

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE DIREITO  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIREITO AMBIENTAL NACIONAL E  
INTERNACIONAL

**RAFAEL DILLENBURG HOFMANN**

**ASPECTOS GEOLÓGICOS RELEVANTES NA ALTERAÇÃO/CONSERVAÇÃO DA  
NATUREZA E SEUS RESPECTIVOS RESPALDOS LEGAIS**

Porto Alegre

2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE DIREITO  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIREITO AMBIENTAL NACIONAL E  
INTERNACIONAL

**RAFAEL DILLENBURG HOFMANN**

**ASPECTOS GEOLÓGICOS RELEVANTES NA CONSERVAÇÃO DA NATUREZA E  
SEUS RESPECTIVOS RESPALDOS LEGAIS**

Monografia apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Direito Ambiental Nacional e Internacional da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista.

**Orientadora:** Nurit Bensusan

Porto Alegre

2016

*“Quando agredida, a natureza não se defende. Apenas se vinga.”*

(Albert Einstein)

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em especial à Engenheira Agrônoma Andrea Pinto Loguercio, Diretora do Departamento de Meio Ambiente e Licenciamento, pela oportunidade de capacitação profissional junto ao Curso de Especialização em Direito Ambiental Nacional e Internacional da Faculdade de Direito, proporcionando melhor qualificação ao meu exercício funcional.

## RESUMO

### ASPECTOS GEOLÓGICOS RELEVANTES NA CONSERVAÇÃO DA NATUREZA E SEUS RESPECTIVOS RESPALDOS LEGAIS

O presente trabalho abordará temas relacionados à conservação da natureza com foco principal nos aspectos geológicos. Aspectos relativos ao Direito Ambiental também serão abordados no trabalho, tais como, histórico e evolução conceitual. Além disso, parte do texto definirá alguns conceitos e princípios do Direito Ambiental com intuito de ensinar melhor entendimento dos mecanismos jurídicos que são ferramentas auxiliares na conservação do meio ambiente. A legislação brasileira que tutela e regra proteção do meio ambiente também será discutida. Em um primeiro momento serão mostradas as leis que de forma direta ou indireta ajudam na conservação da geodiversidade. Após isso serão mostrados como estão sendo geridos os novos conhecimentos sobre os sítios geológicos através de comissão especializada. Por fim será dado um exemplo de como a legislação referente a espeleologia, que detém patrimônio geológico a ser preservado, retrocedeu desde o tempo de sua criação, onde possuía um caráter bastante restritivo, até os dias atuais.

**Palavras-chave:** direito ambiental, geodiversidade; meio ambiente; legislação ambiental.

## ABSTRACT

### GEOLOGICAL ASPECTS RELEVANT TO THE NATURE CONSERVATION AND THEIR RESPECTIVE LEGAL SUPPORT

This report will be broached issues related to the conservation of nature with primary focus on geological aspects. Themes related to environmental law will be broached in this report too, such as conceptual evolution and historical of this issue. In addition, part of the text will be defined some concepts and principles of environmental law in order to give rise to better understanding of the legal mechanisms that are an important tool in the environmental conservation. Brazilian legislation that regulates environmental protection will be discussed too. At first will be shown the laws that directly or indirectly aid for geodiversity conservation. After that will be shown as being managed the new knowledge about the geological sites through specialized commission. Finally will be given an example of how the legislation concerning about speleology, that contains geological heritage has been suffered setback over time.

**Keywords:** environmental law, geodiversity, environment; environmental legislation.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2 DIREITO AMBIENTAL: PARADIGMAS E HISTÓRICO DA LEGISLAÇÃO INTERNACIONAL.....</b>	<b>8</b>
<b>3 DIREITO AMBIENTAL: A EVOLUÇÃO DO CONCEITO .....</b>	<b>11</b>
<b>4 PRINCÍPIOS E CONCEITOS DO DIREITO AMBIENTAL APLICÁVEIS À CONSERVAÇÃO DA GEODIVERSIDADE .....</b>	<b>13</b>
<b>5 CONTEXTUALIZANDO A GEODIVERSIDADE .....</b>	<b>16</b>
5.1 A IMPORTÂNCIA DA GEOLOGIA NO CONTEXTO DO MEIO AMBIENTE.....	16
5.2 VALORES DA GEODIVERSIDADE.....	17
5.3 AMEAÇAS A GEODIVERSIDADE .....	19
<b>6 LEIS REFERENTES À PROTEÇÃO DA GEODIVERSIDADE NO BRASIL .....</b>	<b>23</b>
6.1 GEOPARQUES .....	25
6.2 LEGISLAÇÃO ESPELEOLÓGICA DO BRASIL.....	28
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>35</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por objetivo discorrer sobre como vem sendo tratada a geologia no âmbito de sua preservação, ou seja, o que está sendo feito para conservar a geodiversidade e quais mecanismos à regulam.

Para o cumprimento deste objetivo primeiramente serão enfocados conceitos referentes ao Direito Ambiental no mundo, falando inclusive sobre alguns paradigmas, que foram levados em consideração para a criação de um Direito Ambiental Internacional, ou seja, modelos sociais vigentes à época que motivaram e geraram movimentos que clamavam por uma tutela internacional do meio ambiente. Outro ponto que será discutido a partir do Direito Ambiental, via interação com outros ramos da ciência jurídica, como a tutela do meio ambiente, e o próprio conceito do Direito Ambiental evoluiu ao longo do tempo. Para finalizar a contribuição da área do direito de forma mais específica no presente trabalho serão discutidos alguns princípios e conceitos importantes do Direito Ambiental que podem ser exemplificados no contexto geológico.

Posteriormente serão tratados conceitos pertinentes às Ciências da Terra (Geociências), mais especificamente, conceitos que circundam e/ou abordam a importância da conservação da natureza na sua vertente geológica, levando em conta adicionalmente valores que transcendem a conservação da natureza propriamente dita.

Por fim será discutida a legislação que tutela e/ou regula a conservação da geodiversidade, mesmo que de forma indireta, serão citados casos em que a legislação aparentemente é bastante completa e com tendência a avançar no sentido da conservação, e em outros casos será mostrado que a legislação retrocedeu em relação à conservação da natureza.

## 2 DIREITO AMBIENTAL: PARADIGMAS E HISTÓRICO DA LEGISLAÇÃO INTERNACIONAL

O Direito Ambiental, visto como ciência autônoma, tem seu surgimento relacionado com a característica de onipresença do bem ambiental, devido ao fato de que qualquer tipo de poluição ser transfronteiriça, e, portanto, não obedecer a qualquer divisão política estabelecida pelo ser humano (RODRIGUES, 2015). Deste modo, não surtem efeitos ações locais que visem prevenir ou limitar agentes poluidores sem que sejam levadas em consideração políticas globais de proteção ao meio ambiente, pois alguns recursos ambientais, tais como, a água, o solo, o clima, a biodiversidade, a geodiversidade, entre outros, têm natureza interplanetária, e exigem políticas internacionais de proteção ao meio ambiente.

Muitos riscos ambientais foram identificados devido ao desenvolvimento científico, tais como, desertificações, mudanças climáticas, destruição da camada de ozônio e até mesmo poluições devidas às radiações eletromagnéticas (RODRIGUES, 2015). No entanto, as leis ambientais nos diversos países são diferentes umas das outras, até mesmo pelas diferenças econômicas e culturais que acabam admitindo certos impactos em um lugar, em um país, por exemplo, e não admitindo em outro. Por conseguinte, neste contexto ganha relevância a elaboração de legislação ambiental internacional com caráter *hard law*, ou seja, de natureza obrigatória, e não de caráter *soft law*, que são normas que não possuem cunho obrigatório, tais como programas, resoluções, declarações, protocolos de intenções, entre outros. No entanto é salutar destacar que recomendações internacionais, quando seguidas com frequência, acabam se transformando em costumes e em um processo gradativo acabam sendo incorporadas pelos regramentos jurídicos da maioria dos países, ou seja, de certa forma o *soft law* é o caminho para se obter o *hard law*. Também é conveniente destacar que normas flexíveis acompanham mais facilmente o desenvolvimento tecnológico no âmbito ambiental, já as normas mais rígidas têm maiores dificuldades de serem alteradas, e é neste espaço que o Direito Ambiental Internacional procura manear as relações entre os Estados no que diz respeito à proteção do meio ambiente.

