

INSTRUMENTOS PARA AS GESTÕES TERRITORIAL E AMBIENTAL NO BRASIL: A PROTEÇÃO DO CARSTE EM PERSPECTIVA

Territorial and environmental management instruments in Brazil: Karst protection in perspective

Manuela Corrêa Pereira*
Roberto Célio Valadão**

***Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG / Belo Horizonte, Minas Gerais**
manuelacp1@gmail.com

****Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG / Belo Horizonte, Minas Gerais**
valadao@ufmg.br

RESUMO

As paisagens cársticas, em razão de suas particularidades naturais, revelam maior grau de fragilidade frente às atividades antrópicas caso sejam elas comparadas a paisagens outras cujo substrato geológico é composto por rochas não carbonáticas. É partindo dessa constatação que este artigo analisa os instrumentos para as gestões territorial e ambiental que, direta ou indiretamente, contemplem ações voltadas para as peculiaridades das paisagens cársticas. Emprega-se, para isso, recursos da análise documental, em permanente diálogo com a literatura especializada, na investigação dos impactos ambientais em paisagens cársticas e dos principais instrumentos das políticas Urbana, Nacionais de Meio Ambiente e de Recursos Hídricos. Dentre esses instrumentos, os planos diretores da Política Urbana se revelaram como aqueles que mais abarcam medidas protetivas que convergem com as peculiaridades do carste. Complementarmente, observou-se que não há, no atual cenário normativo ambiental do país, regulamentações específicas que contemplem as paisagens cársticas em sua perspectiva integral, totalizante, que regulamente os mais variados usos das áreas cársticas em atendimento aos interesses sociais e econômicos, seja frente àquelas atividades desenvolvidas na superfície (exocarste), como também em subsuperfície (endocarste). Não obstante, apesar de se contar hoje no Brasil com legislação pertinente às cavidades naturais, a qual normatiza o uso de elementos inerentes ao endocarste, a mesma não proíbe a instalação de atividades antrópicas altamente impactantes aos ambientes cársticos que, por vezes, resultam em danos irreversíveis.

Palavras-chave: Carste. Gestão territorial. Gestão ambiental. Impactos ambientais. Medidas protetivas.

ABSTRACT

The karst landscapes, because of its natural characteristics, are more vulnerable to anthropogenic activities when compared to other landscapes whose geological substrate is composed of non carbonate rocks. In this context, this article analyzes the instruments for territorial and environmental management, that directly or indirectly, contemplate actions to protect the peculiarities of the karst landscapes. It was used documental analysis techniques, in constant dialogue with the literature, that deals with environmental impacts in karst landscapes and with the main instruments of Urban Policy, National Environment Policy and National Water Resources Policy. Among these instruments, comprehensive city plans of Urban Policy were revealed as those that have more protective aspects that converge with the karst peculiarities. In addition, it was observed that specific regulations, that understand the karst landscapes in its full perspective, don't exist in the current Brazil's environmental regulatory. There aren't regulations that contemplate the karst as a system and regulate the various uses of karst areas in response to social and economic interests. Nevertheless, in spite of the existence of natural cavities' legislation, which regulates those uses that impacts the endocarste, it does not prohibit the installation of high impact human activities that sometimes result in irreversible damages to the karst landscapes.

Keywords: Karst. Territorial management. Environmental management. Environmental impacts. Protective measures.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, as primeiras legislações que embasavam a tímida política ambiental então vigente consistiam nos códigos de água (1934), florestal (1965) e de caça e pesca (1967). Entretanto, a partir da década de 1970, influenciado por tendência mundial que se preocupava com as limitações dos recursos naturais, o Brasil cria o primeiro órgão especialista na gestão de questões ambientais, a Secretaria Especial de Meio Ambiente: o SEMA; órgão especializado no trato de assuntos ambientais sob coordenação do Ministério do Interior (SOUSA, 2005). Somente na década de 1980 passa haver maior valorização das questões ambientais e, conseqüentemente, considerável emergência de órgãos governamentais e não governamentais de cunho ambiental que objetivam conceber, gerir, executar e fiscalizar políticas que visem o desenvolvimento sustentável.

Nessa mesma década o carste também passa a ser visto, embora de maneira tímida, como um ambiente vulnerável à intensificação das atividades humanas. Logo, por ser uma paisagem naturalmente mais frágil, é esperado que políticas públicas de caráter territorial e ambiental criassem instrumentos que norteassem a gestão das atividades antrópicas presentes em tal paisagem. Apesar da crescente emergência de instrumentos de planejamento territorial e ambiental no Brasil, observa-se que há uma desarticulação desses instrumentos que de forma direta ou indireta lida com as peculiaridades do carste.

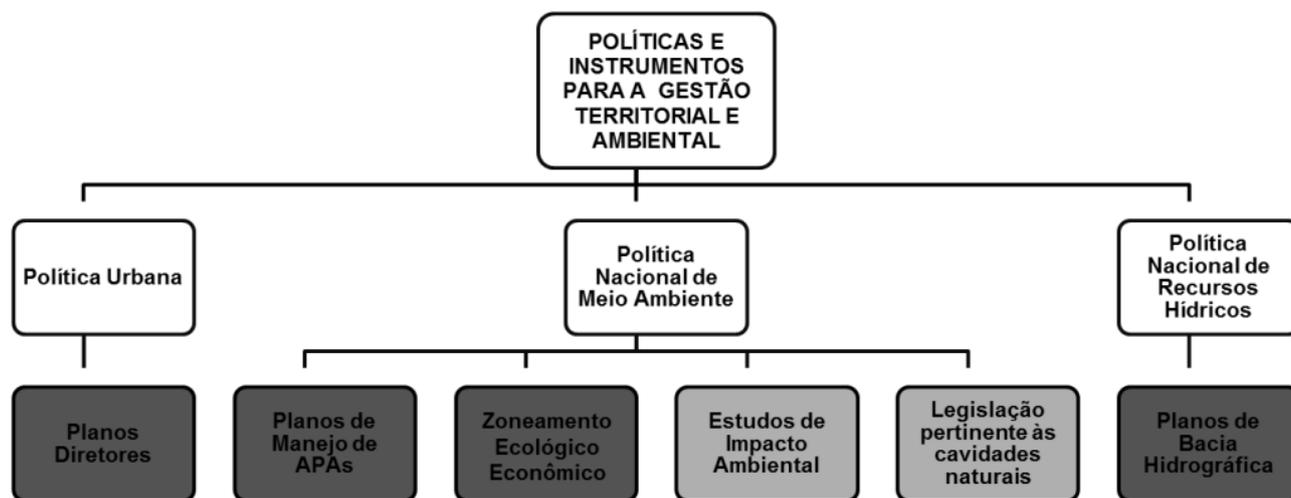
É nesse contexto que se insere este trabalho, cujo principal objetivo é efetivar reflexões acerca dos instrumentos para as gestões territorial e ambiental que, de forma direta ou indireta, contemplem ações voltadas para as peculiaridades das áreas cársticas nos âmbitos nacional, regional, de bacias hidrográficas e municipal. Para tanto, têm-se como objetivos específicos: (i) avaliar em que medida os principais instrumentos para as gestões territorial e ambiental das políticas Urbana, Nacionais de Meio Ambiente e de Recursos Hídricos abarcam aspectos de ordenamento territorial e proteção ambiental que convergem com as peculiaridades das paisagens cársticas; e (ii) compreender como os instrumentos criados nos âmbitos municipal, regional, de bacias hidrográficas e nacional lidam com essa questão.

