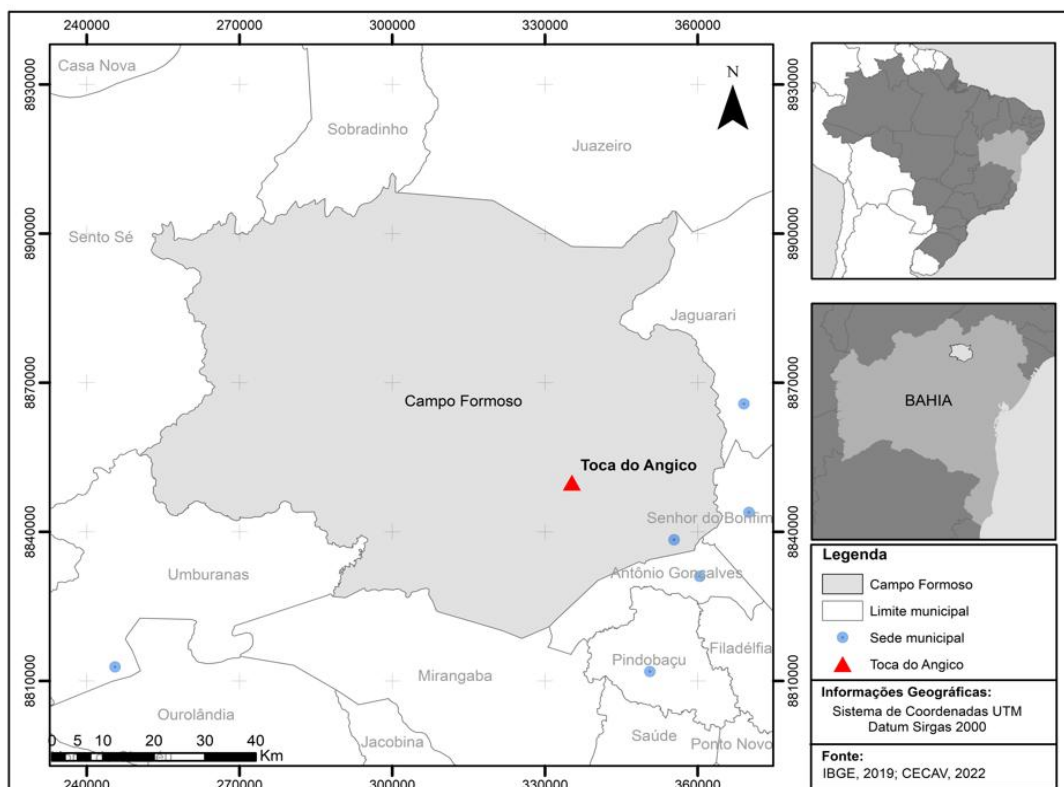
Apesar do fluxo turístico nas cavernas do município de Campo Formoso, BA, nenhuma delas dispõe de PME ou quaisquer estudos técnicos que disciplinem o uso turístico. Diante disso, este trabalho teve como objetivo determinar a capacidade de carga turística e avaliar o estado de conservação da Toca do Angico, localizada em Campo Formoso, BA.

METODOLOGIA

Área de estudo

A Toca do Angico está situada próxima às coordenadas geográficas $-10^{\circ} 23' 47.03''$ S e $-40^{\circ} 30' 0.42''$ W, no município de Campo Formoso (Figura 1), na região norte da Bahia, a cerca de 400 km de Salvador. A cavidade se desenvolve em carbonatos neoproterozóicos do Grupo Una (Araújo, Dantas e Ximenes, 2016; BRASIL, 2020). A região apresenta clima semiárido e vegetação típica de caatinga (BRASIL, 1981; BAHIA, 2017).

Figura 1 - Localização da cavidade Toca do Angico, Campo Formoso

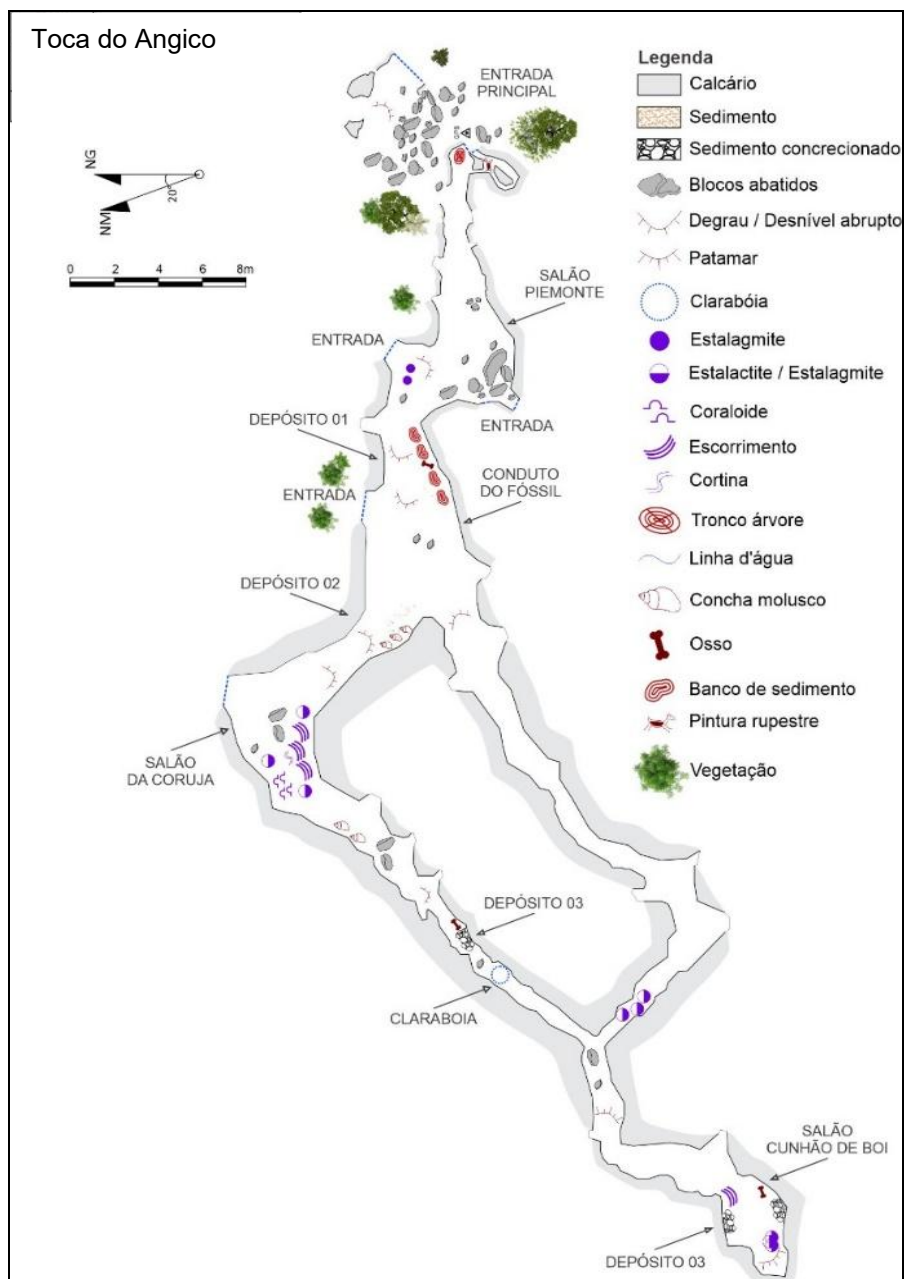


Fonte: Os autores, 2024.