Segundo Rodrigues (2015) a conferência que marcou o início do Direito Internacional foi a Conferência de Estocolmo em 1972, no entanto, anteriormente outros encontros já tinham como meta, pelo menos em algum ponto, a proteção do



meio ambiente. Alguns exemplos podem ser citados, tais como, a Convenção de Paris de 1902 que visava à proteção de aves úteis à agricultura, as Convenções de Londres de 1933 e de 1954, a primeira visava à conservação natural de fauna e flora na África por meio da criação de parques para a proteção de espécies selvagens e a segunda teve como escopo a prevenção da poluição marinha por hidrocarbonetos, a Convenção de Washington de 1940 que teve o mesmo objetivo da Convenção de Londres (1933), porém na América, a Convenção Internacional para a Regulação da Atividade Baleeira (1946), as Convenções de Paris (1960) e de Viena (1963) que tiveram o intuito de fixar responsabilidade civil em matéria por poluição nuclear.

A partir dos anos sessenta do século passado, a sociedade de fato começou a criar consciência em relação aos problemas ambientais, não devido à sua capacidade de abnegação, mas sim em razão da difusão de alguns fatores, tais como, o aumento populacional incontido e desregrado, o crescimento urbano, a sedimentação do capitalismo e conseqüente produção em massa, a explosão do consumo e a industrialização do pós-guerra (RODRIGUES, 2015). Estes fatores prejudicaram o acesso aos recursos naturais, devido ao aumento da demanda, e majoraram os efeitos da poluição, devido a processos industriais àquela altura ainda incipientes. Por conseguinte, tornou-se necessário que a sociedade começasse a tentar criar mecanismos para assegurar uma condição ambiental com tendência à sustentabilidade até mesmo para sua autopreservação.

Segundo Rodrigues alguns eventos corroboraram para essa mudança de paradigma em relação ao meio ambiente. Citemos dois, o primeiro ocorreu em Donora (Estados Unidos) em 1948, e o outro em Londres (Inglaterra) em 1952. Ambos os desastres referem-se à poluição do ar, nos quais ocorreu o fenômeno de inversão térmica, que em termos práticos, significa que houve dificuldade de que gases oriundos de indústrias siderúrgicas, no primeiro caso, e de queima de carvão no segundo, fossem dissipados naturalmente.

Devido à ocorrência destes eventos e de manifestações sociais no entorno de zonas industriais levaram a “Organização das Nações Unidas (ONU)” a convocar a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano de 1972 em Estocolmo na Suécia. Porém, anteriormente a esta conferência, ocorreram reuniões preparatórias, tais como, o Clube de Roma, que reuniu cientistas do mundo de

identificar causa e soluções para a degradação do meio ambiente, ou então o Painel de Founaux (Suíça) sobre a tensão entre desenvolvimento e meio ambiente.

Segundo Soares (2005) a Conferência de Estocolmo gerou 26 princípios, dentre os quais podemos destacar o primeiro que enuncia o seguinte: “O homem tem o direito fundamental à liberdade, à igualdade e ao desfrute de condições de vida adequadas em um meio ambiente de qualidade tal que lhe permita levar uma vida digna e gozar de bem-estar, tendo a solene obrigação de proteger e melhorar o meio ambiente para as gerações presentes e futuras.” Fora estes princípios ainda surgiram 109 recomendações relativas à avaliação do meio ambiente que constituíram o denominado Plano Vigia (*Earthwatch*).

No entanto o ato mais importante da Conferência de Estocolmo, segundo Soares (2005) e Rodrigues (2015), foi a instituição do “Programa das Organizações das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente (PNUMA)”, com sede em Nairóbi (Quênia), que tem como função centralizar e coordenar as agências dentro da própria ONU, tais como, a “Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA)” e a “Organização Mundial da Saúde (OMS)” com o objetivo de fomentar e implementar programas e atividades de proteção ao meio ambiente oriundos destes organismos.

Uma década após a Conferência de Estocolmo, ocorreu a Conferência de Nairóbi (1982), que visava avaliar/analisar os resultados de Estocolmo, e em 1992 ocorreu a Cúpula da Terra na Cidade do Rio de Janeiro, também conhecida como Rio-92 ou ECO-92, que gerou documentos importantes para o Direito Ambiental, tais como, a Agenda 21 (instrumento criado para o planejamento e a construção de sociedades sustentáveis, em diferentes bases geográficas conciliando métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica), a Declaração de Princípios sobre Florestas, a Convenção sobre Diversidade Biológica e a Convenção sobre Mudanças Climáticas (Soares, 2005; Rodrigues, 2015).

Segundo Rodrigues (2015) no ano de 1997, cinco anos após a Cúpula da Terra, ocorreu em Nova Iorque a 19ª Sessão Especial da Assembleia Geral das Nações Unidas, evento conhecido também pelo acrônimo RIO+5, que dedicou prioridades de ação para os anos seguintes, e além disto, conferiu impulso político para às futuras negociações ambientais.

### 3 DIREITO AMBIENTAL: A EVOLUÇÃO DO CONCEITO

Segundo Milaré (2001) *apud* Philippi Jr. & Rodrigues (2005) o Direito Ambiental surge como elemento essencial para coibir a desordem e a prepotência dos poderosos, no caso deste trabalho os que destroem de alguma forma o patrimônio geológico, por meio de regras coercitivas penalidades e imposições oficiais. O embate de interesses para a apropriação de bens naturais deve ter postulados reguladores para evitar a desigualdade no que tange a imposição do mais forte sobre o mais fraco, e para tal torna-se necessário o regramento jurídico.

Na realidade sempre existiram normas jurídicas que visavam à tutela da natureza, porém, em princípio visavam proteger terceiros de prejuízos e/ou incômodos devidos à má utilização de elementos naturais, no caso de normas penais e/ou administrativas, em casos de salvaguardar as relações de vizinhança normas de Direito Privado (Philippi Jr. & Rodrigues, 2005). Entretanto, os problemas atuais não conseguem mais serem tutelados pelo Direito Público e pelo Direito Privado, pois suas respostas não são suficientes a uma realidade diversa, tanto em termos qualitativos quanto em termos quantitativos, e por consequência surge à necessidade do Direito Ambiental que tem espectro maior de tutela, pois não está restrito somente à tutela dos “bens” naturais (ANTUNES, 2010).

O Direito Ambiental não constitui, portanto, ramificação independente da Ciência Jurídica, e até sua denominação já foi alvo de controvérsias. Segundo Philippi Jr. & Rodrigues (2005) a atuação do Direito Ambiental no passado se utilizava de duas vertentes de regramentos para equivaler ao conceito atual, uma delas é a ecológica (Direito Ecológico) que àquela altura excluía o ser humano, e a outra é a vertente urbana (Direito Urbanístico) que excluía elementos naturais de seus regramentos. No entanto é fácil perceber que ambos os regramentos visam à mesma finalidade, ou seja, a preservação do ambiente como um todo, já que a interação entre ambos os elementos não tem como não ocorrer.

As normas ambientais se encontram agregadas a todas as ramificações do direito, ou seja, cada ramo do direito deve dirigir-se a proteção ambiental devido ao vigor das normas ambientais nele implícitas. Esta característica, que pode ser denominada de transversalidade, não é exclusiva do Direito Ambiental. Podemos citar alguns exemplos de outros ramos da Ciência Jurídica que incluem conteúdo

ambiental, tais como, o Direito Constitucional, em especial o artigo 225, o Direito Administrativo, nos dispositivos que tratam do poder de polícia, sanções e procedimentos administrativos que sancionam agentes poluidores, o Direito Penal e Processual Penal na Lei de Crimes Ambientais (Lei n. 9.605/98); o Direito Internacional Público em seus diversos tratados, tais como a Declaração de Estocolmo (1972) e a Convenção sobre Diversidade Biológica (1992); o Direito Civil como o parágrafo 1º do art. 1.228 do Código Civil que diz que:

Art. 1.228: O proprietário tem a faculdade de usar, gozar e dispor da coisa, e o direito de reavê-la do poder de quem quer que injustamente a possua ou detenha.

Parágrafo 1º: O direito de propriedade deve ser exercido em consonância com as suas finalidades econômicas e sociais e de modo que sejam preservados, de conformidade com o estabelecido em lei especial, a flora, a fauna, as belezas naturais, o equilíbrio ecológico e o patrimônio histórico e artístico, bem como evitada a poluição do ar e das águas.

Assim como o parágrafo único do artigo 927 do mesmo Código Civil que diz que:

Art. 927: Aquele que, por ato ilícito (art. 186 e art. 187), causar dano a outrem, fica obrigado a repará-lo.

Parágrafo único: Haverá obrigação de reparar o dano, independentemente de culpa, nos casos especificados em lei, ou quando a atividade normalmente desenvolvida pelo autor do dano implicar, por sua natureza, risco para os direitos de outrem.

