

## GEODIVERSIDADE CONCEITOS, APLICAÇÕES E ESTADO DA ARTE NO BRASIL: UMA APLICAÇÃO AO GEOPARK ARARIPE

Luís Carlos Bastos Freitas<sup>1</sup>  
César Ulisses V. Veríssimo<sup>2</sup>  
Ricardo de Lima Brandão<sup>3</sup>  
Marcelo Eduardo Dantas<sup>3</sup>  
Edgar Shinzato<sup>3</sup>

10.18190/1980-8208/estudosgeologicos.v28n1p86-103

1-Pesquisador em Geociências do Serviço Geológico Brasileiro (CPRM/SGB)– Residência de Fortaleza (REFO) – Programa de Pós-Graduação em Geologia – UFC, luis.freitas@cprm.gov.br

2- Departamento de Geologia UFC, cesarulisses85@gmail.com

3-Pesquisador em Geociências do Serviço Geológico Brasileiro (CPRM/SGB) – Escritório do Rio de Janeiro (ERJ), edgar.shinzato@cprm.gov.br

### RESUMO

A geodiversidade, que em síntese é um estudo integrado do meio abiótico com base em diversas variáveis, vem se popularizando no mundo e, mais recentemente, no Brasil com os estudos realizados por diversos pesquisadores brasileiros e estrangeiros. Contudo, uma revisão de conceitos e suas aplicações são necessárias, uma vez que o avanço é dinâmico e acelerado. Faz-se aqui, uma revisão dos trabalhos realizados no Brasil, caracterizando as vertentes de pesquisa dentro da geodiversidade e dando ênfase na sua aplicação na gestão territorial. Esta revisão consistiu em uma intensiva pesquisa bibliográfica e um estudo de caso da aplicação de uma das metodologias no Geopark Araripe. Com isto, pretende-se contribuir para a consolidação de conceitos e métodos, principalmente aplicados a mapeamentos de geodiversidade na escala de detalhe.

**Palavras Chave:** Geoturismo; Patrimônio Geológico; Patrimônio Paleontológico; Cariri; Geoparque.

### ABSTRACT

Geodiversity, which in synthesis is an integrated study of the abiotic environment based on several variables, has become popular in the world and, more recently, in Brazil with the studies carried out by several Brazilian and foreign researchers. However, a review of concepts and their applications are necessary, since the advance is dynamic and accelerated. Here, a review of the work carried out in Brazil, characterizing the research strands within geodiversity and emphasizing its application in territorial management. This review consisted of an intensive bibliographical research and a case study of the application of one of the methodologies in Araripe Geopark. This is intended to contribute to the consolidation of concepts and methods, mainly applied to geodiversity mapping in the detail scale.

**Keywords:** Geoturismo; Patrimônio Geológico; Patrimônio Paleontológico; Cariri; Geoparque.

## INTRODUÇÃO

Segundo Pfaltzgraff e Adamy (2010), o termo “geodiversidade” foi empregado em 1993, primeiramente, na Conferência de Malvern (Reino Unido) sobre “Conservação Geológica e Paisagística”. Inicialmente, o vocábulo foi aplicado para gestão de áreas de proteção ambiental, como contraponto a “biodiversidade”, já que havia necessidade de um termo que englobasse os elementos não bióticos do meio natural (Serrano e Ruiz Flaño, 2007). Todavia, segundo levantamento dos mesmos autores, essa expressão havia sido empregada, já na década de 1940, pelo geógrafo argentino Federico Alberto Daus, para diferenciar áreas da superfície terrestre, com uma conotação de Geografia Cultural (Rojas, apud Serrano e Ruiz Flaño, 2007, p. 81).

O termo e sua aplicação evoluíram no Brasil com base nos conceitos de Stanley (2001), Xavier da Silva e Carvalho Filho (2001), Gray (2004) e por último Silva (2006). Com base nesta evolução de conceitos, a geodiversidade pôde ser aplicada para gestão territorial com diferentes abordagens e tendo como base domínios geológico-ambientais que, dependendo da escala leva em consideração um estudo sistemático de uma enorme massa de dados ambientais disponíveis em base de dados georreferenciada e, com isto, a seleção das variáveis que melhor determinam a geodiversidade em cada local.