A Toca do Angico, com aproximadamente 600 metros de extensão, revela um complexo sistema de condutos labirínticos e salões, enriquecido por uma vasta gama de espeleotemas. Entre as formações mais notáveis, destacam-se estalagmites, estalactites, cortinas, escorrimentos, travertinos, coraloídes e colunas. Além de sua beleza geológica, a caverna também se destaca por seus registros arqueológicos e paleontológicos e por abrigar uma fauna diversificada que contribui para a riqueza biológica do local.

O trecho de visitação apresenta duas entradas. Após essas, o percurso se desenvolve em um amplo salão denominado “Piemonte”. Em seguida, após uma leve subida, chega-se ao salão da estalactite e do fóssil. Após uma descida suave, inicia-se uma subida com inclinação média que, ao final, leva ao Salão “Coruja”. Prosseguindo por um conduto com um pequeno trecho de teto baixo e, após um declive leve, atinge-se o setor “Claraboia”. Após a passagem por esse espaço, segue-se por um conduto até uma subida curta com média dificuldade de acesso. Após esse trecho, seguindo por um conduto amplo, chega-se ao Salão “Cunhão de Boi”. O retorno se dá pelo mesmo conduto até o início da subida de média dificuldade. Após esse trecho, entra-se no conduto à direita, onde há um pequeno rebaixamento do teto. Prosseguindo por um amplo conduto, no final existe um matacão no centro do conduto. Após a passagem por ele, chega-se novamente ao início da subida para o Salão da “Coruja”, repetindo o percurso até a saída. Abaixo, o trecho sugerido para a atividade turística na Toca do Angico (Figura 2).

Figura 2 - Trecho sugerido para visitação turística na Toca do Angico, Campo Formoso, BA



Fonte: Adaptado de Araújo *et al.*, 2022.

Determinação da capacidade de carga turística

Para determinar o número máximo de visitantes diários que a Toca do Angico pode receber, ou seja, sua capacidade de carga turística, foram calculadas a Capacidade de Carga Física (CCF), a Capacidade de Carga Real (CCR) e a Capacidade de Carga Efetiva (CCE). Os cálculos seguiram as metodologias de Cifuentes (1992).

Para a obtenção da Capacidade de Carga Física (CCF), foram considerados os seguintes fatores: o espaço disponível para visitação (S), o horário de funcionamento do atrativo (Hv), o tempo destinado à visitação (Tv) e a área ocupada por cada visitante (Va).

O tempo estimado para a visitação na Toca do Angico foi de 55 minutos (0,9h), com base no acompanhamento de um grupo diversificado de onze pessoas, incluindo adolescentes, adultos e idosos, guiados por um condutor ambiental. A estimativa levou em consideração as paradas para

fotos e as explicações sobre os aspectos bióticos e abióticos da caverna. No entanto, esse tempo pode variar conforme as características do grupo, como a presença de visitantes com mobilidade reduzida, a quantidade de pessoas por guia ou possíveis imprevistos, como o mal-estar de algum participante.

Para calcular a Capacidade de Carga Física (CCF) da Toca do Angico, foram estabelecidos grupos de 10 pessoas, sendo nove visitantes e um guia. Essa abordagem é comum em estudos de capacidade de carga, embora o número de visitantes por grupo possa variar conforme as particularidades de cada caverna e a necessidade de minimizar impactos ambientais.

No estudo da Gruta de Santana, em São Paulo, Lobo (2008) optou por grupos menores, com oito visitantes e um guia, visando um controle mais restrito do impacto turístico. Em contraste, Mochiutti *et al.* (2021), ao analisar a Fenda Feia, no Paraná, mantiveram a estrutura de 10 pessoas por grupo. Essa flexibilidade possibilita adaptar a capacidade de carga às especificidades de cada local, equilibrando preservação ambiental e segurança dos visitantes.

A área destinada a cada visitante (Va) foi estabelecida em 1 metro linear, conforme a recomendação de Lobo (2008). O espaço total disponível para visita (S) foi calculado em 327 metros, considerando os trechos de ida e volta do percurso. A delimitação desse trajeto levou em conta tanto os riscos potenciais, como agentes físicos, químicos, biológicos e acidentais, quanto às fragilidades ambientais, incluindo a presença de espeleotemas, colônias de morcegos e fósseis.

Para a determinação da Capacidade de Carga Física (CCF) foi necessário o cálculo do número de vezes que um visitante pode realizar o trajeto por dia (Nv), resultando em 10 percursos, conforme a fórmula:

$$Nv = Hv/Tv. \quad (1)$$

Tempo destinado à visita (Tv): 55 minutos (0,9h),

O horário de funcionamento do atrativo (Hv) foi estimado em 9 horas, com atendimento ao público das 08h às 17h.

Dessa forma, a Capacidade de Carga Física (CCF) da Toca do Angico foi determinada pela seguinte equação:

$$CCF = S/Va * Nv. \quad (2)$$

Espaço disponível para visita (S): 327 metros

Área destinada a cada visitante (Va): 1 metro linear

A determinação da Capacidade de Carga Real (CCR) consiste na integração do valor obtido na Capacidade de Carga Física (CCF) com fatores de correção que envolve parâmetros ambientais e sociais, como acessibilidade, riscos de deslocamento, erosão, alagamento e precipitação, que influenciam a quantidade de visitantes (Cifuentes, 1992; Arias *et al.*, 1999).

$$CCR = CCF \times \text{Fatores de correção} \quad (3)$$

Para a Toca do Angico, foram considerados cinco fatores de correção: correção social (F.C. Soc.), que limita o número de turistas simultaneamente na cavidade; fator de erodibilidade (F.C. Erod.), que avalia trechos do percurso com ângulos $\geq 10^\circ$ e $> 20^\circ$, totalizando 53 metros de média e alta capacidade erosiva; fator de geodiversidade (F.C. Geod.), analisa riscos de impactos aos espeleotemas e fósseis; fator de correção de nível de circulação de energia (F.C. N.C.E.), considera a relação entre matéria e energia circulante no ambiente cavernícola; e fator de correção de fauna (F.C. Fau.), verifica a possibilidade de perturbação à colônia de morcegos no percurso turístico. Assim, a CCR é obtida pelo produto da CCF e dos fatores de correção, garantindo um ajuste adequado à preservação ambiental e à segurança dos visitantes.

