



**Union Internationale
de Spéléologie**



**International Union for
Conservation of Nature**

Diretrizes para a proteção de cavernas e do carste

Referência Bibliográfica:

Gillieson, D., Gunn, J., Auler, A., and Bolger, T. (editors), 2022.
Guidelines for Cave and Karst Protection, 2nd Edition, Postojna, Slovenia:
International Union of Speleology and Gland, Switzerland, IUCN. 112 pp



Idioma Português Brasileiro

Tradução do original Inglês para o Português Brasileiro: **Nivaldo Colzato** e **José Ayrton Labegalini**

ALGUNS VALORES DO CARSTE E DAS CAVERNAS

(1) O planejamento eficaz de regiões cársticas requer avaliação plena de todos os seus atributos econômicos, científicos e humanos, no contexto político-cultural da região.

(2) Managers should be aware that in karst basins, actions carried out on the surface result in direct or indirect impacts on the subsoil and downstream.

(3) A compreensão das características das cavernas e seus valores únicos é essencial para uma melhor gestão de qualquer região cárstica.

A NATUREZA ESPECIAL DOS AMBIENTES CÁRSTICOS E SISTEMAS DE CAVERNAS

(4) A salvaguarda dos processos naturais, especialmente do sistema hidrológico, é essencial para a proteção e gestão das paisagens cársticas.

(5) O mecanismo básico dos processos cársticos é a concentração em cascata do dióxido de carbono (CO₂) a partir de baixas concentrações na atmosfera externa, enriquecimento à medida que passa pelo solo até encontrar concentrações reduzidas nos vazios das cavernas. As concentrações elevadas de dióxido de carbono no solo são resultadas da respiração das raízes das plantas, atividade microbiana e a riqueza da fauna de invertebrados do solo. Essa cascata deve ser mantida para a operação eficaz dos processos cársticos.

(6) A necessidade de gestão integrada de bacias hidrográficas é mais vital para paisagens cársticas do que para muitas outras litologias.

(7) Atualmente existem relativamente poucas regiões cársticas intocadas e aquelas que assim permanecem devem ser preservadas e mantidas como alta prioridade. Em lugares já impactados, o foco deve estar na correção de quaisquer impactos negativos de práticas de gestão passadas e presentes.

ESCALAS DE GERENCIAMENTO EM ÁREAS CÁRSTICAS

(8) Um único modelo de gestão aplicado a um complexo sistema hidrológico cárstico (ou sistema integrado de complexo cavernas) é improvável que proteja adequadamente os processos geomorfológicos e ecológicos em andamento em diferentes partes do sistema. O planejamento de gestão deve, portanto, levar em conta a escala de fatores em um sistema cárstico.

(9) A biologia da maioria das cavernas é altamente dependente de fontes de alimentos trazidas do

ambiente externo. O acesso de alimentos e energia de fontes externas é fundamental para a sobrevivência de populações viáveis de organismos, e a frequência e magnitude das entradas de energia no ecossistema da caverna é essencial para a manutenção das populações de organismos.

(10) Um determinado sistema hidrológico cárstico (ou um sistema de cavernas) pode conter vários componentes ou tipos de passagem, desde passagens ativas com fluxo de água até passagens inativas de nível superior, bem como galerias fósseis mal conectadas. Cada caso exigirá prescrição diferente de manejo.

(11) Em uma área cárstica, algumas seções podem ser muito sensíveis aos contaminantes das águas subterrâneas, enquanto outras áreas podem ser menos sensíveis. Portanto, é necessário um planejamento abrangente do uso da terra para proteger os recursos hídricos subterrâneos cársticos.

ESPELEOLOGIA RECREATIVA E DE AVENTURA

(12) Um inventário de cavernas é desejável como base para a gestão. As características de particular interesse em cada caverna devem ser identificadas em um mapa.

(13) Uma avaliação de risco é desejável e deve abranger grupos de cavernas, cavernas individuais ou seções dentro de uma caverna, conforme apropriado para o local. A avaliação deve cobrir tanto o risco para os exploradores humanos quanto o risco que os exploradores humanos representam para a caverna. A vulnerabilidade de cada tipo de recurso deve ser avaliada para facilitar a identificação de cavernas ou zonas dentro de cavernas que são adequadas para usos específicos.

(14) A gestão dos impactos da prática da espeleologia é melhor abordada através de um processo de planejamento estratégico com a participação das partes interessadas. Uma abordagem adequada provavelmente exigirá uma combinação de iniciativas, das quais a política de acesso sempre desempenhará um papel fundamental.