Desse modo, utilizaram-se como critério de seleção, os instrumentos de gestão territorial que implicam no ordenamento do uso e ocupação do solo, ou seja, que abrangem uma escala municipal a regional. Já o critério de seleção dos instrumentos de gestão ambiental foi baseado em instrumentos que estabeleçam regulamentações numa escala pontual ou local para empreendimentos ou atividades com potencial poluidor ou até para a proteção de cavidades naturais subterrâneas. As técnicas de pesquisa utilizadas consistiram, basicamente, na pesquisa bibliográfica e documental. A partir da primeira, buscou-se estabelecer diálogo com os autores que realizam abordagem crítica sobre os instrumentos de gestão e impactos no carste. Já através da segunda, a pesquisa documental, principal meio utilizado neste artigo, buscou-se analisar documentos públicos (leis, decretos, instruções normativas, resoluções, portarias, dentre outros), todos acessíveis em sites governamentais na web, a exemplo do Planalto do Governo, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH).

Tendo em vista o alcance dos objetivos já postos, este artigo se estrutura em quatro seções que, apesar de abordarem temáticas distintas, estabelecem forte vinculação e diálogo ao tratarem das fragilidades dos sistemas cársticos, dos instrumentos para a gestão territorial e dos instrumentos para a gestão ambiental. A primeira seção caracteriza os sistemas cársticos e sua fragilidade ambiental frente às atividades antrópicas. Na seção seguinte se analisa o quadro legal inerente aos instrumentos para a gestão territorial: plano diretor (PD), plano de manejo (PM), zoneamento ecológico econômico (ZEE) e plano de bacia hidrográfica (PBH); incluem-se, nessa análise, os seguintes instrumentos para a gestão ambiental: os estudos de impacto ambiental (EIA) e a legislação pertinente às cavidades naturais subterrâneas (LCVN) (Figura 1). A terceira seção busca responder à questão central deste artigo: Há, no país, convergência entre os instrumentos para as gestões territorial e ambiental e a proteção do carste?; a resposta a essa questão procura ser construída mediante diálogo entre as

temáticas abordadas ao longo das seções anteriores. Por fim, a última seção contempla algumas considerações finais.

Figura 1 – Relação dos instrumentos para a gestão territorial (em cinza escuro) e para a gestão ambiental (em cinza claro) com suas respectivas políticas de origem (em branco)



Fonte: elaborado pelos autores.

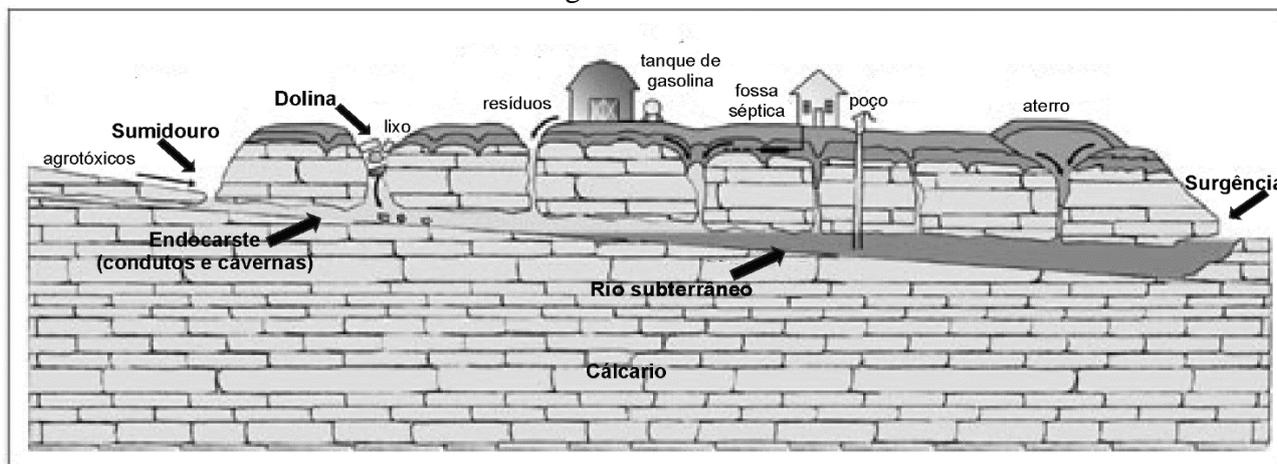
2 O QUE HÁ DE FRÁGIL NAS PAISAGENS CÁRSTICAS?

Paisagens cársticas são caracterizadas por apresentarem um relevo distinto, esculpido por processos de dissolução, que geram formas peculiares a este tipo de relevo (dolinas, cavernas, sumidouros, surgências, dentre outras) (Figura 2). A origem da palavra “carste”, que é amplamente conhecida na literatura internacional como “karst”, está associada a uma tipologia de relevo, denominada planalto cárstico, que abrange a Itália, a Eslovênia e a Croácia (Christofolletti, 1980; Hardt et al., 2010). Segundo Ford e Williams (2007), rochas carstificadas em superfície e próximas à superfície ocupam, aproximadamente, 20% das áreas continentais não congeladas do globo. Além disso, 20 a 25% da população mundial são abastecidas pelas águas subterrâneas que circulam pelos condutos cársticos. Já no Brasil, áreas de afloramento de rochas carbonáticas, principal grupo de litologias que abrigam paisagens cársticas com uma rede subterrânea complexa, abrangem somente 2,79% do território brasileiro (BIZZI *et al*, 2001). Entretanto, através da intensificação das atividades antrópicas presentes na superfície destas paisagens, impactos negativos irreversíveis podem ocorrer neste ambiente, acarretando sérios prejuízos ambientais.

Paisagens cársticas apresentam atributos naturais que motivam o uso e ocupação de seu solo. Dentre estas atividades, destacam-se a mineração de calcário, que, historicamente, é utilizado como matéria prima do cimento empregado nos diversos segmentos da construção civil. Além disso, a captação de águas subterrâneas é outra atividade recorrente neste tipo de paisagem, sobretudo quando esta carece da ocorrência de drenagens superficiais que garantam o abastecimento de cidades e de atividades econômicas localizadas em áreas cársticas (Figura 2).

Se por um lado as paisagens cársticas possibilitam uma série de usos devido aos seus aspectos naturais, por outro lado, a intensificação ou manejo inadequado destes usos repercutem em impactos ambientais significativos. Dentre estes impactos se destacam a contaminação e redução do nível das águas subterrâneas (Figura 2) e o colapso de áreas cársticas superficiais, como áreas de dolinamento (Figuras 3-A e 3-B).

Figura 2 – Complexidade de uma paisagem cárstica, marcada por feições como sumidouros, que são a porta de entrada dos contaminantes provenientes das atividades antrópicas. Por meio dessas feições contaminantes em superfície podem atingir rios subterrâneos, comprometendo a qualidade das águas subterrâneas



Fonte: Adaptado de DeBAUN (2010).

Desse modo, ao mesmo tempo em que esta paisagem disponibiliza recursos naturais para a manutenção das atividades antrópicas, ela também pode ser uma ameaça aos seres humanos, à medida que alterações na dinâmica e na qualidade das águas subterrâneas e abatimentos no solo podem causar sérios danos materiais e até mesmo humanos. Logo, torna-se fundamental que o ordenamento territorial, bem como a instalação e a operação de empreendimentos e atividades com potencial poluidor contemplem medidas protetivas que convirjam com o manejo adequado de paisagens cársticas.

Figura 3 – (A) Dolina cárstica induzida por vazamento em tubulação subterrânea no ano de 2009, na cidade de Dzerzhinsk/Rússia; e (B) Praça pública construída no lugar de uma dolina de abatimento, que se formou no ano de 1988, na cidade de Sete Lagoas/MG



Fontes: (A) TOLMACHEV e LEONENKO (2011); e (B) PILÓ (1999).