Esta evolução será apresentada e discutida neste trabalho, juntamente com uma aplicação dos conceitos já fixados para o levantamento da geodiversidade do geoparque Araripe.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma intensa pesquisa bibliográfica em revistas indexadas, dissertações e teses. Também foram realizados trabalhos de

campo em diferentes áreas e escalas no estado no Ceará e mais especificamente em diferentes escalas no âmbito do geoparque Araripe, localizado no sul do estado do Ceará.

A classificação e individualização de unidades geológico-ambientais tiveram como base a sequência dos trabalhos de Silva *et al.*, (2006) e Brandão e Freitas (2010, 2014). As características dos domínios e unidades geológico-ambientais aqui apresentados são resultantes de comparações com outras unidades semelhantes em todo o Brasil (CPRM - Geodiversidades Estaduais).

### **Classificação dos Domínios e Unidades Geológico-ambientais**

O estabelecimento de domínios geológico-ambientais e suas subdivisões para a área, inserem-se nos mesmos critérios adotados para o Brasil, com o objetivo de se agrupar conjuntos estratigráficos de comportamento semelhante frente ao uso e ocupação dos terrenos.

A base da Geodiversidade, no que se refere a banco de dados, é fruto da reclassificação das unidades litoestratigráficas contidas na Base Multiescalar de Litoestratigrafia, compondo conjuntos estratigráficos de comportamento semelhante frente ao uso e ocupação. Atualmente essa base possui a estruturação em domínios e unidades geológico-ambientais apresentada em Brandão e Freitas (2014 - Apêndice I). Tal estruturação é dinâmica e, na medida do detalhamento das escalas, novos domínios e unidades podem ser inseridos como visto neste trabalho.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### **Geodiversidade: uma Síntese da Evolução dos Conceitos e Aplicações na Gestão Territorial**

Eberhard (1997) introduziu o conceito de geodiversidade, definindo-o como “a diversidade natural entre aspectos geológicos, do relevo e dos solos”. “Cada cenário da diversidade natural (ou paisagem natural) estaria em constante dinâmica por meio da atuação de processos de natureza geológica, biológica, hidrológica e atmosférica”.

Veiga (1999) por sua vez, enfatiza o estudo das águas superficiais e subterrâneas nos estudos de geodiversidade. Para este autor a geodiversidade “expressa as particularidades do meio físico, compreendendo as rochas, o relevo, o clima, os solos e as águas, subterrâneas e superficiais, e condiciona a morfologia da paisagem e a diversidade biológica e cultural”. O estudo da geodiversidade é, em sua opinião, uma ferramenta imprescindível de gestão ambiental e norteador das atividades econômicas.

Stanley (2001) já apresenta uma concepção mais ampla para o termo “geodiversidade”, em que as paisagens naturais, entendidas como a variedade de ambientes e processos geológicos, estariam relacionadas a seu povo e a sua cultura. Desse modo, o autor estabelece uma interação entre a diversidade natural dos terrenos (compreendida como uma combinação de rochas, minerais, relevo e solos) e a **sociedade**, em uma aproximação com o clássico conceito lablacheano de “gênero de vida” (Dantas et al., 2015), discutido mais à frente.

Xavier da Silva e Carvalho Filho (2001) definem geodiversidade a partir da “variabilidade das características ambientais de uma determinada área geográfica”, cabendo ao pesquisador, com base em um estudo sistemático de enorme massa de dados ambientais disponíveis em base de dados georreferenciada, a seleção das variáveis que melhor determinam a geodiversidade em cada local.

Gray (2004) concebe uma definição bastante similar ao de Eberhard (1977); todavia, estende sua aplicação aos estudos de planejamento territorial, ainda que com ênfase destinada à geoconservação.