O Direito Processual Civil no caso da Lei da Ação Civil Pública (Lei n. 7.347/85) que é um instrumento processual que objetiva responsabilizar os sujeitos causadores de danos ao meio ambiente, entre outros danos de outra monta; o Direito Tributário em normas que isentam proprietários de tributos que mantenham Reservas Particulares do Patrimônio Natural, o Direito Urbanístico no caso do Estatuto da Cidade (Lei n. 10.257/01) que estabelece as diretrizes gerais das políticas urbanas, as normas de Direito Agrário, Sanitário e do Consumidor que estão relacionadas direta ou indiretamente com a proteção do meio ambiente.

#### 4 PRINCÍPIOS E CONCEITOS DO DIREITO AMBIENTAL APLICÁVEIS À CONSERVAÇÃO DA GEODIVERSIDADE

Um dos princípios do Direito Ambiental que pode ser aplicado à conservação da geodiversidade é o Princípio da Prevenção. Para compreendermos este princípio devemos retomar ao *caput* do artigo 225 de nossa Constituição que “impõe a coletividade e ao Poder Público o dever de proteger e preservar o equilíbrio ecológico, para as presentes e futuras gerações” que constitui um dos axiomas mais importantes do Direito Ambiental e relaciona-se ao fato de que ocorrido qualquer dano ambiental, sua reparação efetiva é praticamente impossível, e, portanto é necessário cautela para evitá-lo (RODRIGUES, 2015).

Para exemplificar podemos falar da dinâmica sedimentar que é responsável em grande parte por fornecer areia às obras de construção civil que tem na água dos rios seu agente de transporte. Portanto trata-se de atividade cuja reposição do material, neste caso a areia, é contínua por parte do agente de transporte, o que não significa que a retirada deste material deva ser indiscriminada, pois caso a retirada de areia for maior que a capacidade de transportar este sedimento, o processo natural de erosão estará sendo acelerado.

É notório, portanto, no exemplo supracitado, que certos materiais geológicos, podem ser explorados/explotados, pois existe a possibilidade de uso contínuo, desde que o uso respeite a capacidade de recuperação da natureza.

Outro princípio importante do Direito Ambiental é o Princípio da Precaução que possui significado distinto do Princípio da Prevenção. Semanticamente parecidos os vocábulos diferem na natureza e na teleologia, ou seja, suas finalidades são distintas (RODRIGUES, 2015).

No caso da geodiversidade muitos valores não têm reposição após serem exauridos, o que pode perfeitamente se encaixar no *caput* do artigo 225 do texto constitucional quanto no Princípio da Prevenção (RODRIGUES, 2015). Um exemplo pode ser dado a partir de um afloramento rochoso ou com conteúdo fóssilífero específico inteiramente removido, pois em ambos os casos perde-se o valor científico e educativo, até porque não existe possibilidade de fazer elucubrações sobre a gênese da rocha, ou mesmo não existirá mais material para se amostrar, ou

seja, a presença do material rochoso é fundamental a investigação e compreensão dos fenômenos geológicos.

Portanto o Princípio da Precaução é garantia contra riscos potenciais que, de acordo com o estado atual do conhecimento, não podem ser ainda identificados. Este Princípio afirma que a ausência da certeza científica formal, a existência de um risco de um dano sério ou irreversível requer que sejam implementadas medidas que possam prever o dano.

Como dito anteriormente, o artigo 225 do texto constitucional impõe ao poder público e a coletividade o dever positivo e negativo de proteger e preservar o meio ambiente. No entanto, resta saber a quem cabe à condição de poluidor, no contexto da geodiversidade caberia também o termo degradador, pois em alguns casos faria mais sentido. Portanto, segundo Rodrigues (2015) o conceito legal de poluidor é dado pela Lei n. 6.938/81 em seu artigo 3º no parágrafo IV, Lei da Política Nacional do Meio Ambiente, e diz que *“a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável direta ou indiretamente, por atividade de degradação ambiental.”* Portanto, qualquer pessoa, física ou jurídica, pública ou privada pode ser responsabilizada civil, penal e criminalmente, caso esteja enquadrada nesse conceito.

Podemos citar também dois princípios que contemplam e enquadram agentes, diretos ou indiretos, da degradação ambiental. O primeiro deles, que se caracteriza algumas vezes de forma indireta, é o princípio de usuário-pagador que expressa que o usuário do recurso fornecido pelo meio ambiente, muitas vezes material de natureza geológica, deve ter condições de suportar todos os custos que tornam possível a utilização do recurso, e também, os custos do próprio uso do recurso que a natureza dispõe (MACHADO, 2010). O segundo princípio, que classifica o agente poluidor e/ou degradador de forma bastante direta, é o Princípio do Poluidor-pagador que está balizado na teoria econômica de que os custos sociais externos que acompanham o processo produtivo, resultantes de danos ambientais, sejam internalizados, ou seja, os agentes econômicos devem assumi-los, e, portanto, é ilegítimo o uso gratuito de bens ambientais para o enriquecimento dos poluidores (PHILIPPI JR & RODRIGUES, 2005; LUCHESI, 2011). Por conseguinte, este princípio se apoia no fato de que o causador do dano ambiental deve arcar com

sua recuperação e também sofrer sanções com vistas a desestimular a prática danosa ao meio ambiente.

## 5 CONTEXTUALIZANDO A GEODIVERSIDADE

O que define o conceito de geodiversidade é a variedade de ambientes, fenômenos e processos geológicos que produzem paisagens, rochas, minerais, solos e outros processos superficiais formadores do arcabouço que sustenta a vida na Terra (STANLEY, 2004). Nos subcapítulos a seguir iremos discutir conceitos e valores referentes ao tema da geodiversidade.

### 5.1 A IMPORTÂNCIA DA GEOLOGIA NO CONTEXTO DO MEIO AMBIENTE

Segundo Cordani & Taioli (2000) a Geologia, como ciência natural, tem efetiva contribuição na solução das dificuldades que a sociedade enfrenta no que tange o controle e gerenciamento de processos naturais, porém é necessário que as contribuições dadas pela geologia, ou pelas geociências como um todo, sejam levadas em consideração e com a devida relevância, pelos entes públicos. Isto pode ser feito com maior facilidade na medida em que exista um maior contato com outras áreas de conhecimento, tais como as ciências sociais e humanas. Uma das contribuições das geociências é o monitoramento contínuo dos processos evolutivos do planeta, pois a Terra tem dinâmica própria com variações ao longo do tempo e em diversas escalas. Um dos modos de se monitorar a Terra pode ser feito por meio de sensoriamento remoto, ou seja, sem contato direto com o objeto de estudo, como é o caso do estudo de fenômenos atmosféricos e oceanográficos, dos regimes hidrológicos, e das mudanças nos padrões da vegetação e do uso e ocupação territorial. O Gelo sobre o Continente Antártico é um ótimo material de estudo para estabelecer climas pretéritos, e também, para acompanhar a tendência do clima atual. Isso é feito por meio de análise de razões de isótopos estáveis. Outros instrumentos de medição, como sismógrafos, por exemplo, integram redes que ajudam a antecipar, ou ao menos alertar, erupções vulcânicas a fim de melhor coordenar as evacuações de populações em áreas de risco. O monitoramento sistemático da temperatura e do nível de oceanos e mares auxilia também a predizer as consequências do aquecimento global.

Outra contribuição importante da geologia, especificamente, é o estudo de água subterrânea, que representa cerca de 97 % da água doce líquida do planeta. Tal estudo permite um processo de gestão que terá como finalidade o acesso futuro a este recurso (CORDANI & TAIOLI, 2000; HIRATA, 2000). No entanto, é necessário



lembrar que a água superficial é rapidamente renovada pelo ciclo hídrico, o que torna mais fácil a restauração de sua qualidade e também torna mais fácil seu uso, já a água subterrânea tem renovação mais demorada e é mais sensível à poluição, ou seja, uma vez poluída a água subterrânea seu processo de renovação, em termos qualitativos é bastante demorado, e talvez quase impossível dependendo do tipo de poluição. Portanto, cabe ao profissional de geociências alertar aos entes públicos destes perigos de contaminação para uma correta tomada de decisão para conter ou minimizar estes danos.