3 INSTRUMENTOS PARA AS GESTÕES TERRITORIAL E AMBIENTAL

Segundo Santos (2007), o termo *instrumentos* consiste num conjunto de instrumentos técnicos, jurídicos e administrativos que visa à definição de normas para organização territorial, elaboração de planos e programas, propostas de monitoramento e controle, proposição de subsídios ao gerenciamento e elaboração de mecanismos de gestão. Já o termo *gestão territorial*, segundo Dallabrida (2007), refere-se aos diferentes processos de tomada de decisão dos atores sociais, econômicos e institucionais de um determinado âmbito espacial. Desse modo, compreende-se que os instrumentos são medidas técnicas jurídicas e administrativas que podem subsidiar a gestão territorial, ou seja, as tomadas de decisão no que tange ao uso e à ocupação do solo de um determinado espaço.

A Política Urbana, a Política Nacional de Meio Ambiente e a Política Nacional de Recursos Hídricos têm criado diversos instrumentos de planejamento territorial com a finalidade de fornecer subsídios técnicos para a gestão de seus territórios em consonância com os princípios previstos para cada política. Dentre estes instrumentos, destacam-se aqueles que implicam ou influenciam no ordenamento do uso e ocupação do solo: planos diretores (PDs) municipais, planos de manejo (PMs) de unidades de conservação (UCs), zoneamento ecológico econômico (ZEE), e planos de bacia hidrográfica (PBHs) (Figura 1).

Apesar dos instrumentos de planejamento territorial também apresentarem um caráter ambiental, optou-se por distingui-los dos instrumentos para a gestão ambiental, tendo em vista que estes se restringem a uma escala local/pontual (exemplo: um empreendimento ou uma cavidade) e não implicam, necessariamente, no planejamento do território. Os instrumentos para a gestão ambiental são extremamente importantes, tendo em vista que lidam com fontes de poluição e/ou outros tipos de impactos ambientais que podem ser proporcionalmente maiores em paisagens cársticas. Desse modo, além dos instrumentos para a gestão territorial supracitados, serão aqui analisados os instrumentos inerentes ao licenciamento ambiental, que lidam com estudos e avaliações de impacto ambiental de atividades e empreendimentos, bem como com a legislação relativa às cavidades naturais subterrâneas. Embora este último esteja associado aos instrumentos inerentes ao licenciamento ambiental, optou-se por destacá-lo, tendo em vista que a proteção do patrimônio espeleológico se aproxima do manejo em paisagens cársticas.

3.1 Os planos diretores da Política Urbana

No início do século XXI, com a aprovação do Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001), a Política Urbana passa a ter maior consistência, devido à criação de regulamentação melhor fundamentada do ponto de vista jurídico. Além disso, o Estatuto da Cidade passa a incorporar instrumentos que visam garantir maior participação social e, pela primeira vez, incorpora a questão ambiental como aspecto fundamental para promoção do bem-estar da população e, conseqüentemente, para o planejamento de cidades mais sustentáveis.

Dentro deste contexto, o Artigo 2º e o artigo 42º-A do Estatuto da Cidade se destacam por contemplarem aspectos que convergem com a proteção de paisagens cársticas no âmbito da gestão territorial: (i) saneamento ambiental; (ii) ordenação do uso do solo com o intuito de evitar a poluição e degradação ambiental e exposição da população a riscos e desastres; (iii) mapeamento contendo as áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos; e (iv) identificação e diretrizes para a preservação e ocupação das áreas verdes municipais.

O saneamento ambiental é uma medida protetiva prevista nas diretrizes gerais do Estatuto da Cidade (Inciso I do Artigo 2º da Lei nº 10.257/2001). Embora o saneamento ambiental também possa ser interpretado como aspecto inerente à gestão ambiental (escala local), ele possui aspectos territoriais à medida que as áreas municipais escolhidas para a destinação de resíduos sólidos, estação de tratamento de esgoto e estação de tratamento de água estão atreladas a uma série de fatores

espaciais. Dentre esses fatores se destacam, por exemplo, as cotas altimétricas, a distância dos cursos d'água superficiais e subterrâneos e a distância das áreas urbanas. Apesar do saneamento ambiental não estar especificado nos incisos inerentes ao plano diretor (PD) (Artigo 42º da Lei nº 10.257/2001), Britto (2011) salienta a importância dos PDs apontarem diretrizes, instrumentos e programas que objetivem a ampliação do acesso da população aos serviços de saneamento, reconhecendo a Política Municipal de Saneamento como um dos componentes da política local de desenvolvimento urbano. Além disso, no que tange a conservação de paisagens cársticas, a disposição inadequada de resíduos sólidos e a falta de tratamento dos efluentes podem contribuir para a deterioração das águas subterrâneas, bem como para o comprometimento de abastecimento de água dos municípios que compõem tal paisagem.

Quanto ao aspecto que se refere à ordenação do uso do solo com o intuito de evitar a poluição e degradação ambiental e exposição da população a riscos e desastres, é ele convergente com o manejo em paisagens cársticas à medida que a ordenação do uso do solo passa a considerar as áreas mais sensíveis à poluição e degradação ambiental, tais como dolinas e áreas de influência de sumidouros e cavernas cársticas (Figura 2). Além disso, o adensamento de edificações em áreas de instabilidade geotécnica pode implicar em processos de abatimentos potencialmente causadores de danos humanos e materiais (Figura 3). Para tanto, é essencial que PDs de municípios localizados em paisagens cársticas contemplem, no seu zoneamento, indicação clara e o mapeamento de áreas de instabilidade geotécnica e de vulnerabilidade dos aquíferos cársticos, notadamente em consonância com os aspectos que integram o item (iii) já explicitado.

Por fim, quanto ao aspecto (iv), que trata do manejo adequado de áreas verdes municipais com o intuito de reduzir a impermeabilização das cidades, contempla ele medidas de significativa relevância para aquelas paisagens cársticas. Isso porque a impermeabilização do solo implica em aumento considerável do escoamento superficial que, após ter a qualidade das águas de superfície comprometida pelo antropismo, pode transferir para o sistema hídrico subterrâneo grande volume de água deteriorada, contaminando a qualidade dos aquíferos. A deterioração dessas águas pode ser minimizada através da criação de áreas verdes, que permitem que parte dos contaminantes presentes na água infiltrada seja barrada pelo solo que sustenta essas áreas. Há casos em que, além dessa deterioração, verifica-se a redução drástica do volume de água subterrânea disponível às atividades humanas, uma vez que são reduzidas as taxas de infiltração e percolação da água paulatinamente à impermeabilização do solo. Nesse contexto, a conservação de áreas verdes constitui fator preponderante, uma vez que ela favorece a infiltração da água no solo.

3.2 Os planos de manejo de áreas de proteção ambiental e o zoneamento ecológico econômico da Política Nacional de Meio Ambiente

Áreas protegidas de uso direto, como as APAs, foram concebidas com o intuito de compatibilizar o uso humano com a conservação da natureza. Portanto, a gestão territorial, que envolve usos humanos e aspectos naturais é mais complexa e conflituosa quando comparada à gestão de áreas de proteção integral. As APAs foram referenciadas na legislação brasileira através da Lei nº 6.902/1981a. No Artigo 9º da referida Lei são explicitadas as **limitações e proibições** neste território, dentre eles, destacam-se: *“a implantação e o funcionamento de indústrias potencialmente poluidoras, capazes de afetar mananciais de água”* e *“o exercício de atividades capazes de provocar uma acelerada erosão das terras e/ou um acentuado assoreamento das coleções hídricas”* (BRASIL, 1981a). Desse modo, as atividades antrópicas presentes no interior das APAs não podem ser catalizadoras da poluição hídrica, tampouco de processos erosivos que acarretem no assoreamento de corpos hídricos.