Com base nos conceitos anteriores, Silva *et al.*, (2006) definiu geodiversidade como “O estudo da natureza abiótica (meio físico) constituída por uma variedade de ambientes, composições, fenômenos e processos geológicos que dão origem às paisagens, rochas, minerais, águas, fósseis, solos, clima e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da vida na Terra, tendo como valores intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, o científico, o educativo e o turístico.” Neste sentido, a biodiversidade está assentada sobre a geodiversidade e, por conseguinte, é dependente direta desta, pois as rochas, quando intemperizadas, juntamente com o relevo e clima, contribuem para a formação dos solos, disponibilizando, assim, nutrientes e micronutrientes, os quais são absorvidos pelas plantas, sustentando e desenvolvendo a vida no planeta Terra.

Em síntese, pode-se considerar que o conceito de geodiversidade abrange a porção abiótica do geossistema (o qual é constituído pelo tripé que envolve a análise integrada de fatores abióticos, bióticos e antrópicos). Esse reducionismo permite, entretanto, ressaltar os fenômenos geológicos em estudos integrados de gestão ambiental e planejamento territorial (Dantas et al., 2015). Firmando-se aí o estudo integrado do meio abiótico (geodiversidade) como importante ferramenta na gestão territorial.

### **Geodiversidade - Estado da Arte no Brasil**

A partir de 2008, o Serviço Geológico do Brasil (SGB), iniciou uma

série de publicações que cobriram todo o território nacional com mapas de geodiversidade (Geodiversidade Estaduais) tomando como base o conceito cunhado a partir de 2006 pela equipe do SGB (Mapa de Geodiversidade do Brasil, 2006 e Geodiversidade do Brasil, 2008).

A partir destes trabalhos, pode-se notar, uma caracterização da geodiversidade, diferenciando-se o foco a partir da escala de aplicação e com uma grande ênfase na gestão territorial.

Em termos de informações e comunicação, buscou-se utilizar nestes trabalhos uma linguagem ao mesmo tempo precisa (porém sem se aprofundar em demasia nos conceitos técnico-científicos) e de compreensão universal, uma vez que o público-alvo é muito variado e o objetivo principal destas obras foi popularizar a geodiversidade, mostrando suas múltiplas aplicações em vários setores sociais, ambientais e econômicos.

A popularização do conhecimento consiste num alicerce fundamental para a difundir a importância da valorização e a necessidade da Geoconservação junto a Sociedade. Em Portugal, a partir da década de 90 deu-se grande ênfase ao estudo da geodiversidade para fins de geoconservação. No Brasil, alguns autores seguem a mesma vertente.

Somente no ano de 2000, sob os auspícios da UNESCO, foi criada a Rede Europeia de Geoparques cujo objetivo é proteger a Geodiversidade (meio abiótico), para promover o Patrimônio Geológico para o público em geral, bem como para apoiar o desenvolvimento econômico sustentável dos territórios dos Geoparques, principalmente com base no turismo e na educação (Medeiros *et al.*, 2015).

O tema “Geoconservação e Geoturismo”, intrinsecamente vinculado à Geodiversidade, começou a ser popularizado no Brasil em 2008

(Nascimento *et al.*, 2008 in: Geodiversidade do Brasil e Nascimento *et al.*, 2008).

A partir de 2009, livros sobre a geodiversidade de cada estado brasileiro (mapas de geodiversidade estaduais) foram lançados pelo corpo técnico do SGB. Aplicando-se ainda o mesmo sentido de Silva (2006, 2008).

Em 2009 uma edição especial da Revista do Instituto de Geociências – USP trouxe uma série de artigos relacionados ao tema Geoparques (Bacci *et al.*, 2009; Brilha, 2009; Delphim, 2009; Guimarães *et al.*, 2009; Mansur *et al.*, 2009; Martini, 2009; Menegat, 2009; Modica, 2009; Ruchkys, 2009).

Em 2010, o SGB lançou livros de geodiversidade dos estados de Minas Gerais (Machado e Silva, 2010), Bahia (Carvalho e Ramos, 2010), Rio Grande do Norte (Pfaltzgraff e Torres, 2010a), Amazonas (Maia e Marmos, 2010), Mato Grosso do Sul (Theodorovicz e Theodorovicz, 2010), Piauí (Pfaltzgraff e Torres, 2010b), Rio Grande do Sul (Vieiro e Silva, 2010), São Paulo (Peixoto, 2010) e Rondônia (Adamy, 2010).