Por fim, calculou-se a Capacidade de Carga Efetiva (CCE), determinada pelo produto da Capacidade de Carga Real (CCR) e da Capacidade de Manejo (CM) disponível no equipamento turístico. Para tanto, foi necessário calcular previamente a CM que analisa a capacidade turística instalada e a desejada englobando aspectos como disponibilidade de pessoal, infraestrutura e equipamentos essenciais para a gestão, segurança e sustentabilidade do atrativo, garantindo que a capacidade de visita esteja alinhada às condições operacionais e ambientais do local (CIFUENTES, 1992; ARIAS *et al.*, 1999).

$$CM = \text{capacidade turística instalada} / \text{capacidade turística desejada} \times 100\% \quad (4)$$

$$CCE = CCR \times \text{Capacidade de Manejo (CM)} \quad (5)$$

Protocolo de análise do estado de conservação

Para a análise do estado de conservação da cavidade, foi adotado o protocolo descrito por Donato (2011), baseado na observação dos ambientes interno e externo. Entre os aspectos analisados no interior da caverna, destacam-se os meios bióticos (presença e diversidade da fauna e fósseis), abióticos (paisagens cársticas, espeleotemas e corpos hídricos) e antrópicos (degradação ambiental, vestígios arqueológicos, beleza cênica e o uso cultural da cavidade). No meio externo, foram observados os aspectos bióticos (fitofisionomia, grau de conservação, uso e ocupação do solo, como pastagem e agricultura), abióticos (paisagens cársticas) e antrópicos (dispositivos legais de proteção, como a localização em unidade de conservação, construções no entorno e presença de degradação ambiental).

Cada parâmetro dos aspectos bióticos, abióticos e antrópicos foi avaliado por meio de uma escala de pontuação, considerando sua presença, ausência e/ou estado de conservação. Ao final, os valores obtidos foram somados, permitindo classificar a cavidade em uma das seguintes categorias: baixa prioridade para conservação (≤ 42 pontos), média prioridade para conservação (43 a 86 pontos) ou alta prioridade para conservação (≥ 87 pontos). A análise do estado de conservação foi realizada em agosto de 2023.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores da CCF, CCR e CCE da Toca do Angico encontram-se no Quadro 1.

Quadro 1- Dados das capacidades de cargas da Toca do Angico

Capacidade de carga	Valores
Física (CCF)	3.270 visitantes/dia
Fator de correção social (F.C. Soc.)	0,021
Fator de correção de erodibilidade (F.C. Erod.)	0,814
Fator de correção de geodiversidade (F.C. Geod.)	0,975
Fator de correção de nível de circulação de energia (F.C. N.C.E)	0,644
Fator de correção de fauna (F. Fau.)	0,5
Real (CCR)	81 visitantes/dia

Fonte: Os autores, 2023.

A Capacidade de Carga Física (CCF) da Toca do Angico foi estimada em 3.270 visitantes/dia. A CCF não considera os fatores de correção, o que pode levar a um número elevado de visitantes e, consequentemente, aumentar o risco de impactos ambientais e acidentes.

A Capacidade de Carga Real (CCR), por sua vez, foi estimada em 81 visitantes/dia. A redução acentuada no número final de visitantes levou em consideração os fatores limitantes identificados em campo, como os Fatores de Correção Social (F.C. Soc.), de Erosão (F.C. Erod.), Geodésico (F.C. Geod.), Número de Condutos Espeleológicos (F.C. N.C.E.) e Faunístico (F.C. Fau.).

Embora o presente estudo tenha aplicado cinco fatores de correção, outros fatores limitantes, como a identificação de animais raros, endêmicos ou ameaçados de extinção, a descoberta de novas

espécies, a presença de microbiota patogênica, a ocorrência de deslocamentos ou rolamentos de blocos rochosos, ou alterações no microclima, podem ser identificados após a abertura turística da cavidade. Caso isso ocorra, novos cálculos para determinar a capacidade turística poderão ser necessários, ou até mesmo a interdição do atrativo. Diante disso, o monitoramento contínuo da cavidade se torna indispensável.

Capacidade de Carga Efetiva (CCE) estimada para a Toca do Angico alcançou, atualmente, uma carga máxima de 27 visitantes por dia. O baixo número de visitantes está relacionado à atual Capacidade de Manejo (CM), que é de apenas 33% (Quadro 2), correspondendo aos recursos humanos, serviços e infraestruturas existentes, conforme apontado pela Secretaria de Turismo, sendo eles: um Gestor, dois Monitores ambientais e três *kits* de equipamentos de proteção individual.

Quadro 2 - Serviços, bens e produtos para manejo turístico da Toca do Angico

Variável	Capacidade Instalada	Capacidade adequada
Placa sinalizadora	0	2
Gestor	1	1
Monitor ambiental	2	3
Banheiro	0	1
EPIs (quite)	0	3
Centro de atendimento ao turista	1	1
Estacionamento	1	1
Corrimão	0	1
Lixeiro (quite)	0	1
Kit primeiros socorros	0	1
Total	5	15
	33%	100%

Fonte: Os autores, 2023.

A cavidade ainda carece de um plano de manejo espeleológico. Adicionalmente, conforme já mencionado, sua utilização ocasional para fins turísticos, mesmo que informal, sugere uma tendência de aumento na demanda de visitação com a divulgação do atrativo. Com a iniciativa da gestão municipal em regularizar a atividade turística, espera-se que a Capacidade de Manejo (CM) necessária seja implementada, o que contribuirá para elevar a Capacidade de Carga Efetiva (CCE) do atrativo.

A metodologia de capacidade de carga de Cifuentes (1992) é bastante contestada por estabelecer um número exato de visitantes em que a pressão do turismo seria mínima na cavidade, sem considerar, também, que um único visitante mal-intencionado poderia causar perdas significativas no ambiente, conforme Delgado (2007) e Lobo (2008). Outra crítica consiste no fato do método ser criado para áreas naturais abertas e seu uso em cavernas consistir em uma adaptação.

Apesar das críticas, o método de capacidade de carga foi aplicado na caverna Phong Nha, Vietnã (NGHI *et al.*, 2007), na Gruta de Huagapo, Peru (Ponce *et al.*, 2021) e em três Geossítios (Tewet cave, Nyadenglake e Bloyotcav) na Indonésia (Sunkar *et al.*, 2022). No Brasil, a metodologia foi aplicada na caverna do Monumento Natural Gruta do Lago Azul, Bonito, MS (BOGGIANI *et al.*, 2007), na caverna de Santana no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), SP (Lobo, 2008) e na

caverna Fenda da Freira no Parque Nacional dos Campos Gerais, em Ponta Grossa, Paraná (Mochiutti *et al.*, 2021).

A metodologia de Cifuentes (1992) não deve ser vista como a solução definitiva para reduzir a pressão do turismo sob as cavidades, mas sim como um instrumento que, somado a outros, possa colaborar para uma análise mais fidedigna e coesa do uso turístico das cavidades. Deve-se considerar também que toda metodologia está sujeita a ajustes e cabe ao pesquisador, através de sua percepção, colaborar para o aprimoramento dos métodos.

Wagar (1964) foi pioneiro em defender a análise de capacidade de carga na gestão de visitantes em áreas naturais. A partir da década de 1970, o conceito passou a ser amplamente adotado no planejamento turístico, inicialmente focando apenas na definição do número máximo de visitantes para evitar a degradação (Sowman, 1987; Freimund; Cole, 2001). No entanto, estudos subsequentes demonstraram que os impactos não dependem apenas da quantidade de visitantes, mas sim, da capacidade de manejo e da forma de visitação (Costa; Miranda, 2016).