Podemos citar também o papel das geociências, em especial a geologia, no gerenciamento da conservação de solos agrícolas. Solos de qualidade são providos de quantidade adequada de suprimentos, devem ter estrutura e mineralogia adequada para reter água, manter micro-organismos, além de possuir espessura suficiente para sustentar vários tipos de vegetação. Porém, o uso inadequado do solo para agricultura pode gerar salinização devida a irrigação inadequada e contaminação devido ao uso de agrotóxicos e fertilizantes (CORDANI & TAIOLI, 2000). Estes maus usos podem fazer com que áreas próprias para a agricultura sejam totalmente ou parcialmente perdidas, tanto pela remoção do solo ao ponto que não seja possível sustentar nenhum tipo de vegetação, ou ainda pela exposição de solo sem cobertura vegetal o que provoca grandes feições erosivas denominadas voçorocas (ou boçorocas).

Outras contribuições importantes das geociências são o conhecimento de fenômenos naturais que podem gerar grandes catástrofes, tais como, terremotos, escorregamentos de terra e inundações, e também, quanto à disposição adequada de resíduos, e neste caso a colaboração seria indicar o terreno e solo adequados para garantir saúde e segurança, tanto à população, quanto ao meio ambiente.

## 5.2 VALORES DA GEODIVERSIDADE

Segundo proposta de Gray (2004), a geodiversidade pode ser valorada sob os seguintes conceitos: intrínseco, cultural, estético, econômico, funcional, científico e educativo.

O valor intrínseco é subjetivo devido à dificuldade de quantificação quanto às perspectivas filosóficas de cada sociedade ou cultura (BRILHA, 2005). Existem defensores de que a natureza deve servir à humanidade, satisfazendo, portanto,

suas necessidades. Isso coloca o ser humano em um nível superior em relação aos demais seres vivos e também a natureza inorgânica (reino mineral de forma generalizada). Já outros defendem que a humanidade é parte integrante da natureza, ou seja, os recursos naturais e os demais seres vivos são sopesados tal qual a humanidade é, portanto, cada qual deve ter um valor a se ponderar dependendo da situação que lhe é posta.

A interdependência entre o desenvolvimento social, cultural e religioso de uma comunidade com o meio físico circundante, gera o valor cultural da geodiversidade (BRILHA, 2005). Um exemplo é o Município de Dois Irmãos no “Estado do Rio Grande do Sul (RS)”, que teve a origem de seu nome vinculada a dois morros que de alguma forma mantêm uma relação entre os concidadãos e o ponto de referência geográfico supracitado. Algumas particularidades geológicas podem ainda serem usadas como marcas locais, um exemplo disto é a Rota Paleontológica da Região da Quarta Colônia no RS que é rica em conteúdo fossilífero do Período Triássico (GODOY *et al.* 2012), além de ser uma região de potencial em termos de turismo devido às heranças da colonização italiana, ou seja, o patrimônio geológico, neste caso paleontológico, agrega valor a economia local.

Segundo Brilha (2005), outro valor da geodiversidade é o estético que é subjetivo devido ao fato da inevitável discussão de qual paisagem é a mais bela, ou então, qual paisagem deve ser preservada em detrimento de outra, ou seja, cada sujeito que visa a ação de preservar ou não a paisagem em que questão terá seu próprio ponto de vista. Todavia é inegável o bem estar gerado em contato com a natureza, tanto para pessoas que se contentam somente com a observação de pontos turísticos quanto àquelas que usufruem de atividades *in situ*, como o montanhismo por exemplo. Também é importante lembrar que o valor estético inspira fortemente muitos artistas, como por exemplo, pintores e fotógrafos.

Já o valor econômico da geodiversidade é mais objetivo do que o valor estético, citado no parágrafo anterior, e diz respeito à exploração de recursos naturais que de forma direta ou indireta levam aspectos e/ou estudos geológicos em consideração (BRILHA, 2005). Podemos citar a exploração de petróleo, carvão mineral, minerais de minério, areia, argilas, entre outros. É possível perceber que praticamente todos os bens e produtos em algum momento foram materiais geológicos, como tijolos, por exemplo, que tem como matéria-prima a argila, ou

então passaram por processos geológicos para sua formação, como os minerais tais como os diamantes por exemplo.

O conceito de valor funcional da geodiversidade segundo Gray (2004) deve ser encarado sob duas perspectivas. A primeira é que a geodiversidade *in situ* é de caráter utilitário para a humanidade, e a segunda é que o valor da geodiversidade enquanto substrato para a sustentação dos sistemas físicos e ecológicos na superfície terrestre.

Por fim, podemos nos referir ao valor científico e educativo da geodiversidade que permite a investigação científica no âmbito das ciências da terra. A formação de geólogos e outros profissionais que têm alguma relação com as Ciências da Terra carecem de exemplos concretos e pedagógicos (BRILHA, 2005).

### 5.3 AMEAÇAS A GEODIVERSIDADE

Segundo Brilha (2005), a robustez de grande parte das rochas dá uma aparência de resistência e durabilidade a estes materiais, porém, algumas vezes o material geológico se revela bastante frágil e, a atividade humana, direta ou indireta, corresponde a maior ameaça tanto à geodiversidade quanto a biodiversidade. Um exemplo relativo à geodiversidade, em escala local pode ser a destruição de um afloramento, outro em escala regional pode ser a degradação da paisagem natural. Deve-se salientar, no entanto, que a identificação das ameaças a geodiversidade não implica em que todo o material geológico deva ser preservado, uma vez que os padrões de vida de uma sociedade industrializada obrigam, em alguns casos, o uso da geodiversidade para satisfação de suas demandas.

Dentre as atividades que ameaçam, destroem ou degradam a geodiversidade podemos citar: a exploração de recursos minerais, o desenvolvimento de obras e estruturas, o gerenciamento dos recursos hídricos, o florestamento, o desmatamento (desflorestamento), a agricultura; atividades militares, atividades recreativas e turísticas, coleta de amostras geológicas para fins não científicos e iliteracia cultural (BRILHA, 2005).

A exploração de recursos minerais, principalmente as explorações a céu aberto, afetam a paisagem natural, caso não se tenha o cuidado em implementar estratégias que minimizem estes impactos. Algumas atividades extrativas de material

inerte, como areia em leitos de rios e zonas costeiras, têm efeitos graves a curto e médio prazo, pois alteram os ciclos naturais de transporte e sedimentação, que por sua vez alteram o equilíbrio natural do meio e provocam erosão acelerada (BRILHA, 2005). Já em nível de afloramento a atividade extrativa de material geológico pode consumir fósseis, minerais, estruturas geológicas e outros que de certa forma tem valor científico e/ou pedagógico. No entanto é importante ressaltar que o próprio processo extrativo de bens minerais, no caso a mineração, ou mesmo obras de engenharia, como o corte/remoção de material rochoso para a construção de uma estrada, por exemplo, revelam estruturas geológicas de caráter pedagógico. Isto ocorre devido aos corpos rochosos, em grande das vezes, para terem interpretadas suas gêneses de formação, precisam ser analisados em suas três dimensões nas práticas de campo, e ocorre que os processos supracitados acabam por revelar estruturas geológicas que outrora estavam escondidas ou mesmo não expostas. Entretanto, é sempre importante frisar que o uso e o acesso contínuos a estas estruturas às levarão ao seu esgotamento. Porém, é importante salientar que prejuízos advindos de atividades de mineração causam impactos negativos à geodiversidade, especificamente, e ao meio ambiente como um todo. Os impactos sofridos pela geodiversidade, em alguns casos pelo geopatrimônio, são majoritariamente os seguintes: poluição dos recursos hídricos pelos produtos químicos, ou até mesmo o petróleo, utilizados na extração de minérios, contaminação de solos por compostos tóxicos, disseminação de processos erosivos, aceleração do processo de assoreamento devido ao descarte indevido de sedimentos não aproveitados, após o mineral de interesse econômico, e também a exploração mineral, principalmente às atividades de mineração.

O desenvolvimento de obras e estruturas por sua vez, também induz impactos negativos sobre o patrimônio geológico (BRILHA, 2005). A construção da Usina Hidrelétrica de Itaipu no Município de Foz do Iguaçu, por exemplo, gerou a total inundação do Salto das Sete Quedas no Município de Guairá, à época este complexo de quedas d'água rivalizava em termos turísticos com as Cataratas do Iguaçu e também àquela época possuía maior vazão de volume d'água do mundo. Outro bom exemplo pode ser dado em relação à necessidade de criação de espaços para depositar resíduos sólidos que de certa forma muitas vezes são aproveitados acidentes geográficos e/ou antigas frentes de lavra para a deposição de tais

resíduos. Ocorre que isso acaba limitando ou até mesmo extinguindo possibilidades turísticas, em caso de acidentes geográficos, e também limita fortemente, no segundo caso, o caráter pedagógico.