Em 2012, mais de duas dezenas de trabalhos relacionados principalmente ao Patrimônio/geoconservação (Almeida e Almeida, 2012; Almeida e Porto Jr, 2012; Beliani e Scheiner 2012; Garcia, 2012; Liccardo *et al.*, 2012a; Teixeira *et al.*, 2012), geoturismo (Bento *et al.*, 2012; Campello *et al.*, 2012; Garofano, 2012; Liccardo e Hornes, 2012; Lopes *et al.*, 2012; Mantesso-Neto *et al.*, 2012; Nummer *et al.*, 2012; Pereira *et al.*, 2012; Sena *et al.*, 2012) e à educação ambiental (Ruchkys *et al.*, 2012; Russ e Nolasco 2012) foram publicados no Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ caracterizando a grande preferência do corpo técnico nacional por esta vertente.

Em 2013 o Boletim Paranaense de Geociências, dando uma grande ênfase ao Patrimônio Geológico/Mineiro, publicou uma edição especial com artigos relacionados: (Mansur *et al.*, 2013; Carcavilla *et al.*, 2013; Guimarães *et al.*, 2013; Mantesso Neto *et al.*, 2013; Ruchkys e Machado, 2013; Marchán e Sánchez, 2013; Miranda e Lema, 2013; Nascimento *et al.*, 2013; Mansur *et al.*, 2013b; Liccardo e Chierigati, 2013; Shimada, 2013; Lobo e Boggiani, 2013; Salamuni *et al.*, 2013).

No mesmo ano foi lançado pelo SGB o livro sobre a geodiversidade do estado do Pará (João *et al.*, 2013). Em 2014, o SGB lançou livros de geodiversidade dos estados de Roraima (Holanda *et al.*, 2014), Pernambuco (Torres e Pfaltzgraff, 2014), Espírito Santo (Silva e Machado, 2014), Goiás e DF (Moraes, 2014) e Ceará (Brandão e Freitas, 2014). Em 2015 foi lançado o livro de geodiversidade do estado do Acre (Adamy, 2015).

Segundo Medeiros *et al.*, 2015 os geoparques representam parte de um conceito holístico de proteção, educação e desenvolvimento sustentável. Nesses espaços são valorizadas atrações turísticas locais com ênfase nos aspectos geológicos, maximizando o Geoturismo. Esta atividade traz benefícios econômicos locais e incentiva as pessoas a conhecerem a evolução do seu local e paisagem.

Em 2016, livros sobre a geodiversidade dos estados de Alagoas (Villanueva, 2016), Amapá (João e Teixeira, 2016) e Santa Catarina (Viero e Silva, 2016) também foram publicados. Em 2017, foi publicado o livro sobre a geodiversidade do estado do Sergipe (Carvalho e Martins, 2017).

### **O conceito Lablachiano (La Blache, 1911) de “gênero da vida” é aplicado à geodiversidade e sua relação na concepção de Geoparques Mundiais da UNESCO; o exemplo do Geopark Araripe**

O conceito de “gênero da vida” pode ser aplicado às propostas dos geoparques da Unesco, onde a condição principal para idealização de um geoparque é a interação do povo com o “Geo”, aproximando-se do conceito de gênero da vida, de La Blache. Para La Blache, as regiões constituíam um meio vivo que proporcionariam o desenvolvimento das sociedades. Com a utilização dos recursos regionais naturais, a vida em sociedade constituiria, então, o que se denominou por gêneros de vida.

A ideia de que o homem, desde seus primórdios, é um grande modificador do meio é bem conhecida, no entanto, deve-se observar que o meio também determina os gêneros de vida de um povo. No caso da Bacia Sedimentar do Araripe, e mais especificamente no Vale do Cariri, a história geológica de uma bacia sedimentar policíclica mesozoica é um grande determinante no gênero de vida da população.