Para superar tal conceito, tornou-se crucial incorporar variáveis comportamentais, sociais e culturais dos usuários. Sperd (2009) defende a análise da percepção e satisfação dos impactos por parte dos grupos de interesse (residentes, turistas e operadores), avaliando a qualidade da experiência, além de adotar uma gestão adaptativa a partir de uma análise dinâmica (Boullón, 2006).

No contexto de estudos de capacidade de carga em cavernas, autores como Lobo *et al.* (2009) discutem a necessidade de incorporar nas análises fatores como a sazonalidade e a segurança, de modo a limitar o uso desses espaços em períodos de vulnerabilidade natural. Delgado (2007) aponta que os cálculos devem priorizar o fator microclimático (temperatura e umidade) como essencial para a conservação do ecossistema e para a experiência do turista. A incorporação dessas e outras variáveis aumenta a possibilidade de os estudos de capacidade de carga atenderem às especificidades de segurança e ambientais de cada local (Long *et al.*, 2022).

Estado de conservação da Toca do Angico

Foram analisados 16 parâmetros, distribuídos entre características bióticas, abióticas e antrópicas, no ambiente hipógeo e epígeo, conforme o Quadro 3. A aplicação do protocolo alcançou 73 pontos, enquadrando a cavidade como de média prioridade para conservação.

Quadro 3 - Protocolo rápido de análise de estado de cavernas para priorizar ações de conservação

Ambiente	Característica analisada	Classificação	Pontuação estimada	Pontuação alcançada
Interno	Meio Biótico			
	Ocorrência de animais com troglomorfismo (como despigmentação, ausência de olhos, apêndices alongados etc.), possível troglóbio- animais restritos às cavernas, não sendo encontrados em ambientes externos	Sim	6	6
		Não	0	
	Grupo de animais encontrados nas cavernas (caso não haja fauna interna não marcar= 0 ponto)	Invertebrados ou vertebrados	1	3
		Invertebrados e vertebrados	3	
	Ocorrência de fauna interna de	1 a 35 espécies	5	5

Ambiente	Característica analisada	Classificação	Pontuação estimada	Pontuação alcançada
	invertebrados (quanto maior a riqueza melhor – tende-se a aumentar o índice de diversidade). A pontuação deve ser dada a partir quantidade das morfoespécies encontradas. Caso não haja fauna interna não marcar= 0 ponto	36 a 70 espécies	10	
		≥ 71 espécies	20	
	Riqueza de grupos de morcegos (observar quando existente dentro da caverna e se possível identificar as espécies). A pontuação deve ser dada pelo grupo encontrado com maior valor. Caso não haja morcegos não marcar= 0 ponto	Hematófago	1	4
		Carnívoro	2	
		Insetívoro	4	
		Nectarívoro / Frugívoro	6	
	Sítio paleontológico: presença de fósseis (inteiros ou fragmentos de animais ou vegetais) e/ou icnofósseis (vestígios de atividade vital de antigos organismos, como pegadas e perfurações)	Sim	10	10
		Não	0	
	Meio antrópico			
	Descaracterização visível do ambiente (agentes como: grades, lixo, pichação, iluminação artificial, dedetização, escadas, coleta predatória de componentes biológicos...)	Sim	5	5
		Não	0	
	Sítio arqueológico - local com vestígios de atividades (pinturas, fogueiras, sepulturas, ferramentas de pedra lascada, etc.) de seres humanos que viveram antes do início de nossa civilização	Sim	10	10
		Não	0	
	Beleza cênica (qualidade estética de uma paisagem aos olhos da população que a frequenta.)	Baixa	2	6
		Média	4	
		Alta	6	
	Patrimônio cultural (é o conjunto de todos os bens, materiais ou imateriais, que pelo seu valor próprio, deve ser considerado de interesse relevante para a permanência e a identidade da cultura de um povo)	Sim	5	5
		Não	0	

Ambiente	Característica analisada	Classificação	Pontuação estimada	Pontuação alcançada	
	Meio abiótico				
	Espeleotemas: em relação à quantidade de exemplares de tipos diferentes bem conservados	0	0	4	
		1-2	2		
		3-4	4		
		≥ 5	6		
	Presença de corpo d’água permanente (rios, lagos, lagoas subterrâneos e/ou superficiais internos)	Sim	5	0	
		Não	0		
	Externo	Meio Biótico			
		Tipo de ocupação no entorno da caverna (principal atividade)	Vegetação natural	10	10
			Pastagem	5	
Agricultura					
Monocultura					
		Residencia Comercial	0		
		Industrial			
Meio Abiótico					
Heterogeneidade ambiental do Carste (presença de outras paisagens cársticas no entorno das cavernas – como lapíás, dolinas, uvalas, e poliés)		Sim	5	0	
		Não	0		
Meio Antrópico					
Localização em Unidade de Conservação		Proteção integral	20	5	
		Uso sustentável	10		
		Fora de UC	5		
Alteração antrópica de origem doméstica urbana ou industrial visível no ambiente (lixo, esgoto, fábricas, siderurgias, queimadas, plantas exóticas, coleta predatória de componentes biológicos)		Sim	5	0	
		Não	0		
Presença de construções ou grandes		< 1000	0	0	

Ambiente	Característica analisada	Classificação	Pontuação estimada	Pontuação alcançada
	modificações ambientais (como: estrada, núcleo urbano, mineração, agropecuária) medida por distância em metros a partir da entrada da caverna	1000 - 1500	2	
		1500 - 2000	4	
		> 2000	6	
Pontuação geral				73

Fonte: Os autores, 2023.

Entre os atributos da Toca do Angico, constam o registro de invertebrados (acarina, pseudoscorpionida, dictyoptera, díptera, isopoda, plecoptera, zygentoma, spirostreptida, coleóptera, heteróptero, himenópteros, lepidóptera, araneídea, amblypygi e ensífera (Araújo; Peixoto, 2015) e vertebrados, dentre esses, sapo - *Rhinella granulosa* (Spix, 1824), mocó - *Kerodon rupestris* (Wied-Neuwied, 1820), urubu - *Coragyps atratus* (Bechstein, 1793), lagartos (*Hemidactylus* sp. e *Tropidurus semitaeniatus* (Spix, 1825) e morcegos - *Artibeus semiteniatus* (Olfers, 1818), *Diphylla ecaudata* (Spix, 1823) e *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy, 1810). Dentre os animais identificados, dois apresentam troglomorfo: o grilo (*Endecous* sp.) e o amblipígio (*Heterophrynus* sp.), ambos troglófilos.

O conjunto paisagístico é formado por condutos, salões e espeleotemas dos tipos: estalagmite, estalactite, cortina, escorrimento, travertino, coraloide e coluna. A cavidade consiste em um sítio paleontológico; os fósseis identificados até o presente são de onça - *Panthera onca* (Linnaeus, 1758), preguiça (Mylodontidae) e conchas de *Megalobulimus* sp. (gastrópode) (Araújo *et al.*, 2022). No presente trabalho, documenta-se pela primeira vez a existência de pinturas rupestres, caracterizando a cavidade, também, como um sítio arqueológico. A cavidade não se encontra dentro de unidade de conservação, e o entorno da cavidade é formado por caatinga com diferentes graus de conservação, além de cultivo de sisal e criação de caprinos.