Segundo Brilha (2005) em termos de gerenciamento hídrico destacam-se as intervenções nos cursos d'água que visam fundamentalmente obter um maior controle sobre o volume das águas. Isto faz com que se crie uma situação de mais fácil administração ao que cabe aos entes públicos nos períodos de cheias dos rios. Acontece que estas intervenções modificam a dinâmica de transporte sedimentar dessas drenagens. Além disso, grandes empreendimentos hidrelétricos alteram, segundo sugestão de Silva & Rodrigues (2010), a geomorfologia fluvial no que tange os padrões dos canais e os tipos de fluxo destas drenagens. Isto faz com que os exemplos típicos de drenagens de uma determinada região desapareçam por completo e não mais permitam acesso ao conteúdo pedagógico desses padrões, e ainda alteraram por completo a carga sedimentar carregada por tais drenagens, o que prejudica por consequência modificaria toda a natureza envolvida.

Quanto ao florestamento em termos negativos cabe o recobrimento das características geológicas. Já o desmatamento (desflorestamento) que por um lado desnuda os aspectos geológicos e favorece o aprendizado aos interessados das Ciências da Terra, por outro favorece a erosão solo e por consequência a formação de ravinas e em pior caso a formação das voçorocas (BRILHA, 2005). As atividades de agricultura intensiva e industrializada causam impactos negativos ao meio ambiente devido ao uso de maquinário pesado que por consequência gera erosão no solo e também, ao uso de adubos e agrotóxicos que deterioram a qualidade de águas superficiais e subterrâneas.

Atividades militares também suscitam danos ao meio ambiente, tanto a geodiversidade quanto à biodiversidade, devido ao uso de maquinário pesado, principalmente veículos, como tanques de guerra, e também a degradação que os bombardeamentos causam ao ambiente, assim como os resíduos das munições, tipo cápsulas, que podem gerar contaminação no solo e nas águas (BRILHA, 2005). Assim como a coleta de amostras geológicas para fins não científicos, acaba agravando a deterioração do patrimônio geológico, e um bom exemplo disto, pode ser o recolhimento de um fóssil para uma coleção particular, ou então a coleta de rochas ou minerais com algum valor comercial para confecção de algum tipo de arte.

Embora a coleta de material geológico para fins científicos seja aceitável é importante lembrar que muitas vezes o local onde está o foco de interesse não recebe nenhuma contrapartida em termos de benefício com a pesquisa científica desenvolvida.

## 6 LEIS REFERENTES À PROTEÇÃO DA GEODIVERSIDADE NO BRASIL

O geopatrimônio do Brasil é objeto de proteção por meio do Decreto-lei n. 25 de 30 de Novembro de 1937, que prevê a proteção do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, e pela Lei Federal n. 9.985/00 que instituiu o “Sistema Nacional de Conservação da Natureza (SNUC)”.

No caso do Decreto-lei n.25/37 todos os bens tombados ficarão tutelados pelo Ministério da Cultura, pasta cujo alinhamento não está focado na proteção e na gestão do meio ambiente. Portanto, tal instrumento só será utilizado quando houver conexão explícita de elementos culturais com elementos de geodiversidade, ou seja, o decreto-lei tem por finalidade primaz a proteção histórica e artística, mas acaba que num segundo momento, de forma indireta, preservando também o geopatrimônio brasileiro (HENRIQUES *et al.* 2007). Exemplo que se encaixaria neste caso é o da Gruta do Município de Bom Jesus da Lapa, “Estado da Bahia (BA)”, caverna que é palco de romarias há mais de três séculos. Podemos dizer também que, como anteriormente já mencionado no presente trabalho, a preservação do geopatrimônio acaba por manter o valor cultural agregado a um local ou então a uma comunidade.

O segundo caso enquadrado na Lei do SNUC é gerido pelo “Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)”, que por sua vez está inserido no “Ministério do Meio Ambiente (MMA)”, e também pelos órgãos estaduais de meio ambiente, como a FEPAM Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler), por exemplo. Estas entidades, diferentemente do Ministério da Cultura, têm foco e vocação na preservação do meio ambiente, de modo que a inserção do geopatrimônio na Lei do SNUC é mais apropriada e indicada para a maioria dos casos, até porque atua diretamente no bem natural, neste caso geopatrimônio, a ser preservado. Segundo Pereira *et al.* (2008) a Lei do SNUC propõe dois grandes grupos de “Unidades de Conservação (UC)”. O primeiro é composto pelas “Unidades de Proteção Integral (UPI)” que objetivam preservar a natureza, afastando-a o máximo possível da interferência humana. Já o segundo, as Unidades de Uso Sustentável (UUS)” tem por objetivo compatibilizar a conservação da natureza, com o uso sustentável dos seus recursos naturais (ICMBIO, 2008).

É importante resaltar que a Lei do SNUC, embora leve em consideração a proteção de patrimônio natural abiótico, está centrada na preservação da biodiversidade (PEREIRA *et al.* 2008). No entanto as UPI têm duas categorias que englobam a preservação do geopatrimônio. A primeira delas é o “Parque Nacional (PN)” que objetiva preservar ecossistemas de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisa científica, de atividades educacionais e de interpretação ambiental, recreação e turismo ecológico. O regime de visitação pública é definido no Plano de Manejo da respectiva unidade. A segunda categoria é o “Monumento Natural (MN)” que tem como propósito a preservação de sítios naturais raros, o que pode incluir geossítios, singulares e/ou de grande beleza cênica. Pode ser constituído por propriedades particulares, desde que haja compatibilidade entre a utilização da terra e a conservação dos recursos naturais por parte dos proprietários. Se não houver compatibilidade, a área é expropriada. A visitação é permitida, porém a pesquisa depende de autorização prévia. Constitui a categoria onde melhor se enquadra o patrimônio geológico.

Quanto às UUS são cinco categorias que podem representar o enquadramento da preservação do geopatrimônio. Segundo Pereira *et al.* (2008) a primeira delas é a “Área de Proteção Ambiental (APA)” que objetiva proteger a diversidade biológica e disciplinar o processo de ocupação assegurando a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. A segunda é a “Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE)” que visa à manutenção de ecossistemas naturais de importância regional ou local, bem como a regulação do uso admissível destas áreas, compatibilizando-o com os objetivos da conservação da natureza, categoria similar ao MN, no entanto, permite usos e propriedade dos geossítios, ou seja, a ARIE é menos restritiva que o MN. A terceira é a “Reserva Extrativista (RE)”, que por sua vez, é utilizada por populações extrativistas tradicionais, cuja subsistência está baseada no extrativismo, na agricultura e na criação de animais de pequeno porte. Portanto, tem como escopo proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, assegurando o uso sustentável dos recursos naturais da unidade. As populações que vivem nas RE possuem um contrato de concessão de direito real de uso, e, portanto, podem utilizar recursos advindos da geodiversidade, desde que não causem avarias ao geopatrimônio local. A quarta UUS é a “Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS)”, que abriga populações tradicionais, com o



modo de vida adaptado às condições ambientais locais, explorando de forma sustentável os recursos naturais disponíveis. O uso das RDS é regido tal qual a RE. A quinta e última categoria da UUS que pode enquadrar o geopatrimônio é a “Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN)”, que como o próprio deixa claro, está instituída em áreas privadas com o objetivo de conservar a diversidade biológica, promovendo por meio de isenções fiscais o envolvimento dos proprietários na proteção dos ecossistemas brasileiros.

Todas as categorias das UC, como das UPI, podem ser criadas sob todas as jurisdições brasileiras. No entanto, as unidades já criadas não tiveram como intenção principal a conservação da geodiversidade. Em 1997 foi instituída a “Comissão Brasileira dos Sítios Geológicos e Paleontológicos (SIGEP)”, que tem por finalidade gerenciar um banco de dados nacional constituído de artigos científicos bilíngues (língua portuguesa e inglesa) preparados por especialistas que trabalham nas áreas desses sítios, e posterior disponibilização via internet. Neste ínterim uma das maiores colaboradoras é a “Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM)”, conhecida também por “Serviço Geológico do Brasil”, nome que por sinal condiz mais com sua prática, pois a CPRM têm projetos para a criação de uma rede brasileira de Geoparques, e alguns destes projetos já coincidem com as unidades de conservação criadas pelo SNUC.

## 6.1 GEOPARQUES

Segundo Schobbenhaus & Silva (2012) na Convenção de Digne, França o termo Geoparque foi introduzido pela primeira vez na “Declaração dos Direitos à Memória da Terra”, assinada por especialistas de mais de 30 países em 1991, com o intuito de apontar a importância de proteger o patrimônio natural registrado nas rochas e paisagens, ou seja, o geopatrimônio, até porque a preservação visa o entendimento da relação “forma-processo”, que configura o entendimento da gênese de determinada formação geológica por meio de exposições naturais, tal como um afloramento rochoso por exemplo. Isto é importante no turismo geológico (geoturismo) que envolve observações de paisagens naturais, de formas de relevo e de rochas, bem como os processos que se moldaram ao longo do tempo.