Após a Lei nº 6.902/1981a, surge a Resolução CONAMA nº10/1988 que dispõe sobre a regulamentação de APAs. Segundo Alt (2008), tal Resolução foi a mais significativa ao tratar de forma mais ampla e profunda as diretrizes que fundamentam a gestão de APAs. Dentre estas

diretrizes, destacam-se: (i) a obrigatoriedade do zoneamento que estabelece normas do uso do solo e dos recursos naturais da APA; (ii) a maior exigência de estudos de impacto ambiental e licenciamento especial para realização de atividades antrópicas como agricultura, pecuária e mineração num raio mínimo de 1.000 metros no entorno de feições como cavernas e monumentos naturais (ALT, 2008, p.28). Entretanto, tal Resolução foi revogada pela Resolução CONAMA nº 428/2010, com isso a regulamentação de APAs passou a ser incipiente, baseando-se, essencialmente, nas Leis 6.902/1981a e 9.985/2000.

Embora a definição de APA tenha como objetivos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC (Lei nº 9.985/2000) não especifica quais aspectos da diversidade biológica devem ser protegidos, tampouco quais tipologias de ocupação devem ser disciplinadas para assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. Esperava-se que tais diretrizes fossem estabelecidas pelo Artigo 27º do SNUC, que torna obrigatória a elaboração do PM até cinco anos após a criação da UC em questão. Entretanto, não há nenhum tipo de regulamentação para a elaboração destes planos, sobretudo em APAs. Portanto, após a revogação da Resolução CONAMA nº 10/1988, a elaboração de zoneamentos ambientais de APAs, fundamentados por estudos técnicos como PMs, não possui nenhuma regulamentação legal. Apesar de existirem roteiros metodológicos, elaborados por órgãos ambientais nos âmbitos estadual e federal, a falta de diretrizes legais pode causar prejuízos ao zoneamento de APAs. Se por um lado a falta desta regulamentação concede maior liberdade para a elaboração destes planos e do zoneamento, por outro lado pode acarretar na elaboração de zoneamentos que cedem às pressões de ordem política e/ou econômica, desvirtuando o ideal de conservação das APAs.

Além do zoneamento ambiental de APAs, que é delimitado fundamentando-se nas informações técnicas do PM, a Política Nacional de Meio Ambiente prevê outro instrumento que implica num zoneamento territorial: o zoneamento ecológico econômico (ZEE). Este instrumento está previsto no Inciso II do Artigo 9º da Lei nº 6.938/1981b como “zoneamento ambiental”. Entretanto, o Decreto nº 4.297/2002 intitula este zoneamento ambiental como “zoneamento ecológico econômico” e estipula critérios para sua elaboração.

Conforme o Artigo 3º do Decreto supracitado, o ZEE tem como principal objetivo *“organizar, de forma vinculada, as decisões dos agentes públicos e privados quanto a planos, programas, projetos e atividades que, direta ou indiretamente, utilizem recursos naturais, assegurando a plena manutenção do capital e dos serviços ambientais dos ecossistemas”* (BRASIL, 2002). Diferentemente das APAs, os ZEEs não buscam zonedar um território que possui aspectos ambientais especiais, mas qualquer território com o intuito de subsidiar as decisões de atores públicos e privados quanto às possibilidades e restrições ecológicas e socioeconômicas daquele ambiente. Portanto, o zoneamento estabelecido pelo ZEE está subordinado ao zoneamento estabelecido pelas APAs, tendo em vista que as atividades antrópicas devem, obrigatoriamente, se ater às zonas determinadas por este último instrumento. Além disso, os estudos e a escala de detalhamento das APAs são mais apurados do que os do ZEE. De qualquer modo, o ZEE pode se configurar como um instrumento orientador de decisões em áreas que não possuem unidades de conservação.

Dentre os conteúdos previstos no Artigo 12º do Decreto nº 4.297/2002 para a elaboração do ZEE, destaca-se o “diagnóstico dos recursos naturais, da socioeconomia e do marco jurídico institucional”. Este diagnóstico deverá prever no território em questão a “Fragilidade Natural Potencial”, baseando-se em indicadores de perda da biodiversidade, vulnerabilidade natural a perda do solo, quantidade e qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos (BRASIL, 2002).

Pode-se concluir que as APAs e os ZEEs contribuem para o manejo em áreas cársticas à medida que apontam as fragilidades desta paisagem. Quanto às APAs, o Artigo 9º da Lei nº 6902/1981a é o que mais se aproxima das peculiaridades do manejo em áreas cársticas, tendo em vista que limita ou proíbe no interior destas UCs a implantação de indústrias poluidoras capazes de comprometer os mananciais de água, bem como atividades capazes de provocar a acelerada erosão

das terras e/ou o acentuado assoreamento das coleções hídricas. Entretanto, no que tange às regulamentações inerentes aos PMs de APAs, não foi possível estabelecer associações entre este instrumento e o manejo em áreas cársticas. Quanto ao ZEE, este contempla em seu diagnóstico a área de “Fragilidade Natural Potencial” que pode ser associada às peculiaridades das paisagens cársticas. Entretanto, tal instrumento possui caráter orientador e não implica num ordenamento obrigatório das atividades antrópicas em função do seu zoneamento.

3.3 Os Planos de Bacia Hidrográfica da Política Nacional de Recursos Hídricos

Assim como os planos diretores e os planos de manejo consistem em instrumentos fundamentais para o zoneamento territorial dos municípios e das APAs, os planos de bacia hidrográfica (PBH) e o enquadramento das águas subterrâneas são fundamentais para nortear, respectivamente, a gestão de bacias hidrográficas e dos aquíferos. Os PBHs são recentes quando comparados aos PDs e aos PMs, porém revela caráter inovador ao eleger como objeto central os corpos hídricos sob o enfoque da gestão territorial de bacias.

A Lei Federal nº 9.433/1997 se configurou como um divisor de águas na Política Nacional de Recursos Hídricos, visto que trouxe novos paradigmas, tais como: conceituação da água como bem de domínio público; conceituação da água como recurso natural limitado (dotado de valor econômico); prioridade do uso dos recursos hídricos em situação de escassez para o consumo humano e dessedentação de animais; e gestão participativa (Peres, 2012 p. 56). Atualmente, a lei supracitada tem direcionado a gestão dos recursos hídricos nos âmbitos federal, estadual, municipal e das próprias bacias hidrográficas. A Política Nacional de Recursos Hídricos e seus respectivos instrumentos de gestão estão intrinsecamente associados à gestão de paisagens cársticas, à medida que as águas subterrâneas que integram seus aquíferos são enquadradas ao contexto de recurso hídrico.

O Artigo 5º da Lei nº 9.433/1997 trata dos instrumentos inerentes à Política Nacional de Recursos Hídricos. Dentre estes instrumentos destacam-se os planos de recursos hídricos que, segundo os Artigos 6º e 7º consistem em: “*planos diretores que visam fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos*” e “*planos de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação dos seus programas e projetos*”. O Artigo 8º ainda explicita as escalas de análise dos planos de recursos hídricos, seja por bacia hidrográfica, por estado ou mesmo para o país.

A Resolução CNRH 145/2012, além de salientar que os planos de recursos hídricos e de bacias hidrográficas devem contemplar os recursos hídricos subterrâneos e superficiais, também estabelece diretrizes para o diagnóstico destes planos:

Art. 11º O Diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos deverá incluir, no mínimo, os seguintes aspectos:

I – caracterização da bacia hidrográfica considerando aspectos físicos, bióticos, socioeconômicos, políticos e culturais.