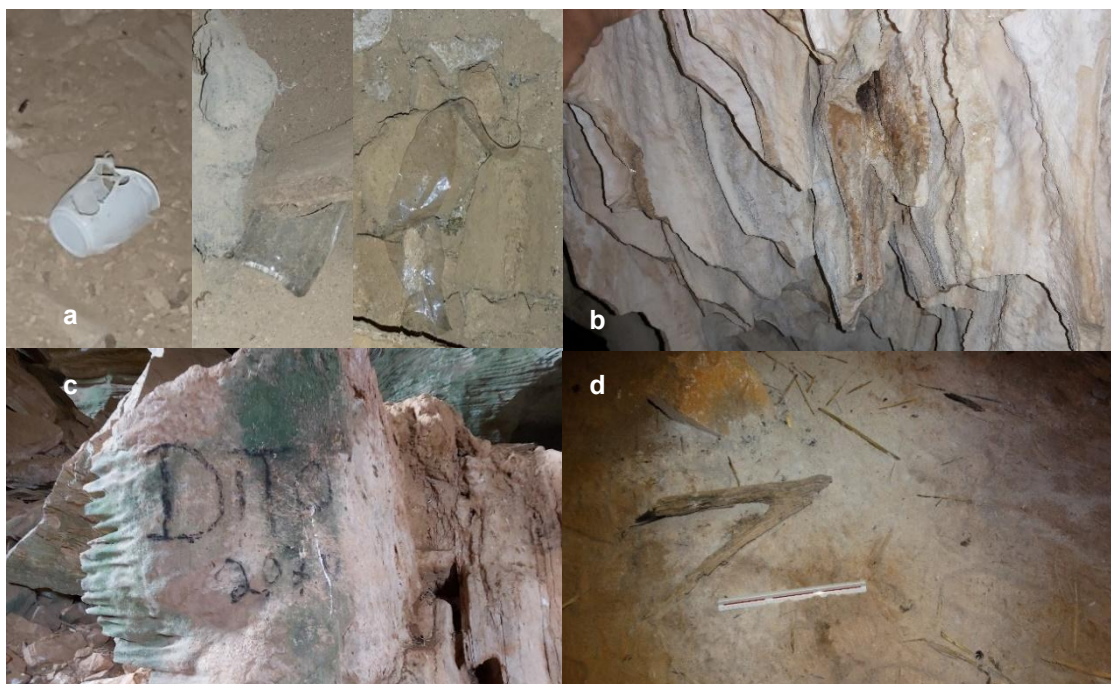
De modo geral, a degradação ambiental observada na Toca do Angico também é constatada, em menor ou maior intensidade, em outras cavidades turísticas, como na Gruta do Sumidouro, localizada no município de Campo Formoso, BA (Cruz; Araújo; Barros, 2018); na Gruta Casa de Pedra, Apartamento de Pedra, Três Inchús e Dorminho, em Martins, RN (Araújo *et al.*, 2017); nas cavidades Terra Ronca I e II, São Bernardo e São Mateus, no Parque Estadual de Terra Ronca, em Goiás (Zanatto *et al.*, 2019); e na Gruta de Nossa Senhora da Conceição da Lapa, em Ouro Preto, MG (Mendes; Silva; Machado, 2020).

Em relação à descaracterização do ambiente cavernícola, constatou-se a presença de resíduos sólidos, paredes riscadas, quebra e pisoteamento de espeleotemas e resquícios de fogueiras recentes nos “Salões Piemonte” e “Coruja” (Figura 3).

O uso de fogueiras foi responsável pelo escurecimento do teto e dos espeleotemas na Gruta do Castelo e na Araponga, na Chapada Diamantina, Bahia (Borsanelli; Seixas; Lobo, 2015; Brasil, 2019). A deposição de fuligem em cavernas ocorre não apenas pelo uso de fogueiras, mas também pelo uso de carbureteiras (Lobo *et al.*, 2015) ou, ainda, pelo emprego ilegal de motobombas para captação de água no sistema cárstico, como já identificado em uma caverna em Campo Formoso, Bahia.

A presença de resíduos sólidos em cavidades turísticas é recorrente, como apontam Araújo *et al.* (2017), Zanatto *et al.* (2019), Silva e Morais (2016) e Mendes, Silva e Machado (2020). Na Toca do Angico, esse tipo de degradação ambiental foi considerado baixo, apesar dos registros de embalagens plásticas, fragmentos de metal e de vidro em alguns condutos. Vale ressaltar que, entre as campanhas de campo, foi observada uma redução dos resíduos dispersos.

Figuras 3 - a) Resíduos sólidos; b) Espeleotema quebrado; c) Riscos na parede com auxílio de carvão vegetal; d) Resquício de fogueira no salão da Coruja



Fonte: Os autores, 2023.

Os resíduos sólidos deixados inadvertidamente na cavidade, além do impacto visual e depreciativo ao atrativo, constituem um registro da falta de sensibilidade ambiental do visitante, inferindo-se, também, a ausência de fiscalização e de programas de educação ambiental na cavidade. Além disso, os resíduos podem persistir por longos períodos, de acordo com a composição e a ausência de fatores ambientais que acelerem a decomposição, podendo, assim, ocasionar acidentes ou contaminação do solo e da fauna.

Para Ferreira *et al.* (2010), pequenas quantidades de resíduos orgânicos abandonados na cavidade podem até ser benéficas à espeleofauna, uma vez que servem de alimento. Contudo, as consequências podem ocasionar algum desequilíbrio ecológico em longo prazo com o abandono de alimentos ultraprocessados, por exemplo.

Em relação ao vandalismo em espeleotemas na Toca do Angico, algumas estalactites apresentam-se parcialmente quebradas, acredita-se que pelo toque intencional, enquanto os espeleotemas do tipo coraloides foram danificados pelo pisoteamento durante o percurso turístico, sendo necessário o isolamento para conservá-los. A quebra de espeleotemas, além de descontextualizar a paisagem cavernícola, leva à perda de informações sobre as características ambientais externas pretéritas.

O estudo de isótopos estáveis de carbono em espeleotemas colabora para a reconstituição paleoambiental e paleoclimática (Novello, 2012; Campos *et al.*, 2015; Jaqueto *et al.*, 2022). Conforme Mendes, Silva e Machado (2020), os espeleotemas em formação são sensíveis ao toque; a gordura das mãos tende a reduzir ou anular a taxa de crescimento do mesmo. Esse fato foi registrado pelos autores na gruta da Nossa Senhora da Conceição da Lapa, em Ouro Preto, MG.

Apesar desse tipo de impacto não ter sido constatado na Toca do Angico, cabe salientar que, no percurso turístico, é possível que um visitante mal-intencionado toque em uma estalactite em formação. Além da quebra de espeleotemas, outro impacto ambiental encontrado na zona clara da caverna consiste nos riscos nas paredes feitos com o uso de carvão vegetal ou com fragmentos de rochas; a temática abordada consiste no nome do visitante e na data de realização da visita.