(15) Qualquer instrutor que ofereça espeleologia de aventura deve ser capaz de demonstrar que recebeu treinamento adequado em questões de segurança e conservação de cavernas.

(16) Espera-se que todos os espeleólogos estejam familiarizados e sigam um Código de Espeleologia de Mínimo Impacto (CEMI). Quando um CEMI nacional ou regional não se aplica a uma área protegida, um código específico deve ser elaborado com base nos códigos publicados.

(17) A escavação, exploração original e pesquisa em cavernas dentro de áreas protegidas devem ser controladas por acordos específicos ou pela exigência de licenças.

(18) Recomenda-se aos gestores de áreas protegidas que desenvolvam um plano que possa ser implementado em caso de acidente espeleológico na área. O plano deve ser elaborado com a participação do órgão espeleológico regional ou nacional e dos órgãos estaduais responsáveis por situações de acidentes e emergências. Além disso, esse plano deve incluir diretrizes para minimizar os impactos do resgate na caverna e na superfície.

(19) É totalmente inadequado permitir qualquer forma de transporte motorizado em cavernas não turísticas. Além disso, cavernas nunca devem ser usadas para eventos de competições ou outros tipos de eventos esportivos.

CAVERNAS TURÍSTICAS

(20) Cavernas turísticas existentes devem ser gerenciadas com os mais altos padrões possíveis e devem cumprir as diretrizes recomendadas pela Associação Internacional de Cavernas Turísticas (ISCA, na sigla em inglês), bem como as diretrizes fornecidas aqui.

(21) Um estudo abrangente deve ser realizado para determinar a sustentabilidade ambiental e econômica antes de adaptar uma caverna ao turismo.

(22) A segurança deve ser a prioridade número um para cada caverna turística.

(23) A definição da capacidade de carga de visitantes de uma caverna turística é o equilíbrio entre fornecer uma experiência segura de passeio na caverna, informativa e agradável para os visitantes e minimizar os impactos no ambiente da caverna, ao mesmo tempo em que se atinge os objetivos econômicos. Todos esses três fatores (experiência do visitante, mínimo impacto ambiental e objetivos econômicos) devem ser considerados.

(24) É necessário ter um levantamento topográfico do local que mostre os detalhes da superfície e do subterrâneo de uma caverna, a fim de analisar os possíveis impactos que as obras externas podem causar na caverna.

(25) A infraestrutura adequada na entrada de uma caverna turística é essencial para preservar o ambiente natural da caverna.

(26) Em todos os novos empreendimentos, seja em grutas turísticas existentes ou em novos locais, as infraestruturas necessárias devem ser cuidadosamente avaliadas, concebidas e instaladas, tendo em conta as melhores práticas disponíveis.

(27) O sistema de iluminação elétrica de uma gruta deve ser, preferencialmente, dividido em zonas, de modo que apenas as partes da gruta ocupadas no momento pelos visitantes possam ser efetivamente iluminadas. O uso da iluminação deve ser minimizado para iluminar apenas determinados conjuntos e criar uma atmosfera que melhore a experiência do visitante.

(28) A gestão eficaz das grutas turísticas deve ser baseada no seu constante monitoramento, para permitir uma gestão adaptativa do local. No mínimo, um monitoramento básico da caverna, fauna, clima e concentrações de dióxido de carbono deve ser realizado de acordo com um cronograma de monitoramento.

(29) Os gestores de cavernas turísticas devem ser competentes tanto na gestão do negócio como na sua proteção ambiental.

(30) Os guias de qualquer caverna turística desempenham um papel muito importante como elo entre a gruta e o visitante. É fundamental que os guias sejam devidamente formados nos valores da gruta em que atuam e na sua interpretação para os visitantes.

(31) Todas as cavernas turísticas devem elaborar informações interpretativas de alta qualidade para ajudar o público a entender e apreciar melhor o ambiente da caverna.

ATIVIDADES DE AVENTURA E TURISMO EM ÁREA CÁRSTICA

(32) Os habitats cársticos externos, acidentadas e remotos, podem ter valores de biodiversidade e geodiversidade não conhecidos, que precisam ser estudados e avaliados como parte do processo de tomada de decisões sobre a permissão ou não de atividades de aventura e turismo, em que condições, e onde.

(33) A infraestrutura necessária para apoiar atividades externas em áreas cársticas deve ser concebida e instalada de forma a oferecer um impacto mínimo sobre o carste, tanto visualmente como em termos de integridade e, se necessário, que possa ser facilmente removida no futuro, devolvendo o carste quase ao seu estado natural.