II – caracterização da infraestrutura hídrica;

III – avaliação do saneamento ambiental;

IV – avaliação quantitativa e qualitativa das águas superficiais e subterrâneas;

V – avaliação do quadro atual dos usos da água e das demandas hídricas associadas;

VI – balanço entre as disponibilidades e demandas hídricas avaliadas;

VII – caracterização e avaliação da rede de monitoramento quali-quantitativa dos recursos hídricos;

VIII – identificação de áreas sujeitas à restrição de uso com vistas a proteção dos recursos hídricos;

IX – avaliação do quadro institucional e legal da gestão de recursos hídricos, estágio de implementação da política de recursos hídricos, especialmente dos instrumentos de gestão;

- X – identificação de políticas, planos, programas e projetos setoriais que interfiram nos recursos hídricos;
- XI – caracterização de atores relevantes para a gestão dos recursos hídricos e dos conflitos identificados. (CNRH, 2012, p. 4).

O diagnóstico consiste numa fase do plano primordial para compreender a dinâmica entre os aspectos naturais, socioeconômicos, político e culturais. A compreensão destes três últimos fatores é essencial na fase do planejamento, para que se implante uma gestão compatível com os conflitos presentes na bacia hidrográfica. Entretanto, como este trabalho visa compreender em que medida, tais instrumentos abarcam a conservação de aspectos ambientais que convergem com as peculiaridades do carste, cabe destacar os incisos que tratam desta problemática: I, III, IV, V, VI, VII e VIII. Os incisos I (somente os aspectos “físicos” e “bióticos”) e VIII, em áreas cársticas, abarcarão as peculiaridades naturais destas paisagens. Já os incisos III, IV, V, VI, e VII, de modo geral, tratam da qualidade e quantidade da água frente aos usos presentes na bacia. Em paisagens cársticas, esta análise seria mais complexa, posto que o limite das águas subterrâneas não está conforme o limite da bacia hidrográfica em questão. Assim, a delimitação de bacias hidrogeológicas demanda uma análise mais apurada quando comparada à delimitação de bacias superficiais.

Além do Programa Nacional de Águas Subterrâneas previsto pelo Plano Nacional de Recursos Hídricos, a Resolução CONAMA nº 396/2008 também considera a complexidade dos aquíferos ao estabelecer diretrizes ambientais para prevenção e controle da poluição e para o enquadramento das águas subterrâneas. No que tange a prevenção e o controle da poluição destas águas, destacam-se as orientações direcionadas aos órgãos ambientais e aos órgãos gestores de recursos hídricos nos Artigos 20º, 21º e 22º. O Artigo 20º determina que estes órgãos devam implementar Áreas de Proteção de Aquíferos e Perímetros de Poços de Abastecimento, com o intuito de proteger a qualidade das águas. Já o Artigo 21º estabelece que estes órgãos devam promover a implementação de Áreas de Restrição e Controle do uso da água subterrânea em função da qualidade e quantidade da água subterrânea. Por fim, o Artigo 22º salienta que as restrições e exigência das classes de enquadramento das águas subterrâneas devem ser observadas no licenciamento ambiental, no ZEE e demais instrumentos de gestão territorial e ambiental (CONAMA, 2008).

Tal Resolução também estabelece critérios técnicos para as classes de enquadramento das águas subterrâneas (Classe Especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3, Classe 4 e Classe 5). Segundo o Artigo 29º, este enquadramento deverá considerar no mínimo:

- Art. 29. O enquadramento das águas subterrâneas será realizado por aquífero, conjunto de aquíferos ou porções desses, na profundidade onde estão ocorrendo as captações para os usos preponderantes, devendo ser considerados no mínimo:
- I – a caracterização hidrogeológica e hidrogeoquímica;
 - II – a caracterização da vulnerabilidade e dos riscos de poluição;
 - III – o cadastramento de poços existentes e em operação;
 - IV – o uso e a ocupação do solo e seu histórico;
 - V – a viabilidade técnica e econômica do enquadramento;
 - VI – a localização das fontes potenciais de poluição; e
 - VII – a qualidade natural e a condição de qualidade das águas subterrâneas. (CONAMA, 2008, p. 6).

Os critérios ambientais supracitados contribuem para maior conhecimento das pressões antrópicas que acarretam num comprometimento da qualidade e da quantidade das águas subterrâneas. Desse modo, o enquadramento destas águas funciona como um instrumento que busca garantir a qualidade e a quantidade de água para o abastecimento dos diversos tipos de uso humano. Por fim, no Artigo 30º é tratada a necessidade de ações de controle ambiental para a adequação da

qualidade da água, caso esta qualidade esteja em desacordo com os padrões exigidos pela sua classe de enquadramento.

Apesar da Resolução supracitada não estar inclusa na Lei inerente à Política Nacional de Recursos Hídricos, do ponto de vista do manejo de paisagens cársticas esta Resolução é importante à medida que compreende a complexidade destes aquíferos. Além disso, este instrumento lida com questões inerentes às pressões antrópicas no que tange à deterioração da qualidade da água e à demanda de abastecimento de água para a manutenção das atividades econômicas.

3.4 O Licenciamento Ambiental e os Estudos de Impacto Ambiental

O Licenciamento ambiental, que também é fruto da Política Nacional de Meio Ambiente, foi instituído pela Lei nº 6.938 de 1981b e consiste num procedimento administrativo que objetiva licenciar atividades ou empreendimentos utilizadores de recursos ambientais que sejam potencialmente poluidores ou capazes de causar degradação ambiental (BRASIL, 2011). Os principais instrumentos normativos que lidam com o licenciamento ambiental consistem, basicamente, na Lei nº 6938/1981b e na Resolução CONAMA nº 001/1986.

O Artigo 6º da Resolução CONAMA nº 001/1986 estabelece as atividades que deverão ser desenvolvidas pelos EIAs: (i) diagnóstico ambiental da área de influência do projeto; (ii) análise dos impactos ambientais do projeto e suas alternativas, (iii) definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos; e (iv) elaboração do programa de monitoramento dos impactos positivos e negativos.

O diagnóstico ambiental deverá contemplar os meios físico e biológico, os ecossistemas naturais e o meio socioeconômico. O meio físico destaca-se pela caracterização de aspectos inerentes ao subsolo, ao clima, às águas, à topografia, aos corpos d'água e ao regime hidrológico. Já o meio biológico destaca-se pela caracterização de áreas de preservação permanente. Por fim, o meio socioeconômico destaca-se pela caracterização do uso e ocupação do solo, dos usos da água e da relação de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura dos recursos (CONAMA, 1986). Os aspectos supracitados foram selecionados do Artigo 6º da Resolução CONAMA 001/1986, considerando os que podem ser relacionados ao manejo de paisagens cársticas. Desse modo, aspectos inerentes ao subsolo, ao relevo, às águas e às áreas de preservação permanente consistem em aspectos naturais que estão indiretamente relacionados às águas subterrâneas, inclusive as localizadas em paisagens cársticas. Já os aspectos socioeconômicos caracterizam as pressões humanas no meio ambiente, bem como sua dependência dos recursos naturais, como a água. Mais uma vez estes aspectos se aplicam às paisagens cársticas, visto que a caracterização das pressões e necessidades humanas também pode ser aplicada às águas subterrâneas provenientes de tais paisagens.

Baseando-se no diagnóstico ambiental, os EIAs deverão conter a análise e avaliação dos impactos ambientais do projeto em questão, discriminando impactos positivos e negativos, diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazo, seu grau de reversibilidade, distribuição do ônus e benefícios sociais, dentre outros aspectos (CONAMA, 1986). Portanto, após a etapa de diagnóstico ambiental, a avaliação de impacto ambiental indicará a viabilidade do projeto da atividade em questão. Caso a implantação e a operação da atividade gerem impactos negativos de grande magnitude, o projeto deverá ser revisado.

Após a elaboração da avaliação de impacto ambiental, o EIA deverá definir as medidas mitigadoras para os impactos considerados negativos, assim como elaborar programas de acompanhamento e de monitoramento dos impactos positivos e negativos (CONAMA 1986). As medidas mitigadoras em áreas cársticas são essenciais, à medida que buscam prevenir ou reduzir os impactos gerados pela atividade em questão. Devido à complexidade dos sistemas cársticos, a remediação de impactos nas águas subterrâneas que compõem este sistema se torna extremamente complexa e onerosa.