Em outra cavidade próxima à Toca do Angico, Silva *et al.* (2015) identificaram pichações com o uso de *spray* nas paredes e no teto, cobrindo, inclusive, pinturas rupestres. As pichações conferem impacto ambiental visual, transmitindo a sensação de abandono do atrativo, além de constituírem infrações ambientais passíveis de punição, como detenção e/ou multa (BRASIL, 1998).

A conservação das cavidades naturais subterrâneas é essencial não apenas pelo seu potencial turístico, mas também pelos aspectos ecológicos e os serviços ambientais que oferecem (BRASIL, 2008). Embora a implementação do PME seja obrigatória e fundamental para a gestão, sua existência, assim como a de outras normativas, não garante, por si só, o cumprimento da legislação vigente. Nesse contexto, Borsanelli, Seixas e Lobo (2015) identificaram diversas inconformidades na Gruta da Pratinha, em Iraquara, BA, mesmo com a vigência das regras temporárias estabelecidas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) por meio da Portaria nº 015/2001, até que o PME fosse efetivado.

Para que as normas sejam efetivamente cumpridas, é essencial intensificar a fiscalização pelos órgãos ambientais responsáveis pela gestão do patrimônio espeleológico, bem como aplicar responsabilização administrativa, civil e penal aos infratores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização do presente estudo alcançou a determinação da capacidade de carga turística e o estado de conservação da Toca do Angico, fornecendo subsídios para a adoção de uma gestão sustentável da caverna. Os resultados indicaram que a CCE atual é de 27 visitantes por dia. Esse número reflete a atual capacidade de manejo que é de apenas 33% disponível no atrativo. A baixa CCE indica a necessidade do aumento da infraestrutura, dos serviços e dos recursos humanos para gerir a atividade. Portanto, a regularização depende da obtenção de recursos financeiros para ampliar a capacidade de manejo.

O estado de conservação da cavidade foi classificado como de média prioridade (73 pontos), servindo de alerta para a execução de ações imediatas para conservação do patrimônio espeleológico. A pesquisa revelou o uso desordenado e informal da caverna, ocasionando degradação ambiental perceptível, caracterizada por pichações, quebra e pisoteamento de espeleotemas, descarte de resíduos sólidos e vestígios de fogueiras recentes em dois salões. Apesar do histórico, os efeitos decorrentes da degradação ambiental podem ser revertidos ou mitigados, com exceção dos espeleotemas quebrados.

Contudo, o vandalismo indica a ausência de fiscalização e de programas de educação ambiental eficazes. É indispensável, portanto, o monitoramento ambiental contínuo da cavidade. Esse monitoramento permitirá a avaliação constante do ambiente e, se necessário, a revisão do limite de visitantes, minimizando os impactos ambientais e garantindo a conservação.

A aplicação da metodologia de capacidade de carga foi bem-sucedida ao estabelecer de forma quantitativa a CCE, o que valida o uso do protocolo como ferramenta de diagnóstico e gestão inicial. Contudo, a capacidade de carga é uma ferramenta dinâmica e necessita de refinamento contínuo. Para o aprimoramento da gestão, sugere-se a implementação de estudos futuros de avaliação de capacidade de carga social, além da inclusão de fatores microclimáticos e biológicos mais detalhados no protocolo.

Nesse sentido, é fundamental reconhecer que a metodologia de capacidade de carga, embora valiosa, é um instrumento de gestão e não uma solução definitiva. Para a conservação da Toca do Angico, exige-se, além da definição de um limite de visitantes, a elaboração e o cumprimento obrigatório do Plano de Manejo Espeleológico (PME), o qual deve estar alinhado a programas de educação ambiental e patrimonial.

Finalmente, o cumprimento efetivo de normas ambientais exige a intensificação da fiscalização por parte dos órgãos competentes e a aplicação rigorosa de responsabilização administrativa, civil e penal aos infratores. Em suma, o futuro da Toca do Angico como atrativo sustentável depende da aplicação do PME, do aumento da capacidade de manejo e do monitoramento contínuo.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. V. *et al.* Avaliação preliminar da preservação diferencial de bioclastos na Toca do Angico, Bahia, Brasil In: MOMOLI, R. S.; STUMP, C. F.; VIEIRA, J. D. G.; ZAMPAULO, R. A. (org.)

Congresso Brasileiro de Espeleologia, 36, 2022. Brasília. **Anais**. Campinas: SBE, 2022. p. 499-505. Disponível em: https://www.cavernas.org.br/wp-content/uploads/2021/02/36cbe_499-505.pdf. Acesso em: 05 nov. de 2025.

ARAÚJO, A. V.; DANTAS, M. A. T.; XIMENES, C. L. Registro de *Alouatta* sp. (Primates, Alouattinae) em depósito espeleológico do quaternário do estado da Bahia. **EspeleoTema**, Campinas, SP., v. 27, n. 1, p.5-9, ago. 2016. Disponível em: http://www.cavernas.org.br/wp-content/uploads/2021/02/Espeleo-Tema_v27_n1_005-009.pdf. Acesso em: 09 mar. 2025.

ARAÚJO, A. V.; PEIXOTO, R. S. The Impact of Geomorphology and Human Disturbances on the Faunal Distribution in Tiquara and Angico Caves of Campo Formoso, Bahia, Brazil. **Ambient Science**, India, v. 01, n. 1, p. 26-30, abril. 2015. <https://doi.org/10.21276/ambi.2015.02.1.ra04>

ARAÚJO, J. P. M. et al. Fauna cavernícola e os Impactos ambientais ao Patrimônio espeleológico do município de Martins, Rio Grande do Norte, Brasil. **Espeleo-Tema**, Campinas, v. 28, n. 2, p.107-123, dez. 2017. Disponível em: http://www.cavernas.org.br/wp-content/uploads/2021/02/Espeleo-Tema_v28_n2_107-123.pdf. Acesso em: 09 mar. 2025.

ARIAS, M. C. et al. **Capacidad de carga turística de las áreas de uso público del Monumento Nacional Guayabo, Costa Rica**. Turrialba: CATIE/ WWF, 75 p., 1999. Disponível em: https://awsassets.panda.org/downloads/wwfca_guayabo.pdf. Acesso em: 09 mar. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE ECOTURISMO E TURISMO DE AVENTURA-ABETA. **Manual de boas práticas de espeleoturismo**. Belo Horizonte, Ed. dos autores, 60p. 2009. Disponível em: <https://abeta.tur.br/wp-content/uploads/2016/03/Espeleoturismo.pdf>. Acesso em: 09 mar. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE ECOTURISMO E TURISMO DE AVENTURA; MINISTÉRIO DO TURISMO. **Sistema de gestão de segurança**. Belo Horizonte, 1. ed., 2009. Manual de boas práticas de sistema de gestão da segurança. Belo Horizonte: Ed. dos autores, p. 106, 2009. Disponível em: <https://www.institutobrasilrural.org.br/download/20150626175210.pdf>. Acesso em: 09 mar. 2025.

AZEVEDO, I. S.; BERNARD, E. Avaliação do nível de relevância e estado de conservação da caverna “Meu rei” no PARNA Catimbau, Pernambuco. **Revista Brasileira de Espeleologia**. v. 1, n. 5, p.2-23, 2015. Disponível em: <https://revistaeletronica.icmbio.gov.br/index.php/RBEsp/article/view/523>. Acesso em: 09 mar. 2025.