Retomando o conceito de geoparque, que na teoria não é de fácil apreensão, porque um geoparque não tem um suporte legal tal como uma unidade de

conservação, o que por um lado pode parecer um fator condicionante, por outro favorece o contato e o diálogo com as populações locais devido as demasiadas restrições das unidades de conservação, o que acaba tornando o empreender no sentido de geoparque mais provável, sem a preocupação de preservar na integralidade os processos biológicos e também da manutenção da biodiversidade. Outro aspecto importante a ser mencionado é que o geoparque pode acabar gerando ações e atividades no âmbito educacional e ambiental (BRILHA, 2012).

A preservação da geologia colabora com o entendimento da história no sentido de ver como a face do planeta mudou ao longo do tempo, como registrado nas rochas, sedimentos, fósseis e minerais que revelam climas ambientes pretéritos, construção de montanhas e movimentação de continentes. Já a geomorfologia interpreta as formas de terreno que hoje vemos, tais como montanhas, planaltos, linhas de costa, entre outras e as condições em que elas foram formadas e também possibilita um registro do passado recente e dos processos correntes que operam no planeta. Um exemplo que pode ser dado neste sentido é o das rochas sedimentares que pelo tamanho de seus grãos, no caso seu arcabouço mineral constituinte, e a forma com que estes estão dispostos na rocha em questão, podemos atribuir, ou pelo menos aventar algumas possibilidades sobre o ambiente pretérito, ou paleoambiente, que dominava à época de formação da rocha. Portanto, estes materiais servem como arquivos da história de nosso planeta e também da história da própria vida, pois evidenciam a passagem do tempo geológico, revelando mudanças que deram forma à superfície da Terra durante milhões de anos (SCHOBENHAUS & SILVA, 2012).

Podemos, portanto, dizer que materiais ou arquivos de interesse geológico compõem sítios geológicos ou geossítios, que por sua vez são locais que contém no mínimo alguma geodiversidade. Alguns exemplos brasileiros de proteção do patrimônio geológico, mais especificamente os geossítios, se dão nas “Unidades de Conservação Federais (UCF)”, geridas pelo “Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMbio)”, tais como, o Parque Nacional de Sete Cidades (Bioma Caatinga), no “Estado do Piauí (PI)”, o Parque Nacional de Ubajara (Bioma Caatinga), no “Estado do Ceará (CE)”, o Parque Nacional de Aparados da Serra (Bioma Mata Atlântica), no RS e o Parque Nacional da Chapada de Diamantina (Bioma Caatinga), no “Estado de Minas Gerais (MG)”.

O Parque Nacional de Sete Cidades, por exemplo, recebe a maior parte de seus visitantes nas áreas onde se contemplam seus monumentos geológicos. Além de possuir fácil acesso aos visitantes, muitos destes monumentos, possuem interesse arqueológico, apresentando pinturas rupestres. Em relação à área de interesse geológico está situada sobre rochas paleozoicas da Formação Cabeças, Membro Oeiros, constituída de arenitos médios a grossos com aspectos geomorfológicos distintos. Em certo local a pluvioerosão gerou diáclases (fraturas ao longo de rochas onde não são observados deslocamentos) intercruzadas que se assemelham ao casco de uma tartaruga. Neste ponto, dependendo do ponto de vista, é possível atribuir alguns valores da geodiversidade, como o(s) valor(es) estético(s) e/ou cultural(is), por exemplo. Outro do ponto de vista geológico interessante é o fato de haver várias nascentes perenes numa região onde há carência de água.

Já o o Parque Nacional de Ubajara possui como um dos atrativos a morfologia dos arenitos da Formação Trapiá que é caracterizada pelo entalhamento causado pela drenagem, com interflúvios de feições tabulares (<[www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/caatinga](http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/caatinga)> acesso em 18/05/2016). Estas alterações têm profundidades superiores a um metro e são revestidas por vegetação de porte arbóreo no pé da serra. Além disso, nesta unidade de conservação, sob os pontos de vista espeleológico, paleontológico e arqueológico, estão catalogadas onze cavernas, sendo a mais visitada do ponto de vista turístico a Gruta de Ubajara, e de importância paleontológica a Gruta do Urso Fóssil, devido à descoberta de um crânio fossilizado de um urso da espécie *Arctotherium brasiliense*, com idade próxima de 10 mil anos registrada por métodos de datação.

No Parque Nacional dos Aparados da Serra, o principal atrativo do ponto de vista geológico, são os cânions, onde os mais conhecidos são o Itaimbézinho e o Fortaleza, que são parte constituinte da Formação Geológica Serra Geral, por sua vez constituída por uma sucessão de corridas de lavas, pretéritas, de composição basáltica e/ ou assemelhada. Além de corpos de arenitos eólicos da Formação Geológica Botucatu, os chamados arenitos interderrames, ocorrem entremeados nas lavas (rochas basálticas e/ou assemelhadas) e até mesmo interdigitados com os derrames basais da formação. (<<http://www.icmbio.gov.br>> acesso em 01/06/2016).

Muitas vezes as interações destes litotipos aparecem como diques, que são antigos dutos vulcânicos, que cortam o Paleodeserto de Botucatu e que de certa forma são registros das fases iniciais da fragmentação do Paleocontinente Gondwana, Hemisfério Sul do Supercontinente Pangea, onde grande parte dos territórios atuais, tais como, Antártida, América do Sul, África, Madagascar, Seicheles, Índia, Austrália, Nova Guiné, Nova Zelândia, e Nova Caledônia faziam parte da mesma massa continental.

A geologia do Parque Nacional da Chapada Diamantina retrata uma dinâmica bastante antiga e peculiar (<<http://www.icmbio.gov.br>> acesso em 01/06/2016). As rochas mais antigas, siltitos e argilitos com arenitos e conglomerados subordinados, pertencentes ao Grupo Paraguaçu. Acima destes sedimentos encontram-se a Formação Tombador, que é composta de arenitos e conglomerados diamantíferos, oriundos de movimentação tectônica pretérita, responsável pelo soerguimento da “cordilheira” formada pela Serra de Jacobina e pelo “Complexo Geológico” de Contendas-Mirante. Quanto a aspectos espeleológicos, ainda faltam estudos mais detalhados na área do Parque, porém, algumas cavernas, tais como, a Gruta do Lapão e a Caverna do Mastruz, já foram catalogadas. Nos arredores é conhecida também à existência de várias cavidades subterrâneas de formações calcárias, e por isso, torna-se necessário um aprofundamento de estudos para garantir e melhor preservar este patrimônio.

## 6.2 LEGISLAÇÃO ESPELEOLÓGICA DO BRASIL

A espeleologia é a área da ciência dedicada ao estudo das cavernas, sua origem e evolução, do seu meio físico, de seu povoamento biológico atual ou pretérito, bem como dos meios ou técnicas que são próprios ao seu estudo (MONTEIRO, 2013). No entanto, o conceito específico de caverna utilizado na comunidade internacional é de caráter, sobretudo antropocêntrico, sendo inclusive adotado pela “União Internacional de Espeleologia (UIS)”, e descreve, portanto, caverna como uma abertura natural formada em rocha abaixo da superfície do terreno, larga o suficiente para a entrada do homem.

No mundo, incluindo o Brasil, as cavernas destacam-se pela importância como celeiros naturais e/ou culturais de registros paleontológicos, paleoambientais, arqueológicos e antropológicos. Segundo Monteiro (2013), o território brasileiro

conta 10 mil cavernas nos cadastros espeleológicos , fora algumas prováveis centenas de cavidades naturais subterrâneas ainda não catalogadas e até mesmo, em alguns casos, ainda nem encontradas.

Segundo Monteiro (2013), os ambientes cavernícolas abrigam ecossistemas e seres vivos com singular diversidade no aspecto ecológico. Um exemplo disto é a fauna cavernícola que geralmente é classificada em espécies que estão representadas em três grupos. Um deles são os troglóxenos que são organismos que precisam sair das cavernas para completar seu ciclo de vida e geralmente seu habitat situa-se próximo à zona de entrada das cavidades subterrâneas, como é o caso dos morcegos, algumas serpentes e alguns roedores, por exemplo. Outro grupo são os troglófilos que são seres capazes de completar todo o seu ciclo de vida nas cavernas. Por último temos os troglóbios que são organismos que tem todo o seu ciclo de vida restrito ao interior das cavernas, habitando as zonas afóticas (sem luz) das cavidades, apresentam também algumas características peculiares como a falta de pigmentação, ausência ou atrofia de olhos e apêndices sensoriais mais alongados.