3.5 A legislação pertinente às cavidades naturais subterrâneas

Os instrumentos normativos inerentes às cavidades naturais merecem destaque, tendo em vista que estas feições podem ser áreas de recarga do sistema cárstico (a exemplo de cavernas cársticas) (Figura 2). Desse modo, a seguir serão analisados os principais instrumentos vigentes que estabelecem regulamentações para a proteção do patrimônio espeleológico: o Decreto Federal nº 6640/2008 e a Instrução Normativa MMA 02/2009.

O Decreto nº 6640/2008 modificou substancialmente a redação do Decreto 99.556/1990b, que até então estabelecia que a utilização das cavidades naturais subterrâneas e de sua área de influência deveria assegurar sua integridade física e a manutenção do seu equilíbrio ecológico. A nova redação do Decreto nº 6640/2008 diminuiu, consideravelmente, o grau de proteção das cavidades naturais subterrâneas, tendo em vista que permite impactos negativos irreversíveis nestas cavidades e nas suas áreas de influência. Desse modo, as cavidades devem ser classificadas de acordo com seu grau de relevância em: baixa, média, alta e máxima. Segundo a nova redação do Artigo 3º do Decreto supracitado, somente as cavidades de relevância máxima e sua área de influência **não** podem ser objeto de impactos negativos irreversíveis. O § 4º do Artigo 2º entende que as cavidades naturais subterrâneas com grau de relevância máximo devem conter pelo menos um dos atributos a seguir:

- I – gênese única ou rara;
- II – morfologia única;
- III – dimensões notáveis em extensão, área ou volume;
- IV – espeleotemas únicos;
- V – isolamento geográfico;
- VI – abrigo essencial para a preservação de populações geneticamente viáveis de espécies animais em risco de extinção, constantes de listas oficiais;
- VII – habitat essencial para preservação de populações geneticamente viáveis de espécies de troglóbios endêmicos ou relictos;
- VIII – habitat de troglóbio raro;
- IX – interações ecológicas únicas;
- X – cavidade testemunho; ou
- XI – destacada relevância históricocultural ou religiosa. (BRASIL, 2008, p. 1).

Observa-se que nenhum dos atributos está relacionado aos sistemas cársticos, ou seja, se uma cavidade natural subterrânea funcionar como uma área de recarga concentrada de um aquífero cárstico, mas não possuir nenhum dos atributos supracitados, ela e sua área de influência podem sofrer impactos negativos irreversíveis (Figura 2). É importante salientar que estes impactos negativos irreversíveis podem afetar a qualidade e dinâmica das águas subterrâneas, extrapolando a área de influência da cavidade, e podendo causar prejuízos humanos e materiais. Se até o Decreto nº 6640 de 2008, todas as cavidades naturais subterrâneas e sua área de influência, que se configuravam como área de recarga concentrada dos sistemas cársticos, estavam protegidas, a partir desse decreto elas podem ser suprimidas por atividades e empreendimentos localizados em paisagens cársticas.

A Instrução Normativa (IN) MMA nº 2 de 2009 define, de modo mais detalhado, os critérios de classificação das cavidades de alto, médio e baixo grau de relevância. Atributos relacionados aos sistemas cársticos podem conferir a estas cavidades grau de importância alto, médio ou baixo. Caso o grau de importância da caverna cárstica seja alto, esta cavidade pode ser impactada desde que duas outras cavidades de características similares e de mesmo grupo geológico sejam preservadas. Cavernas cársticas de média relevância poderão ser impactadas, desde que o empreendedor adote e financie medidas de conservação definidas pelo órgão ambiental competente. Por fim, cavernas cársticas que apresentam grau de relevância baixo podem ser impactadas sem a necessidade de nenhum tipo de compensação ambiental. Em nenhum dos três casos a compensação em questão garante a proteção dos sistemas cársticos.

4 QUAIS ASPECTOS DOS INSTRUMENTOS PARA AS GESTÕES TERRITORIAL E AMBIENTAL CONVERGEM COM A PROTEÇÃO DAS PAISAGENS CÁRSTICAS?

Para responder a essa pergunta, os instrumentos para as gestões territorial e ambiental serão analisados baseando-se em sete medidas protetivas que minimizem os impactos ambientais em áreas cársticas: controle de processos erosivos, conservação de áreas verdes, mapeamento de risco geotécnico, proteção de feições cársticas, controle de fontes de poluição, saneamento ambiental e controle da captação e uso das águas subterrâneas (Quadro 1).

Quadro 1 – Relação entre os instrumentos para as gestões territorial e ambiental, as medidas protetivas inerentes ao manejo de paisagens cársticas e as principais normas jurídicas

MEDIDAS PROTETIVAS	INSTRUMENTOS PARA A GESTÃO TERRITORIAL				INSTRUMENTOS PARA A GESTÃO AMBIENTAL	
	PD	PM de APAs	ZEE	PRH	EIA	LCVN
Controle de Processos erosivos	Art. 42º-A da Lei 10.257/2001	Art. 9º da Lei 6.902/1981	Art. 13º do Decreto 4.297/2002	–	–	–
Conservação de áreas verdes	Art. 42º-A da Lei 10.257/2001	–	Art. 13º do Decreto 4.297/2002	–	Art. 6º da Resolução CONAMA nº001/1986	–
Mapeamento de Risco geotécnico	Art. 42º-A da Lei 10.257/2001	–	–	–	–	–
Proteção de Feições cársticas	–	–	–	–	–	Inciso XIX do Artigo 7º da IN MMA nº02/2009
Controle de Fontes de poluição	Art. 2º da Lei 10.257/2001	Art. 9º da Lei 6.902/1981	–	Art. 7º da Lei 9.433/1997	Art. 8º da Resolução CONAMA nº 237/1997	–
Saneamento ambiental	Art. 2º da Lei 10.257/2001	–	–	Art. 31º da Lei 9.433/1997	Art. 9º da Resolução CONAMA nº001/1986	–
Controle da captação e uso das águas subterrâneas	–	–	–	Art. 21º da Resolução CONAMA nº 396/2008	–	–

Siglas: PD = plano diretor; PM = plano de manejo; APAs = áreas de proteção ambiental; ZEE = zoneamento ecológico econômico; EIA = estudo de impacto ambiental; LCVN = legislação pertinente às cavidades naturais subterrâneas.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Segundo Ford e Williams (2007) e Coxon (2011), o *controle de processos erosivos* impede o assoreamento de feições endocársticas como condutos e cavernas subterrâneas (Figura 2). O entupimento dessas feições acarreta em impactos como escassez de água e inundações em superfície. Em contrapartida, a *conservação de áreas verdes* inibe os processos erosivos que, conforme relatado por Harding e Ford (1993), são 40% mais agressivos em paisagens cársticas quando comparados à perda de solo de paisagens compostas por rochas vulcânicas. Além disso, Coxon (2011) relata que a

conservação de áreas verdes auxilia na retenção da água e a disponibiliza de forma gradual para o aquífero, através do epicarste (solo das paisagens cársticas). Já Tolmachev e Leonenko (2011) tratam dos riscos e desafios de atividades urbanas em paisagens cársticas que podem ser minimizados através do monitoramento e *mapeamento de áreas de instabilidade geotécnica*. A excessiva pavimentação da superfície e da captação das águas subterrâneas pode catalisar a formação de vazios subterrâneos, o que favorece o abatimento de áreas geotecnicamente instáveis, causando danos humanos e materiais (Figura 3).