PESQUISA CIENTÍFICA

(34) Todas as áreas protegidas que contenham cavernas e carste devem desenvolver políticas de gestão de pesquisas, as quais só devem ser permitidas após o recebimento e aprovação de um pedido.

(35) Aqueles que desejam realizar pesquisas em cavernas devem ser capazes de demonstrar que

estão familiarizados com o ambiente cavernícola e com o Código de Espeleologia de Mínimo Impacto local, ou que estão trabalhando com espeleólogos experientes que garantirão o cumprimento desse código.

(36) Para as cavernas que possuem plano de manejo, nesse documento deve constar uma seção sobre atividades de pesquisa.

(37) Todos os pesquisadores que trabalham em cavernas ou carste, dentro ou fora de áreas protegidas, são aconselhados a avaliar cuidadosamente suas propostas, incluindo uma comparação entre benefícios potenciais com riscos de danos ao meio ambiente ou valores culturais.

(38) Deve ser dada ênfase em métodos de amostragem mínima para fauna, espeleotemas e sedimentos, e os pesquisadores devem se comprometer a publicar os resultados em um formato que seja facilmente compreendido pelo público, bem como nos meios acadêmicos. Os pesquisadores devem comprometer-se a remover o(s) equipamento(s) e reabilitar o local (se necessário) após a conclusão do projeto.

AGRICULTURA E FLORESTAS

(39) A atividade agrícola tem potencial para causar impactos adversos significativos nos geoecossistemas cársticos. Os gestores de áreas protegidas devem: (a) prestar atenção especial às mudanças propostas no uso da terra e (b) fornecer orientações adequadas ao tipo de cultivo e às condições particulares do terreno, a fim de minimizar os impactos na quantidade e qualidade da água.

(40) Com relação ao uso da terra, a terra arável requer um manejo cuidadoso do solo para minimizar a perda por erosão e a alteração das propriedades do solo, como aeração, estabilidade de agregados e teor de matéria orgânica, como também para manter uma biota saudável no solo. As áreas de pastagens devem ser manejadas de forma a manter a cobertura vegetal, prestando atenção especial aos níveis populacionais. Como as dolinas fornecem pontos de recarga, elas devem ser deixadas em seu estado natural e nunca devem ser preenchidas ou utilizadas para descarte de resíduos.

(41) Sempre que possível, zonas de amortecimento devem ser estabelecidas em torno de áreas de recarga concentrada, como córregos afluentes, dolinas ou outras aberturas naturais, pois são canais para o movimento de poluentes e contaminantes para o ambiente cárstico subterrâneo. Em terras agrícolas, a aragem não deve ser permitida em zonas de amortecimento e a completa cobertura vegetal

deve ser mantida para filtrar qualquer fluxo de sedimento proveniente da terra arada. Nas florestas, a preservação e potencial valorização da vegetação nativa nas zonas de amortecimento é fundamental.

(42) No que diz respeito à quantidade de água, devem ser estabelecidos controles das quantidades de água subterrânea retiradas para irrigação. A captação de água da chuva deve ser utilizada na medida do possível.

(43) No que diz respeito à qualidade da água, o uso de pesticidas e herbicidas deve ser desencorajado, a menos que seja absolutamente necessário para controlar pragas e ervas daninhas. O uso de fertilizantes deve ser reduzido e, sempre que possível, fertilizantes naturais devem ser usados. As zonas de amortecimento em torno das áreas de recarga concentrada devem ser respeitadas e as aplicações químicas não devem ser feitas durante os períodos em que os solos estão saturados ou próximos da saturação, quando aumenta o risco de enxurradas carregarem produtos químicos para o meio subterrâneo do carste.

(44) Antes de qualquer atividade madeireira ou florestal em áreas cársticas, é necessário um procedimento para inventariar e mapear a área, avaliar sua sensibilidade e/ou vulnerabilidade e desenvolver prescrições de manejo adequadas. A análise prévia do tipo e extensão das atividades florestais dentro de uma bacia cárstica específica deve ser considerada, como também um monitoramento sistemático para garantir como os procedimentos elaborados foram implementados e quanto as áreas cársticas sensíveis foram protegidas.

(45) As florestas naturais desenvolvidas em terrenos cársticos, incluindo árvores adultas e aquelas de crescimento rápido, não devem ser cortadas em excesso, derrubadas ou sujeitas a qualquer impacto humano. Em vez disso, essas florestas precisam ser rigorosamente protegidas por meio de um manejo de conservação adequado, para que os ambientes cársticos superficiais e subterrâneos continuem a desfrutar dos benefícios do funcionamento de seus ecossistemas.