Os litótipos cretácicos da Formação Exu, em contato com os litótipos síltico-argilosos do Membro Romualdo da Formação Santana condicionam a existência de várias surgências de água que abastecem perenemente o Vale do Cariri. Também relativo a recursos hídricos, logo abaixo estão as Formações Rio da Batateira e Missão Velha que absorvem novamente estas águas, formando juntamente com os arenitos da Formação Exu os dois aquíferos mais importantes da região, proporcionando uma condição hídrica favorável, diferente do existente nas regiões semiáridas do seu entorno. Aliado a isso, uma condição

geomorfológica associada aos litotipos e tectônica mais atual, condicionaram uma inversão de relevo ocasionada pela sustentação de um relevo mais novo pela diferença de resistência de materiais (linhas de colúvio antigas formadas a partir de fluxos de detritos; Peulvast *et. al.*, 2011) isto proporcionou, por exemplo, a instalação da cidade do Crato. Este fato foi determinante na morfologia do atual relevo de morros e na escarpa de borda de chapada que confere uma beleza diferenciada, mesmo entre outras cidades instaladas na região do Cariri.

A natureza litológica da Formação Arajara, associada às condições de saturação, percolação e surgência de água, assim como o condicionamento estrutural refletido nas camadas acima, proporcionou a escavação do relevo, formando vales encaixados com clima úmido e a carstificação em seus arenitos formando localmente cavidades e abrigos naturais. Não podemos esquecer, que, devido à existência de água em abundância, e um clima favorável, proporcionou-se, também, a formação de solos mais espessos e de boa qualidade, condição que proporcionou instalação de uma vegetação tropical úmida onde é hoje a Floresta Nacional do Araripe (FLONA), a primeira floresta nacional do Brasil.

Estas condições favoreceram também a instalação da primeira fauna “moderna”. Tais evoluções do ambiente e paisagem atraíram os primeiros habitantes da região, os ancestrais dos índios kariris. Estes deixaram registradas nos arenitos diversas gravuras e pinturas rupestres, assim como desenvolveram com o tempo uma complexa cerâmica e artesanato em fragmentos líticos. Como pode ser visto no Memorial do Homem Kariri (Fundação Casa Grande-Nova Olinda/CE).

A qualidade dos solos atrai os primeiros povos modernos para o

cultivo de cana de açúcar, instalada principalmente nos solos derivados dos litótipos carbonáticos e síltico-argilosos da Formação Santana, trazendo a cana de açúcar.

Com o passar do tempo e o desenvolvimento político-econômico da região do Cariri, a cana de açúcar deixou de ser economicamente viável, passando do cultivo para a agricultura de subsistência e pastoreio.

Na década de 60, outro grande interesse foi despertado, também derivado das condições ímpares da geologia local, que são os grandes depósitos de calcário laminado e gipsita dos membros Crato e Ipubi da Formação Santana.

Os mineiros, muitos sem uma educação básica, começam um aprendizado geológico próprio, aplicando novos termos e técnicas próprias para classificar e explorar os recursos minerais, dando início a um aprendizado cultural e dialeto regional que podemos comparar a geolinguística. “Taiado” (Frente de lavra), “matracão” (calcarenitos), “capa” ( fácies carbonática/calcário maciço), lajão (várias fácies laminadas exploradas comercialmente) são termos utilizados para classificar as rochas composicionalmente e economicamente, assim como formas de exploração e jazimento.

Graças à extração de calcário e gipsita, descobriu-se um novo valor para a geodiversidade do Araripe, o grande potencial fossilífero do Membro Crato, sendo considerado atualmente como um *konservat lagerstatten*, termo utilizado para designar depósitos fossilíferos de excepcional preservação de seus espécimes, comparável a outros grandes exemplos mundiais como *Burgess Shale* da Columbia britânica, associada à explosão de vida no Cambriano e ao Calcário *Solnhofen* de onde veio o mais antigo “pássaro” conhecido, o *archaeopteryx*. No

Araripe, paralelo as descrições complexas realizadas por pesquisadores; “Mandacaru” (*brackfilum obesum*), “bacalhau” (*cladociclos gardineri*) e “piaba” (*dastilbe elongatus*) são exemplos de geolingüística aplicada à nomenclatura biológica dados aos fósseis pelos mineradores. Estes “apelidos” podem variar de “taiado” para “taiado” ou mesmo do tempo de aprendizado e trabalho, dando início a várias histórias que incrementam o folclore da região.