BAHIA, Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - INEMA. **Plano de Recursos Hídricos e Proposta de Enquadramento dos Corpos de Água da Bacia Hidrográfica do Rio Salitre: Síntese Executiva**. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Salitre. Salvador, 2017. 242 p. Disponível em: https://www.ba.gov.br/inema/sites/site-inema/files/migracao_2024/arquivos/wp-content/uploads/2018/06/1149.00-PF-03-R01.pdf. Acesso em: 09 mar. 2025.

BOGGIANI, P.C. et al. Definição de capacidade de carga turística das cavernas do Monumento Natural Gruta do Lago Azul, Bonito. **Geociências**, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 333-348, out. 2007. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001771855>. Acesso em: 26 mar. 2025.

BOULLÓN, R. C. **Planificación del espacio turístico**. México: Trillas, 4º ed., 2006, 245p.

BORSANELLI, F. A.; SEIXAS, C. L.; LOBO, H. A.S. Identificação dos impactos do espeleoturismo nas cavernas turísticas da Chapada Diamantina: abordagem preliminar por meio da percepção visual. In: RASTEIRO, M. A.; SALLUN FILHO, W. (orgs.) **CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA**, 33, 2015. Eldorado. **Anais**. Campinas: SBE, 2015. p. 711-718. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/280555123>. Acesso em: 15 jan. 2025.

BRASIL, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (ICMBio/CECAV). **Anuário Estatístico do Patrimônio Espeleológico Brasileiro**, 2020. Brasília, 2020, 20p. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cavernas/publicacoes/cecav_-_anuario_estatistico_espeleologico_2020.pdf. Acesso em: 21 jan. 2024.

BRASIL. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (ICMBio/CECAV). **Anuário Estatístico do Patrimônio Espeleológico Brasileiro 2021**. Brasília, 2022, 20p. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br>

[br/assuntos/centros-de-pesquisa/cavernas/publicacoes/cecav - anuario_estatistico_espeleologico_2021.pdf](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/assuntos/centros-de-pesquisa/cavernas/publicacoes/cecav_-_anuario_estatistico_espeleologico_2021.pdf). Acesso em: 21 jan. 2024.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil, 1988**, Brasília, DF: Senado, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 17 de nov. 2024.

BRASIL. **Decreto Federal nº 6.640, de 7 de novembro de 2008**. Dá nova redação aos arts. 1º, 2º, 3º, 4º e 5º e acrescenta os arts. 5-A e 5-B ao Decreto no 99.556, de 1º de outubro de 1990, que dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2008/decreto/d6640.htm. Acesso em: 17 dez. 2024.

BRASIL. INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas. **Plano de Ação Nacional para a Conservação do Patrimônio Espeleológico nas Áreas Cársticas da Bacia do Rio São Francisco – PAN**. Cavernas do São Francisco. Brasília, p. 140, 2012. Relatório final da ação 6.3. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/pan/pan-cavernas-do-sao-francisco/1-ciclo/pan-cavernas-livro.pdf>. Acesso em: 05 de jan. 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.605 de fevereiro de 1998**. Lei de Crimes Ambientais. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm. Acesso em: 12 fev. 2025.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL**, Folha SD. 24 Salvador: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1981, 624p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv12783.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 347, de 10 de setembro de 2004**. Dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=443. Acesso em: 10 fev. 2024.

CAMPOS, L. C. S. et al. A geoquímica isotópica de espeleotemas na compreensão da dinâmica climática holocênica na região do Monumento Natural Cuevas de Fuentes de León, Estremadura, Espanha. **Comunicações Geológicas**, Estremadura, Espanha, v. 102, Especial I, p. 137-141, 2015. Disponível em: <https://bearworks.missouristate.edu/articles-cnas/791>. Acesso em: 22 dez. 2024.

CIFUENTES, M. Determinación de capacidad de carga turística en áreas protegidas. **Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza**, Costa Rica, n. 194, p. 23, 1992. Disponível em: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/1139>. Acesso em: 27 dez. 2024.

COSTA, R. J.; MIRANDA, G. E. C. de. Análise dos estudos de capacidade de carga turística para os recifes de Picãozinho, Seixas (João Pessoa-PB) e Areia Vermelha (Cabedelo-PB). **Caderno Virtual de Turismo**, Rio de Janeiro, [S. l.], v. 16, n. 1, p.60-63, 2016. <https://doi.org/10.18472/cvt.16n1.2016.1005>

CRUZ, I. M.; BARROS, L. C.; ARAÚJO, A. V. Diagnóstico de impactos ambientais adversos causados pela visitação da população na Gruta do Sumidouro, Campo Formoso (BA). **Scientia Plena**, v. 14, n. 12, p.1-12, dez. 2018. <http://dx.doi.org/10.14808/sci.plena.2018.125301>

DELGADO, M. Análise da Metodologia Criada por Miguel Cifuentes Referente à Capacidade de Carga Turística. **Turismo em Análise**, v. 18, n. 1, p. 73-93, mai. 2007. <https://doi.org/10.11606/issn.1984-4867.v18i1p73-93>

DONATO, C. R. **Análise de impacto sobre as cavernas e seu entorno no município de Laranjeiras, Sergipe**. 2011. 199 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe, 2011. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/4200>. Acesso em: 22 fev. 2025.

DONATO, C. R.; RIBEIRO, A. S.; SOUTO, L. S. A conservation status index, as an auxiliary tool for the management of cave environments. **International Journal of Speleology**, Florida, v. 43, n. 3, p. 315 - 322, set. 2014. <http://dx.doi.org/10.5038/1827-806X.43.3.8>

DONATO, C. R.; RIBEIRO, A.S. Caracterização dos impactos ambientais de cavernas do município de Laranjeiras, Sergipe. **Caminhos da geografia - revista online**, Uberlândia, v. 12, n. 40, p. 243-255, dez 2011. <https://doi.org/10.14393/RCG124016465>

FERREIRA, R. L. PROUS, X.; BERNARDI, L. F. O.; SOUZA-SILVA, M. Fauna subterrânea do estado do Rio Grande do Norte: Caracterização e impactos. **Revista Brasileira de Espeleologia**. v. 1, n. 1, p.1-28, jun. 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/280114434>. Acesso em: 22 dez. 2024.

FREIMUND, W. A.; COLE, D. N. Use Density, Visitor Experience, and Limiting Recreational Use in Wilderness: Progress to Date and Research Needs. **International Journal of Wilderness**, Missoula, v. 10, n. 3, p. 11-18, jan. 2001. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/252236623>. Acesso em: 07 out. 2025.

JAUQUETO, P. *et al.* Stalagmite paleomagnetic record of a quietmid-to-late Holocene field activity in central South América. **Nature Communications**, v. 13, n. 1, p.1-10, mar. 2022. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-28972-8>

LIMBERGER, P. F.; PIRES, P. dos S. A aplicação das metodologias de capacidade de carga turística e dos modelos de gestão da visitação no Brasil. **Revista de Turismo Contemporâneo**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 27-48, jul. 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/turismocontemporaneo/article/view/5473>. Acesso em: 27 dez. 2024.