As cavernas, portanto, são consideradas por suas peculiaridades domínios frágeis devido ao contexto diferenciado dos elementos de seus ecossistemas (MONTEIRO, 2013). Dentre estes domínios destacam-se alguns condicionantes que podem corroborar para a não conservação ou total destruição deste ambiente. As condições que corroboram neste sentido são a poluição hidrológica subterrânea, o abatimento (desabamento) de cavernas, e as condições bioespeleológicas.

Quanto aos processos de abatimento consistem no desmoronamento do teto, chamados tecnicamente de dolinas, e paredes de cavernas, situação que é comum em áreas cársticas, ou seja, de domínio de formação de rochas sedimentares oriundas de precipitação química, tais como alguns tipos de calcário, que por sua vez acabam causando a formação de dolinas de colapso. Segundo Monteiro (2013), zonas urbanas registram exemplos do surgimento súbito de grandes crateras, como nas cidades de Sete Lagoas, em Minas Gerais (MG), e em Cajamar, cidade do Estado de São Paulo (SP), tendo como motivos comuns à exploração excessiva de águas subterrâneas.

As ações antrópicas, portanto, são as que mais impactam o patrimônio espeleológico, e entre as principais atividades dessas ações podemos citar o desmatamento, a agropecuária, o turismo, as obras de engenharia civil, e a mineração (MONTEIRO, 2013). No entanto, visando à proteção do patrimônio espeleológico, foi criada legislação a partir da década de 1980. Sendo composta por Decretos, Resoluções do “Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)”, Portarias e Instruções Normativas do “Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)”, ICMBio e “Ministério do Meio Ambiente (MMA)”, inclusive com a Constituição Federal de 1988 determinando que as cavernas são “bens da União”.

Quanto aos aspectos legais de estudo e preservação do patrimônio espeleológico, em termos de Resoluções do CONAMA, foram criadas três até o momento. São elas, em ordem cronológica, a Resolução do CONAMA n. 009/86 que criou comissão especial para tratar de assuntos relativos à preservação do Patrimônio Espeleológico. Logo após, em 1987, foi criada a Resolução do CONAMA n. 005/87 que aprovou o “Programa Nacional de Proteção ao Patrimônio Espeleológico”, em que se destaca o item 3º em que estabelece “que seja incluída na Resolução do CONAMA n. 001/86, a obrigatoriedade de elaboração de Estudo de Impacto Ambiental nos casos de empreendimento potencialmente lesivos ao Patrimônio Espeleológico Nacional”. Posteriormente, em 2004, surgiu a Resolução do CONAMA n. 347/04 que trouxe pela primeira vez o conceito de cavidade natural subterrânea relevante, que até então não tinha sido considerada na legislação anteriormente estabelecida (MONTEIRO, 2013). De acordo com o inciso II, do artigo 2º, são relevantes as cavidades naturais subterrâneas que apresentem significativos atributos ecológicos, ambientais, cênicos, científicos, culturais ou socioeconômicos, no contexto local ou regional.

Já quanto a Constituição Federal de 1988, em seu artigo 20 inciso X estabelecera que as cavidades naturais subterrâneas são “bens da União” como já mencionado anteriormente. O artigo 225 do mesmo texto constitucional também é pertinente às condições das cavernas no Brasil, até porque o mesmo trata do meio ambiente. Outro artigo, segundo Monteiro (2013), do texto constitucional, que protege o patrimônio espeleológico, é o 216, que trata do patrimônio cultural, pois no

seu inciso V, considera como todos os sítios paleontológicos, arqueológicos e ecológicos como Patrimônio Cultural Brasileiro.

No ano de 1990, a Portaria n. 887/90 estabeleceu as principais normas para a gestão das cavernas brasileiras, com destaque para o artigo 3º, que limitou o uso das cavidades naturais subterrâneas apenas a estudos de ordem técnico-científica, bem como atividades de cunho espeleológico, étnico-cultural, turístico, recreativo e educativo e o Decreto-lei n. 99.556 dispôs sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional, com destaque para o texto original do artigo 1º, que posteriormente foi alterado pelo Decreto-lei n. 6.640/08.

Em 2008 então surge o Decreto-lei n. 6.640/08 que afirmara em seu artigo 1º que “as cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional deverão ser protegidas, de modo a permitir estudos e pesquisas de ordem técnico-científica, bem como atividades de cunho espeleológico, étnico-cultural, turístico, recreativo e educativo. No entanto esse decreto alterou de forma significativa o Decreto n. 99.556/90 que tratava da proteção das cavernas no Brasil. O Decreto-lei n. 6.640/08 por conseguinte tratou a classificação das cavernas segundo quatro graus de relevância: máximo, alto, médio e baixo. Segundo o Decreto n. 6.640/08, as cavernas de relevância máxima “não podem ser objeto de impactos negativos irreversíveis”, mas as cavernas classificadas com grau de relevância alto, médio ou baixo poderão “ser objeto de impactos negativos irreversíveis, mediante licenciamento ambiental” e portanto em termos possibilitou a supressão (destruição) total ou parcial de cavernas no país, de forma legal mediante processo de licenciamento ambiental, situação essa que não seria possível de ocorrer com a redação anterior (original) do Decreto-lei n. 99.556/90 que dispõe sobre a proteção das cavernas.

Assim sendo podemos identificar três momentos na legislação que trata das cavernas no Brasil. O primeiro momento está relacionado às primeiras resoluções CONAMA n. 09/1986 e n. 05/1987, a Portaria n. 887 do IBAMA e o Decreto-lei n. 99.556, estes últimos publicados em 1990, caracteriza-se como o “momento inicial, com perfil altamente conservador e restritivo quanto ao uso das cavernas brasileiras, que foram consideradas, de forma indiscriminada, patrimônio espeleológico brasileiro”. Já segundo momento é composto pela Resolução do CONAMA n. 347/04, “que juntamente com o Projeto de Lei n. 2.832/03 e o último parecer da

Advocacia Geral da União, formam um conjunto de documentos de conteúdo transicional, entre uma fase de legislação muito restritiva, para uma fase mais flexível quanto ao uso das cavernas brasileiras” O terceiro momento é compreendido pelo Decreto-lei 6.640 de 2008 e a Instrução Normativa n. 2 do MMA publicada em 2009, “que através do estabelecimento de um método criterioso de análise de relevância das cavernas brasileiras, busca identificar aquelas merecedoras de conservação e que formarão o Patrimônio Espeleológico Brasileiro”.



## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A preocupação em relação ao meio ambiente tem sido bastante enfatizada pela ciência e é recebida com cada vez menos ceticismo pela sociedade atual do que em tempos passados. Isto ocorre em grande parte pelo contato cada vez mais próximo dos seres humanos com a problemática ambiental, ou seja, as sociedades cada vez mais têm sido atingidas de forma direta inclusive por fenômenos geológicos.

Em termos de geodiversidade constitui um grande problema ambiental a sua degradação, pois depois de consumado este fato, quase não existe hipótese de revertê-lo, salvo em alguns casos de contaminação. Somando-se a isso muitos dos valores da geodiversidade se perdem, tais como os valores estético, cultural, científico e educativo.

Quanto a proteção da geodiversidade o Decreto-lei n. 25/37, conserva o patrimônio geológico, caso o mesmo esteja ligado de alguma forma ao patrimônio histórico cultural, ou seja, o geopatrimônio não é objeto principal. Já a lei do SNUC (Lei Federal n. 9.985/00) estabelece dois grupos de unidades de conservação. A primeira unidade, UPI, restritiva, tem como incumbência manter a natureza intacta, sem a presença do homem. Quanto à segunda unidade, UUS, objetiva compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais. Ambos os grupos de unidades criadas pela lei do SNUC têm subdivisões, por exemplo, a MN que está no grupo UPI, que prevê conservação de sítios naturais raros, o que pode incluir geossítios, já a ARIE, pertencente a UUS, também pode prever preservação de geossítios, a grande diferença é que no segundo caso os usos são menos restritivos.

No entanto é conveniente destacar que as unidades de conservação não tem como objetivo principal a preservação do patrimônio geológico e por isso no ano de 1997 foi criada a SIGEP, comissão que reúne e disponibiliza material referente a pesquisas de novos sítios geológicos. Ainda assim, é possível dizer que mesmo que a preservação geológica não tenha lei específica ainda, ela possui mecanismos de auxílio a sua manutenção.