A *proteção de feições cársticas*, como dolinas, sumidouros, cavernas e uvalas, minimiza a possibilidade de contaminação dos aquíferos, já que, estas feições, conforme abordado por Ravbar (2007), podem funcionar como áreas de recarga pontual dos sistemas cársticos, ou seja, os contaminantes presentes nas águas que infiltram através destas feições não sofrem nenhum tipo de atenuação (Figura 2). Já medidas como *controle de poluição* e *saneamento ambiental* são intervenções antrópicas que mitigam os impactos inerentes à contaminação dos aquíferos, visto que buscam atenuar os contaminantes provenientes das atividades antrópicas ainda em superfície. Por fim, *o controle da captação e do uso das águas subterrâneas* consiste numa medida que previne os impactos supracitados.

A análise do Quadro 1 demonstra que, dentre os quatro instrumentos para a gestão territorial, os PDs são os que mais abarcam aspectos que convergem com o manejo em paisagens cársticas: *“controle de processos erosivos”*, *“conservação de áreas verdes”*, *“mapeamento de risco geotécnico”*, *“controle de fontes de poluição”* e *“saneamento ambiental”*. O Artigo 42º-A do Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001) trata dos municípios que deverão considerar em seu planejamento o *controle de processos erosivos* expressivos, já que estes processos podem acarretar em impactos como deslizamento em superfície que podem assorear os condutos subterrâneos. O artigo supracitado também trata da necessidade do *manejo adequado de áreas verdes* municipais, com o intuito de reduzir a impermeabilização do solo, bem como da necessidade de *mapeamento de áreas suscetíveis a processos geológicos*, que pode estar associado à instabilidade geotécnica de áreas cársticas. Os planos diretores são também instrumento de *controle de possíveis fontes de poluição*, tendo em vista que devem considerar as fragilidades naturais do seu município, estabelecendo zonas que restrinjam atividades antrópicas com considerável grau poluidor nas áreas mais frágeis do carste. Por fim, o Artigo 2º do Estatuto da Cidade destaca a necessidade de tratamento prioritário às obras e edificações de abastecimento de água e *saneamento* (Quadro 1). Desse modo, os PDs deverão contemplar nos programas e nos projetos temas que envolvam o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, o manejo das águas pluviais urbanas e o manejo de resíduos sólidos.

Os planos de manejo de APAs abarcam as medidas protetivas inerentes ao *“controle de processos erosivos”* e ao *“controle de fontes de poluição”* (Quadro 1). O inciso “c” do Artigo 9º da Lei nº 6.902/1981 limita ou proíbe atividades que acelerem processos erosivos que possam comprometer os recursos hídricos em APAs. Já no que tange ao *“controle de fontes de poluição”*, o inciso “a” do artigo supracitado também limita ou proíbe a implantação e a operação de indústrias potencialmente poluidoras, capazes de comprometer a qualidade dos mananciais de água. Apesar disso, nota-se uma carência de regulamentações para as APAs, tanto para o manejo de aspectos que convergem com as peculiaridades das áreas cársticas, como para o manejo de outros tipos de paisagem. O Zoneamento Ecológico Econômico também abarca duas medidas protetivas: *“controle de processos erosivos”* e *“conservação de áreas verdes”* (Quadro 1). O Inciso III do Artigo 16º do Decreto nº 4.297/2002, estabelece que o diagnóstico do ZEE deva contemplar a “Fragilidade Natural Potencial” que é definida por indicadores como a perda do solo, que por sua vez é um indício de processo erosivo. Além disso, o inciso IV deste mesmo artigo prevê a indicação de corredores ecológicos no diagnóstico deste instrumento, que consistem em uma medida que enfatiza a necessidade de conservação de áreas verdes.

Os planos de recursos hídricos (PRHs) abarcam três medidas protetivas: *“controle de fontes de poluição”*, *“saneamento ambiental”* e *“controle da captação e do uso das águas subterrâneas”*

(Quadro 1). O inciso X do Artigo 7º da Lei nº 9.433/1997, que trata do conteúdo mínimo dos PRHs, destaca a necessidade de propostas que criem áreas sujeitas à restrição do uso, com o intuito de proteger os recursos hídricos. Já o Artigo 31º dessa mesma Lei, apesar de não estabelecer diretrizes específicas para o saneamento ambiental, destaca que na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos deverá haver integração das políticas locais de saneamento com as políticas federal e estaduais de recursos hídricos. Por fim, embora não esteja presente na Lei nº 9.433/1997, a Resolução CONAMA nº 396/2008, no Artigo 21º, trata da questão da implementação de Áreas de Restrição e Controle do Uso da Água Subterrânea em função da quantidade e qualidade destas águas. Logo, se houver necessidade, os órgãos ambientais em conjunto com os órgãos de recursos hídricos e da saúde podem restringir o uso ou captação da água para a proteção dos aquíferos, da saúde humana e dos ecossistemas (CONAMA, 2008).

Os estudos de impacto ambiental, que consistem num instrumento para a gestão ambiental, abarcam três medidas protetivas que convergem com o manejo adequado de paisagens cársticas: “*conservação de áreas verdes*”, “*controle de fontes de poluição*” e “*saneamento ambiental*” (Quadro 1). A primeira medida “*conservação de áreas verdes*” é incorporada a este instrumento à medida que no seu diagnóstico devem ser caracterizadas as áreas de preservação permanente (CONAMA, 1986). Já a segunda medida “*controle de fontes de poluição*” está, fortemente, associada a este instrumento, tendo em vista que um dos seus principais objetivos é avaliar o impacto ambiental gerado pelos diversos tipos de atividades antrópicas e criar medidas mitigadoras que amenizem esses impactos. Por fim, o “*saneamento ambiental*”, embora seja abordado numa escala que se restringe ao tratamento dos resíduos e efluentes dos empreendimentos, as alternativas tecnológicas para este tratamento devem ser previstas no EIA (CONAMA, 1986).

A legislação pertinente às cavidades naturais subterrâneas é a que mais surpreende no que tange a escassez de critérios para a proteção dos sistemas cársticos. A Instrução Normativa (IN) MMA (Ministério do Meio Ambiente) nº 002/2009, principal instrumento vigente para a proteção de cavidades naturais subterrâneas, abarca somente uma medida protetiva: “proteção de feições cársticas” (Quadro 1). Entretanto, segundo o Artigo 7º dessa IN, o fato da cavidade natural exercer alta influência sobre o sistema cárstico, não implica na preservação desta feição, já que a mesma pode ser suprimida e compensada pela preservação de duas cavidades semelhantes. Tal fato é incoerente, à medida que o impacto negativo irreversível a uma caverna cárstica implica em impactos negativos irreversíveis a todo o sistema.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, observa-se que os municípios localizados em áreas cársticas, através do aparato legal inerente à elaboração dos planos diretores, possuem possibilidades razoáveis de realizar um planejamento territorial que implique num manejo adequado das paisagens cársticas. Tal fato é positivo, tendo em vista que o município possui maior conhecimento dos conflitos de uso do seu território; porém, revela-se também negativo, tendo em vista que muitas vezes as prefeituras não possuem profissionais capacitados para compreender as peculiaridades dos sistemas cársticos. Dentro deste contexto, os ZEEs, de escala superior a 1:100.000, bem como o zoneamento de APAs podem funcionar como importante instrumento para subsidiar as decisões inerentes à gestão territorial destes municípios, já que indicam áreas de maior fragilidade natural e que necessitam do controle de processos erosivos, de fontes de poluição e da conservação de áreas verdes. O zoneamento ambiental de APAs, baseando-se nos planos de manejo, consiste num zoneamento fundamentado em estudos mais detalhados do que o ZEE, portanto, é mais indicado para nortear a gestão territorial dos municípios. Apesar de abarcar somente territórios que possuem atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais relevantes, o ordenamento territorial em função deste zoneamento é obrigatório, diferentemente do zoneamento dos ZEEs. Por fim, os planos de bacias hidrográficas são essenciais

no que tange ao disciplinamento do uso dos recursos hídricos subterrâneos em consonância com a conservação da quantidade e qualidade destas águas.