(46) Em áreas onde a floresta nativa foi derrubada e substituída por outras espécies, os gestores devem planejar a substituição de espécies não nativas pelo tipo de floresta mais adequado às condições ecológicas do local.

INDÚSTRIAS EXTRATIVAS

(47) Deve haver uma presunção contra novas minas ou mineração a céu aberto em áreas cársticas protegidas, a menos que possa ser demonstrado

que não há fonte alternativa para um mineral que está em falta e de alto valor econômico ou estratégico.

(48) Qualquer proposta para uma nova mina ou mineração a céu aberto em áreas cársticas deve ser sujeita a uma rigorosa avaliação ambiental que leve em conta as características dentro e nos limites da área, bem como o potencial de impactos propagados através das águas cársticas superficiais e subterrâneas.

(49) A avaliação ambiental deve descrever e avaliar o valor das formas de relevo e dos ecossistemas das cavernas e do carste. Deve-se avaliar se existem locais de mineração alternativos onde haveria impactos menos significativos. Onde não houver locais alternativos, deve haver uma zona tampão cuidadosamente projetada, sempre que possível, ao redor de cavernas e feições cársticas significativas para proteger a integridade do ecossistema das cavernas, bem como a continuidade dos processos hidrológicos.

(50) Quando não houver alternativa à destruição, as feições devem ser registradas e, quando relevante, removidas para estudo científico, ou seja, catalogar e remover espeleotemas e sedimentos para estudos paleoambientais.

(51) Onde o desenvolvimento for permitido, deve haver um sistema de proteção ambiental bem projetado, bem como um protocolo de monitoramento para registrar as condições durante a operação e a eficácia do sistema de proteção, para que possam ser feitas alterações, se necessário. Também deve haver um plano detalhado do encerramento da atividade minerária que inclua a restauração ambiental adequada e monitoramento de longo prazo, incluindo uma fiança recolhida antecipadamente, para garantir que os fundos de conclusão final estarão disponíveis.

DESENVOLVIMENTO E INFRAESTRUTURA

(52) Todos os estudos de viabilidade para projetos de construção em áreas cársticas devem incluir um exame cuidadoso da localização pretendida, uma avaliação ambiental pormenorizada e a dimensão de uma zona tampão de proteção. Onde for possível afastar o projeto ou desenvolvimento urbano de uma área cárstica, esta pode ser uma decisão econômica e ambientalmente positiva.

(53) Devem ser desenvolvidos e aplicados protocolos para tratar da eliminação de resíduos atmosféricos, líquidos e sólidos gerados durante e após a construção. Estes devem estender-se a toda a zona

cárstica crítica, que inclui a atmosfera, o solo, o epicarste e a zona de montante dos aquíferos cársticos.

(54) Os códigos de obras para o carste devem ser aplicados da mesma forma que para áreas propensas a terremotos ou inundações. O zoneamento urbano em regiões cársticas deve levar em consideração as especificidades e fragilidades inerentes ao ambiente cárstico.

(55) Uma legislação robusta com base científica deve ser planejada e implementada em nível local, regional e nacional.

(56) Devem ser implementadas iniciativas educativas, especialmente nos países menos desenvolvidos, para informar os proprietários de terras ou moradores das cidades sobre a fragilidade das áreas cársticas.

(57) Nas áreas protegidas, as infraestruturas devem ser reduzidas ao mínimo e, se possível, localizadas longe de cavernas e feições cársticas.

(58) Um plano adequado de gestão da área protegida deve ponderar cuidadosamente os prós e os contras das edificações na área, tendendo a proteger o ambiente e os visitantes, em vez de proporcionar conforto desnecessário. Projetos de infraestrutura em grande escala em cavernas devem ser desencorajados, a menos que seja absolutamente necessário.

(59) Os materiais potencialmente perigosos devem ser manuseados com muito cuidado e devidamente regulamentados para minimizar as emissões. Os socorristas para incidentes com materiais perigosos devem ser treinados em métodos de atendimento específicos para regiões cársticas.

(60) Materiais perigosos, sejam gasolina ou outros combustíveis, solventes, esgoto ou outros resíduos perigosos, nunca devem ser despejados no subsolo. A investigação e recuperação de águas subterrâneas é uma ação extremamente difícil e cara. Na medida do possível, os materiais perigosos devem ser contidos e removidos em superfície. Profissionais com experiência em carste devem realizar pesquisas mais detalhadas do potencial impacto ambiental.

ABASTECIMENTO DE ÁGUA

(61) Definir zonas de proteção para fontes de água cárstica, como nascentes, poços e cavernas. Nessas áreas protegidas, devem ser estabelecidos protocolos de práticas agrícolas, com uso adequado de fertilizantes e bombeamento de água controlado. Vários esquemas para a implementação de zonas de proteção de nascentes já foram propostos, mas só foram amplamente aplicados na Europa e nos EUA.