LOBO, A. S. L.; PERINOTTO, J. A. J.; BOGGIANI, P. C. Espeleoturismo no Brasil: panorama geral e perspectivas de sustentabilidade. **Revista Brasileira de Ecoturismo**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 62-83, set. 2008. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/ecoturismo/article/view/5839>. Acesso em: 06 out. 2025.

LOBO, H. A. S.; COSTA, L. L.; SANTOS, G E. O. Capacidade de Carga Turística em Cavernas: Estado-da-Arte e Novas Perspectivas. **Espeleo-Tema**, Campinas, v. 20, n. 1-2, p. 37-47, dez. 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/242544568>. Acesso em: 06 out. 2025.

LOBO, H. A. S. Capacidade de Carga Real (CCR) da Caverna de Santana, Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR) - SP, e indicações para o seu manejo turístico. **Geociências**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 369-385, 2008. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/3414>. Acesso em: 22 jan. 2025.

LOBO, H. A. S.; BOGGIANI, P. C.; SAYEG, I. J.; PERINOTTO, J. A. J. Impactos ambientais em espeleotemas causados pela visitação pública com carbureteiras na caverna Santana (Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, Iporanga, SP), **Geociências**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 103-115, mar. 2015. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/c954a963-e714-4394-a91c-9e76bc63972a/2711929.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2025.

LOBO, H. A. S. *et al.* **Diretrizes para reabertura à visitação de cavernas turísticas brasileiras em função da pandemia da COVID-19**. Indaiatuba/SP: International Show Caves Association, p. 28, 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/343083675>. Acesso em: 22 jan. 2025.

LONGO, C. *et al.* Tourism Environmental Carrying Capacity Review, Hotspot, Issue, and Prospect. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 19, n. 24, p. 16663, dez. 2022. [10.3390/ijerph192416663](https://doi.org/10.3390/ijerph192416663)

MENDES, C. A.; SILVA, C. F. A.; MACHADO, H. A. Impactos ambientais decorrentes do turismo religioso na Gruta da Nossa Senhora da Conceição da Lapa, em Ouro Preto, MG. **Revista Geografia Ensino e Pesquisa**. Santa Maria, v. 24, n. 54, p. e51, dez. 2020. <https://www.doi.org/10.5902/2236499440972>

MOCHIUTTI, N. F. B. *et al.* A capacidade de carga turística no uso público da Fenda da Freira, no Parque Nacional dos Campos Gerais, Ponta Grossa, PR. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte. v. 31, n. 67, p.932, out. 2021. Disponível em: <https://periodicos.pucminas.br/geografia/article/view/26974/18913>. Acesso em: 22 jan. 2025.

NGHI, T. *et al.* Tourism carrying capacity assessment for Phong Nha-Ke Bang and Dong Hoi, Quang Binh Province. **VNU Journal of Science, Earth Sciences**, v. 23, p. 80-87, jan. 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/266165474_Tourism_carrying_capacity_assessment_for_Ph

[ong Nha - Ke Bang and Dong Hoi Quang Binh Province?enrichId=rgreq-0ee390c9f9e7eb7ef9bceb3f6b12e580](https://doi.org/10.13140/RG/2.1.2595.9205). Acesso em: 22 jan. 2025.

NOVELLO, V. F. **Reconstituição paleoclimática do Holoceno recente com base em estalagmites da região central do estado da Bahia**. 2012. 127. f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.2595.9205>

PONCE, H. *et al.* Capacidad de carga Turística, base para el manejo sustentable: Gruta de Huagapo. **Puriq**, v. 3, n. 1, p. 39 - 54, jan. 2021. Disponível em: <https://shs.hal.science/halshs-03210497/document>. Acesso em: 04 fev. 2025.

SILVA, F. F.; MORAIS, F. Índice de perturbações ambientais em áreas cársticas do estado do Tocantins – primeira aplicação no Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 9, n. 3, p. 766-777, out. 2016. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v9.3.p766-777>

SILVA, G. S. *et al.* Educação patrimonial em locais degradados pelo turismo predatório: o exemplo do sítio arqueológico da Caverna Tiquara, Campo Formoso, Bahia. **Revista Gestão Universitária**, v. 4, p.1-15, 2015. Disponível em: <http://www.gestaouniversitaria.com.br/artigos-cientificos/educacao-patrimonial-em-locais-degradados-pelo-turismo-predatorio-o-exemplo-do-sitio-arqueologico-da-caverna-tiquara-campo-formoso-bahia>. Acesso em: 04 fev. 2025.

SILVA, H. A. *et al.* Ameaças ao patrimônio espeleológico em Jandaíra, RN: Importância da preservação ambiental. **GEOSABERES: Revista de Estudos Geoeducacionais**, Fortaleza, v. 8, n. 14, pp. 35-47, jan. 2017. <https://doi.org/10.26895/geosaberes.v8i14.520>

SOWMAN, M. R. A procedure for assessing recreational carrying capacity of coastal resort areas. **Landscape and Urban Planning**, v. 14, n. 4, p. 331-344, out. 1987. [https://doi.org/10.1016/0169-2046\(87\)90044-2](https://doi.org/10.1016/0169-2046(87)90044-2)

SPERB, M. P. Avaliação da capacidade de carga da Ilha do Mel, PR: perspectiva de proprietários do setor de hospedagem. **Contextus - Contemporânea de Economia e Gestão**, Fortaleza, v. 7, n. 1, p. 93-102, jun. 2009. <https://doi.org/10.19094/contextus.v7i1.32106>

SUNKAR, A. *et al.* Geotourism Hazards and Carrying Capacity in Geosites of Sangkulirang-Mangkalihat Karst, Indonesia. **Sustainability**, v. 14, n. 3, p. 1704, fev. 2022. <https://doi.org/10.3390/su14031704>

TOMIĆ, N. *et al.* Exploring the Potential for Speleotourism Development in Eastern Serbia. **Geoheritage**, v. 11, p. 359 - 369, fev. 2018. [10.1007/s12371-018-0288-x](https://doi.org/10.1007/s12371-018-0288-x)

XAVIER, F. V.; RIBAS, R. D.; BRAZ, A. M. Avaliação de impactos socioambientais na Gruta da Lapinha, Lagoa Santa/MG e seu entorno pela atividade turística. **Geografia**, Londrina, v. 26, n. 1, p.19 -33, 2017. [10.5433/2447-1747.2017v26n1p19](https://doi.org/10.5433/2447-1747.2017v26n1p19)

ZANATTO, V. G.; SILVA, B. C.; SILVA, W. V.; MENDES, V. M.; STEINKE, V. A. Avaliação rápida de impactos em cavernas turísticas do Parque Estadual de Terra Ronca, Goiás, Brasil. **Revista Ibero-Afro-Americana de Geografia Física e Ambiente**. v.1, n. 2, p. 83-100, 2019. <https://doi.org/10.21814/physisterrae.2178>

ZANATTO, V.; STEINKE, V.; VIEIRA, A. Impactos do geoturismo na caverna Terra Ronca, Goiás, Brasil. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território**, Guimarães, n. 16, p. 391-414, mar. 2022. [http://dx.doi.org/10.17127/got/2019.16.017](https://dx.doi.org/10.17127/got/2019.16.017)

Recebido em: 01/07/2025

Aceito para publicação em: 06/11/2025