Os instrumentos de gestão ambiental, que abrangem uma escala pontual, não contemplam tantas categorias de análise que convergem com a proteção de paisagens cársticas, como os instrumentos de gestão territorial. Entretanto, os EIAs são instrumentos fundamentais que contemplam avaliação de impactos de atividade e empreendimentos com o potencial poluidor e degradador. Logo, a partir de um diagnóstico ambiental, este instrumento indicará os possíveis impactos, assim como as possíveis medidas mitigadoras necessárias para a conservação de tais paisagens. Embora seja um instrumento de grande importância, atualmente se observa que o processo de licenciamento ambiental tem sido cada vez mais flexibilizado em função de interesses políticos e econômicos. Por fim, a legislação inerente às cavidades naturais subterrâneas, que a princípio aparenta abarcar elementos inerentes à conservação de paisagens cársticas, surpreende ao ser incipiente na proteção destes sistemas por permitir a supressão de feições como cavernas cársticas, que podem funcionar como áreas de recarga pontual dos sistemas cársticos.

De modo geral, conclui-se pela inexistência de regulamentações específicas para as paisagens cársticas no âmbito nacional. Apesar dos instrumentos de gestão territorial contemplarem medidas que convergem com o manejo adequado em paisagens cársticas, a aplicação destas medidas, sem considerar as peculiaridades deste sistema, pode ser ineficiente. Espera-se, em razão do exposto, que instrumentos de gestão territorial e ambiental construídos segundo fundamentos mais sistêmicos e integradores possam ser criados, especialmente para as paisagens cársticas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o auxílio recebido da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), por meio de concessão de bolsa de estudos de Doutorado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALT, L. R. **Efetividade sócio-ambiental da APA Carste de Lagoa Santa-MG: uma avaliação a partir de suas ferramentas de planejamento e gestão.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

BIZZI, L. A., SCHOBENHAUS, C., GONÇALVES, J. H., BAARS, F. J., DELGADO, I. M., ABRAM, M. B., LEÃO NETO, R., MATOS, G. M. M., SANTOS, J. O. S. (coords.). **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil:** Sistema de Informações Geográficas. Escala 1: 2.500.000. Brasília: CPRM, 4 CD-ROM, 2001.

BRASIL. **Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981a.** Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União, 1981a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6902.htm>. Acessado em: 09 jun. de 2016.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981b.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 1981b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>. Acessado em: 09 jun. de 2016.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou

a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília: Diário Oficial da União, 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acessado em: 01 jun. de 2016.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm>. Acessado em: 05 jun. de 2016.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os Arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais para a política urbana e dá outras providências. Diário Oficial, Atos do Poder Legislativo. Brasília: Diário Oficial da União, 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm>. Acessado em: 03 jun. de 2016.

BRASIL. Decreto nº 4.297 de 10 de julho de 2002. Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4297.htm>. Acessado em: 03 jun. de 2016.

BRASIL. Decreto nº 6.640, de 07 de novembro de 2008. Dá nova redação aos Arts. 1o, 2o, 3o, 4o e 5o e acrescenta os Arts. 5ª e 5B ao Decreto no 99.556, de 1º de outubro de 1990, que dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional. Brasília: Diário Oficial da União, 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6640.htm>. Acessado em: 07 jul. de 2016.

BRASIL. Lei Complementar nº 140, de 08 de dezembro de 2011. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Brasília: Diário Oficial da União, 2011. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LCP/Lcp140.htm>. Acessado em: 08 jul. de 2016.

BRITTO, A. L. Saneamento ambiental nos planos diretores municipais. In: SANTOS JÚNIOR; MONTANDON. **Os Planos Diretores Municipais Pós-Estatuto da Cidade: balanço crítico e perspectivas**. 1. ed. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2011. p. 127-153.

CHRISTOFOLETTI, A. A morfologia cárstica. In: **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 1980, 188 p.

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Resolução nº 145, de 12 de dezembro de 2012.** Estabelece diretrizes para a elaboração de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 2012. Disponível em: <www.cnrh.gov.br>. Acessado em: 08 jul. de 2016.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 001 de 17 de fevereiro de 1986.** Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Brasília: Diário Oficial da União, 1986. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1986_001.pdf>.
Acessado em: 08 jul. de 2016.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 10 de 14 de dezembro de 1988.** Dispõe sobre a regulamentação das Áreas de Proteção Ambiental-APAs. Brasília: Diário Oficial da União, 1988. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=74>>.
Acessado em: 08 jul. de 2016.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 237 de 22 de dezembro de 1997.** Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Brasília: Diário Oficial da União, 1997. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237>>. Acessado em: 01 jul. de 2016.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 396 de 07 de abril de 2008.** Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 2008. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>>. Acessado em: 01 jul. de 2016.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 428 de 17 de dezembro de 2010.** Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 2010. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=641>>. Acessado em: 02 jul. de 2016.

COXON, C. Agriculture and karst. In: VAN BEYNEN, P.E. **Karst Management**. 1.ed. New York: Springer, 2011. p. 103-138.

DALLABRIDA, V. R. A gestão territorial através do diálogo e da participação. **Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, Universidad de Barcelona**, v. XI, nº. 245 (20), 2007.

DeBAUN, D. Karst Conservation is Essential to Protect our Drinking Water. **Blog Big Berkey Water Filters**. s.l., s.n, 2010. Disponível em: <<http://www.bigberkeywaterfilters.com/blog/water-pollution/karst-conservation-is-essential-to-protect-our-drinking-water>>. Acessado em: 02 set. de 2016.

FORD, D.; WILLIAMS, P. **Karst Geomorphology and Hydrology**. London: Chapman and Hall, 2007.

HARDING, K. e FORD, D. C. Impacts of primary deforestation on limestones slopes in northern Vancouver Island, British Columbia. **Environmental Geology**. v. 21, 1993, p.137-143.

HARDT, R.; RODET, J.; PINTO, S. A. F. O Carste. Produto de uma evolução ou processo? Evolução de um conceito. **Revista de Geografia Física (Recife)**, v. 27, p. 110-124, 2010.

MMA-Ministério do Meio Ambiente. **Instrução Normativa nº 02 de 20 de agosto de 2009.** Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/IN%2002_MMA_Comentada.pdf>. Acessado em: 15 jul. de 2016.

PERES, R. B. **O Planejamento Regional e Urbano e a Questão Ambiental:** Análise da relação entre o Plano de Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré e os Planos Diretores Municipais de Araraquara e São Carlos, SP. (Tese de doutorado) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 370 p., 2012.

PILÓ, L. B. Ambientes cársticos de Minas Gerais: Valor, fragilidade e impactos ambientais decorrentes da atividade humana. **O Carste**. Belo Horizonte, v.11, n.3, p. 50-58, 1999.

RAVBAR, N. **The protection of karst waters – a comprehensive slovene approach to vulnerability and contamination risk mapping**. Postojna – Ljubljana: Carstologica 254p, 2007.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental:** teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

SOUSA, A. C. A. A evolução da política ambiental no Brasil do século XX. **Revista achegas.net**. Rio de Janeiro, nº 26. 2005. Disponível em: <http://www.achegas.net/numero/vinteeseis/ana_sousa_26.htm>. Acessado em: 30 maio de 2015.

TOLMACHEV, V. e LEONENKO, M. Experience in collapse risk assessment of building on covered karst landscapes in Russia. In: VAN BEYNEN, P.E. (ed.) **Karst Management**. New York, Springer, 75-102, 2011.

Data de submissão: 27.12.2016

Data de aceite: 07.11.2017

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.