Desde o início da história de ocupação do Araripe até as épocas atuais, a mineração, o turismo relacionado a balneários em fontes naturais, e a flora e fauna da região são os principais atrativos turísticos.

Esta valiosa e rara interação do povo com o meio ambiente que define a região do Cariri e o seu tradicional e peculiar “gênero de vida”, no melhor estilo Lablachiano, associada a costumes, culinária, cultura diferenciada na região, e não podemos deixar de destacar a excelência dos depósitos fossilíferos foi percebida por alguns pesquisadores locais que tiveram a iniciativa de candidatar a região a geoparque, sendo aceito na Rede Global de Geoparques em 2005, se consagrando como o primeiro Geoparque das Américas.

Esta interação povo/cultura com o “GEO” em seu sentido mais amplo (Gaya, mãe terra) parece ser um dos principais requisitos para concepção de um geoparque nos moldes do IGGP.

Contudo, a ideia de que, no geral, o homem modifica o meio não deve ser incentivada ou aceita como uma coisa natural em um geoparque, uma vez que isto acontecendo, retirará toda a capacidade de gerações futuras evoluírem e interagirem junto com o meio e em perfeita harmonia (em uma espécie de protocooperação). A tendência em regiões mais evoluídas é a descaracterização do meio. Isto pode ser

observado no geoparque Araripe, em que a grande maioria dos geossítios estão afastados dos grandes núcleos urbanos, sendo a região de Santana do Cariri e Nova Olinda onde se encontram mais preservados os valores intrínsecos da geodiversidade.

Estes ambientes devem ser restritos, não na concepção de que o ser não possa sair dele ou manter contato com o meio externo, mas sim na concepção que estas características especiais são restritas a aquele meio, geralmente delimitados pela própria característica inicial, o “Geo”. E neste sentido a Bacia Sedimentar do Araripe se aplica perfeitamente.

### **Diferenciação da geodiversidade aplicada à gestão territorial em diferentes escalas**

Um ótimo exemplo da Geodiversidade aplicada à gestão territorial são os mapas de geodiversidade desenvolvidos pelo SGB onde podemos observar uma diferenciação de abordagem de acordo com a escala e público alvo: Definição de zonas homólogas em **Macro Escalas** – individualização de domínios geológico ambientais, utilizado para macroplanejamento, linguagem intermediária; Definição de zonas homólogas em **Escala Regionais** – individualização de unidades geológico ambientais. Utilização de parâmetros morfométricos. Definição de potencialidades, favorabilidades para os diversos usos do território. Aplicação para gestão territorial; Definição de zonas homólogas e em **Escala Locais** (detalhe e semi-detallhe): Aplicação para gestão do território, inventário do patrimônio, geoconservação, geoturismo, redução de riscos e prevenção de desastres naturais.

## **A origem das Paisagens; um exemplo no Geopark Araripe**

Os litótipos da Bacia Sedimentar do Araripe estão agrupados em um grande domínio que compreende o empilhamento de camadas horizontalizadas a subhorizontalizadas, não deformadas, de composição e granulometria variáveis, depositadas na bacia sedimentar do Araripe, que corresponde às áreas da chapada do Araripe e do vale do Cariri; e num conjunto de bacias interiores menores – Iguatu, Icó, Lima Campos, Rio do Peixe e Lavras da Mangabeira situadas, na porção centro-sul do estado. Essas bacias foram originadas no evento tectônico distensivo responsável pela ruptura do paleocontinente Gondwana, com a consequente separação América do Sul - África e formação do oceano Atlântico meridional, durante o final do Jurássico e início do Cretáceo.

A chapada do Araripe representa uma vasta superfície de cimeira alçada em cotas variando entre 800 e 950 m, sendo abruptamente delimitada em todos os flancos por escarpas festonadas em franco recuo erosivo com desnivelamentos totais que variam entre 250 m (próximo à divisa com o estado do Piauí, a oeste) a 500 m (no contato com a Depressão do Cariri, a leste). Em termos gerais, a escarpa do Araripe que, no estado do Ceará, consiste em seu flanco norte, representa um imponente escarpamento dissecado em amplos arcos de cabeceiras de drenagem particularmente notáveis junto à Depressão do Cariri e, esporadicamente, sulcados em vales encaixados, como os observados junto às localidades de Araripe e Santana do Cariri. No sopé do Araripe, em sua porção ocidental, foram depositadas extensas rampas coluvionares que se espriam em meio aos terrenos mais baixos da Depressão Sertaneja.