(62) As iniciativas educativas devem promover a sensibilização dos proprietários de terras e do cidadão comum em relação às especificidades dos ambientes cársticos, a fim de evitar a eliminação inadequada de resíduos sólidos, sanitários e perigosos.

(63) Deve ser estabelecido um sistema de monitoramento robusto nas principais nascentes e poços selecionados em sistemas de águas cársticas subterrâneas sensíveis e muito utilizados. O monitoramento remoto de alta resolução e de longo prazo já é possível em muitas nascentes e deveria ser implementado de forma mais ampla.

(64) Os países devem tratar a água do carste como um recurso frágil e finito, implementando leis para controlar e disciplinar sua extração, bem como prover financiamento adequado para uma reação rápida em caso de contaminação. Em particular, devem ser postas em prática recomendações sobre o projeto e implementação adequados de fossas sépticas e a localização de aterros sanitários.

(65) Como pouco se sabe sobre o comportamento de muitos poluentes em ambientes cársticos, financiamento adequado deve ser disponibilizado para avançar na compreensão científica deste tópico.

DESENVOLVIMENTO DE MONITORAMENTO EFICAZ E MITIGAÇÃO

(66) O monitoramento é uma ferramenta essencial na gestão e proteção de cavernas e recursos cársticos, especialmente em áreas protegidas. Os resultados do monitoramento contínuo podem ser usados para informar a gestão e mitigar os impactos.

(67) Os esforços de monitoramento devem centrar-se na priorização dos recursos naturais com base no seu valor ou importância, na sua vulnerabilidade ou fragilidade e na gravidade das ameaças ou impactos reais ou previstos.

(68) A poluição das águas subterrâneas causa problemas especiais no carste e deve ser sempre minimizada e controlada. Esse monitoramento deve ser baseado em eventos e não apenas em intervalos regulares, pois as concentrações de solutos e poluentes químicos são geralmente mais altas durante períodos de baixa vazão; no entanto, é durante as fortes chuvas e inundações que a maior carga de poluentes é transportada através do sistema cárstico.

(69) Evite o monitoramento de alta frequência em áreas frágeis, a menos que seja estritamente necessário, pois isso pode gerar impactos próprios. O monitoramento automatizado deve ser priorizado, se possível.

(70) Embora se reconheça a natureza não renovável de muitas feições cársticas, especialmente no interior de cavernas, uma boa gestão exige que os elementos danificados sejam restaurados sempre que possível.

(71) Na medida do possível, os sistemas e processos naturais nas áreas cársticas devem ser mantidos ou restaurados. Se for necessária intervenção, é preferível o uso de soluções naturais, especialmente aquelas que trabalham em harmonia com os processos naturais e são mais sustentáveis do ponto de vista ambiental do que as soluções de engenharia.

ENVOLVIMENTO DOS POVOS INDÍGENAS NA GESTÃO DO CARSTE

(72) Para qualquer área protegida onde existam povos indígenas, deve haver uma base legal e política para estabelecer um sistema de gestão colaborativa, com um comitê de gestão local. Os principais interessados e detentores de direitos do comitê são os moradores locais e as autoridades de gestão de áreas protegidas, sendo os interessados secundários as agências governamentais relevantes.

(73) Para as áreas protegidas cársticas nas quais existam povos indígenas, deve haver um zoneamento participativo da terra com base no conhecimento tradicional e nos direitos consuetudinários. Idealmente, isso deve incluir áreas de uso controlado onde algumas atividades econômicas são praticadas e áreas totalmente protegidas onde a conservação da natureza é o objetivo principal.

(74) Os administradores de parques onde existam povos indígenas devem desenvolver acordos de cogestão com as comunidades locais, redigidos em linguagem adequada, para que cada comunidade tenha uma área claramente definida para sua gestão e atividades econômicas.

(75) Os administradores de parques onde existam povos indígenas devem envolver a população local nas atividades de gestão da área protegida. Atividades de guarda florestal e guia de turismo em cavernas e caminhadas no carste oferecem importantes oportunidades de emprego e contribuem para o desenvolvimento da comunidade local. Programas para formar guardas florestais e guias no idioma que provavelmente será usado pela maioria dos visitantes e na história natural são essenciais.

(76) Um requisito fundamental para a gestão das melhores práticas é a necessidade de fornecer informações corretas e cientificamente exatas aos visitantes e de facilitar a investigação relevante e de baixo impacto.