Quanto a legislação referente à espeleologia pode-se dizer notar que houve certo retrocesso no que tange a conservação dos ambientes cavernícolas brasileiros, que de certa forma também envolvem patrimônio geológico. Pois a

legislação criada nos anos oitenta e meados dos anos noventa era bastante conservadora e restritiva quanto ao uso das cavernas brasileiras, devido a todas cavernas, de forma indiscriminada, terem consideradas à época patrimônio espeleológico brasileiro. No entanto nos dias atuais a lei vigente diz que só serão consideradas patrimônio espeleológico aquelas que passarem por minuciosa análise técnica para então poderem ser enquadradas, ou não, como patrimônio espeleológico brasileiro. Portanto abre-se espaço para possíveis degradações ambientais.

Para finalizar, o presente trabalho, procurou discutir desde conceitos e princípios do Direito Ambiental e sua concepção de forma globalizada até conceitos e leis nacionais que regulam de uma forma direta ou indireta a temática da diversidade geológica, além de discutir conceitos relativos à geodiversidade. Isso foi realizado com intuito de agregar maior conhecimento científico, referente às geociências, para colaborar com um melhor entendimento jurídico dessa temática.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, Paulo de Bessa. **Direito Ambiental**. 12 ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2010.

ANTUNES, Paulo de Bessa. O Direito Ambiental. In: ANTUNES, Paulo de Bessa. **Direito Ambiental**. 12 ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2010. p 3-58.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução do CONAMA N° 005, de 06 de agosto de 1987. Dispõe sobre o Programa Nacional de Proteção ao Patrimônio Espeleológico. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1987.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em:  
<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm)>. Acesso em: 15 jan. 2016.

BRASIL. Decreto 25, de 30 de novembro de 1937. **Planalto**. Disponível em:  
<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/Del0025.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del0025.htm)>. Acesso em: 12 jan. 2015.

BRASIL. Decreto 6.640, de 7 de novembro de 2008. **Planalto**. Disponível em:  
<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6640.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6640.htm)>. Acesso em: 10 mar. 2015.

BRASIL. Decreto 99.556, de 1° de outubro de 1990. **Planalto**. Disponível em:  
<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1990-1994/D99556.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D99556.htm)>. Acesso em: 10 mar. 2015.

BRASIL. Projeto de Lei n. 2.832 de 2003. **Câmara dos Deputados**. Disponível em:  
<<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=150054>>. Acesso em: 05 fev. 2016.

BRILHA, José. A Rede Global de Geoparques Nacionais: Um Instrumento para a Promoção Internacional da Geoconservação. In: SCHOBENHAUS, Carlos; SILVA, Cassio Roberto da (Org.). **Geoparques do Brasil: propostas**. Rio de Janeiro: CPRM, 2012. p 29-38.

BRILHA, José. Geoconservação. In: BRILHA, José. **Patrimônio Geológico e Geoconservação: A Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica**. Braga: Palimage Editores, 2005. p. 33-51.

BRILHA, José. Geodiversidade. In: BRILHA, José. **Patrimônio Geológico e Geoconservação: A Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica**. Braga: Palimage Editores, 2005. p. 17-27.

BRILHA, José. **Patrimônio Geológico e Geoconservação: A Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica**. Braga: Palimage Editores, 2005.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 347, de 10 de setembro de 2004. Disponível em:  
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=452>>.  
Acesso em 28 fev. 2016.

CORDANI, Umberto Giuseppe; TAIOLI, Fabio. A Terra, a Humanidade e o Desenvolvimento Sustentável. In: TEIXEIRA, Wilson; TOLEDO, Maria Cristina Motta de; FAIRCHILD, Thomas Rich; TAIOLI, Fabio (Org.). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. p. 517-528.

GODOY, Michel Marques; BINOTTO, Raquel Barros; SILVA, Rafael Costa da; ZERFASS, Henrique. Quarta-colônia. In: SCHOBENHAUS, Carlos; SILVA, Cassio Roberto da (Org.). **Geoparques do Brasil: Propostas**. Rio de Janeiro: CPRM, 2012. p 417-456.

GRAY, Murray. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. Chichester: Wiley, 2004.

GRAY, Murray. Defining Geodiversity. In: GRAY, Murray. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. Chichester: Wiley, 2004. p 1-9.

HENRIQUES, Maria Helena Paiva; et al. A Geoconservação do Patrimônio Paleontológico em Portugal e no Brasil: Semelhanças, Diferenças e Consequências. In CARVALHO, Ismar de Souza; et al. (Coords.), **Paleontologia: Cenários de Vida**. Rio de Janeiro: Interciência, v. 2, p. 171-183, 2007.

HIRATA, Ricardo. Recursos Hídricos. In: TEIXEIRA, Wilson; TOLEDO, Maria Cristina Motta de; FAIRCHILD, Thomas Rich; TAIOLI, Fabio (Org.). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. p. 421-444.

IBAMA. Portaria n. 887, de 15 de julho de 1990. Disponível em:  
<<http://www.cavernas.org.br/leis/port88790.htm>>. Acesso em 15 abr. 2013.

LUCHESE, Celso Umberto. **Considerações sobre o princípio da precaução**. 1ª Ed. São Paulo: SRS Editora, 2011.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito Ambiental Brasileiro**. 18. Ed. rev. atual. e ampl. São Paulo: Malheiros, 2010.

MILARÉ, Édís. **Direito do Ambiente**. São Paulo: RT, 2000.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Instrução Normativa n.02, de 20 de agosto de 2009. Institui a metodologia de classificação do grau de relevância de cavidades naturais subterrâneas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 160, p. 68-69, 21 ago. 2009.

MONTEIRO, Felipe Antônio Dantas. Espeleologia e Legislação – proteção, desafios e o estado do conhecimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 32, 2013. Barreiras. **Anais...** Campinas: SBE, 2013. p.197-206.

PEREIRA, Ricardo Fraga; BRILHA, José; MARTINEZ, José Eduardo. Proposta de enquadramento da geoconservação na legislação ambiental brasileira. **Memórias e Notícias**, Coimbra, n. 3, p. 491-499, 2008.

PHILIPPI JR, Arlindo; ALVES, Alaôr Caffé (Ed.). **Curso Interdisciplinar de Direito Ambiental**. Barueri: Manole, 2005.

PHILIPPI JR, Arlindo; RODRIGUES, José Eduardo Ramos. Uma Introdução ao Direito Ambiental: Conceitos e Princípios. In: PHILIPPI JR, Arlindo; ALVES, Alaôr Caffé (Ed.). **Curso Interdisciplinar de Direito Ambiental**. Barueri: Manole, 2005. p 3-28.

RODRIGUES, Marcelo Abelha. **Direito Ambiental Esquemático**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2015.

RODRIGUES, Marcelo Abelha. Princípios do Direito Ambiental. In: RODRIGUES, Marcelo Abelha. **Direito Ambiental Esquemático**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2015. p 297-398.

RODRIGUES, Marcelo Abelha. Direito Internacional Ambiental. In: RODRIGUES, Marcelo Abelha. **Direito Ambiental Esquemático**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2015. p 693-706.

SCHOBENHAUS, Carlos; SILVA, Cassio Roberto da (Org.). **Geoparques do Brasil: propostas**. Rio de Janeiro: CPRM, 2012.

SCHOBENHAUS, Carlos; SILVA, Cassio Roberto da. O papel do Serviço Geológico do Brasil na criação de geoparques e na conservação do patrimônio geológico. In: SCHOBENHAUS, Carlos; SILVA, Cassio Roberto da (Org.). **Geoparques do Brasil: propostas**. Rio de Janeiro: CPRM, 2012. p 11-28.

SILVA, Juliana de Paula; RODRIGUES, Cleide. Morfologia fluvial como indicador de geodiversidade: exemplos de rios brasileiros. **Revista de Geografia**, Recife, v. 27, n. 3. p 220-235, setembro de 2010.

SOARES, Guido Fernando Silva. Direito Ambiental Internacional. In: PHILIPPI JR, Arlindo; ALVES, Alaôr Caffé (Ed.). **Curso Interdisciplinar de Direito Ambiental**. Barueri: Manole, 2005. p 645-716.

STANLEY, Mick. Geodiversity. **Earth heritage**, Ludlow, n. 14, p 15-18, 2000. Disponível em: <<http://www.earthheritage.org.uk/ehpdf/EH14-2000.PDF>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

TEIXEIRA, Wilson; TOLEDO, Maria Cristina Motta de; FAIRCHILD, Thomas Rich; TAIOLI, Fabio (Org.). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000.