Segundo Dantas *et al.*, 2014, esta unidade configura-se num planalto elevado constituído por rochas sedimentares da Bacia do Araripe, posicionado na porção meridional do território cearense, perfazendo limites com os estados de Pernambuco e Piauí. Trata-se de uma vasta mesa de formato alongado, cujo eixo maior de direção aproximada ENE-WSW apresenta 170-180 km de extensão. O eixo menor, por sua vez, de direção aproximada SSE-NNW apresenta entre 50 e 70 km de extensão (Souza *et al.*, 1988). Os arenitos cretácicos da Formação Exu, muito resistentes à erosão, sustentam o topo plano da chapada formando, inclusive, cornijas no topo da escarpa.

Apresenta solos profundos e permeáveis, desenvolvidos sobre rochas areníticas (Souza *et al.*, 1979) e revestidos por um extenso reduto de vegetação de cerrado. Entretanto, ao contrário da chapada do Apodi, a do Araripe exhibe, devido ao efeito orográfico, uma área de brejo úmido com alta densidade de drenagem em suas faces norte e nordeste (justamente as que estão voltadas para o Ceará) devido ao barramento da umidade proveniente do deslocamento da ZCIT para sul durante o verão e outono. Souza (1988) denomina esta área de “brejo de encosta”.

Este fato explica uma melhor condição de umidade numa região tradicionalmente denominada de Cariri, no sopé da escarpa norte do Araripe e na depressão periférica subjacente (“depressão do Cariri”), onde está situado o aglomerado urbano de Crato, Barbalha e Juazeiro do Norte. Esta região é, portanto, caracterizada por um clima subúmido com precipitação média anual entre 850 e 1.600mm e estiagem expressiva, entre 4 e 6 meses. (Rodríguez e Silva, 2002; Magalhães *et al.*, 2010).

Em associação à dinâmica climática supramencionada, deve-se



ressaltar o fato de que as camadas de rochas sedimentares na chapada do Araripe sofreram um basculamento para norte, fato que contribui para produzir um movimento da água subterrânea nesta direção e o surgimento de muitas nascentes (“olhos d’água”) na borda norte do Araripe (Andrade, 1964). Trata-se do Cariri úmido, revestido por um reduto de mata atlântica. Em contraste, as vertentes sul e leste, voltadas para o Pernambuco e a Paraíba, são muito mais áridas (Dantas *et al.*, 2008). Neste cenário, destaca-se outra região, denominada Cariri seco onde está situado o emblemático núcleo urbano de Exu, já em território pernambucano. Esta localidade, assolada pelas dificuldades impostas pela semiaridez, consiste na terra natal do famoso compositor e músico Luiz Gonzaga.

A superfície cimeira do Araripe está sustentada por arenitos e arenitos conglomeráticos de idade cretácica, da Formação Exu. Nas escarpas erosivas da vertente norte da chapada, por sua vez, afloram sedimentos, também cretácicos, da Formação Santana (calcários, folhelhos, margas e evaporitos) e, na base, arenitos, de idade jurássica, da Formação Missão Velha. Ocorre um predomínio, nos topos, de Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos. Nas escarpas serranas, por sua vez, predominam Neossolos Litólicos eutróficos e, subordinadamente, Luvisolos Crômicos e Argissolos Vermelhos eutróficos (IBGE-EMBRAPA, 2001). Não existe qualquer núcleo urbano de expressão sobre a chapada do Araripe. Todavia, no sopé, existem diversas cidades, tais como Salitre, Araripe, Santana do Cariri, Porteiras e Jardim, além do núcleo metropolitano de Juazeiro do Norte, Crato e Barbalha (Dantas *et al.*, 2014).

### **Adequabilidades e limitações dos domínios geológicos ambientais na Bacia Sedimentar do Araripe**

Em função das características composicionais e texturais das rochas e, conseqüentemente, das diferentes implicações quanto ao uso e ocupação, além de outros aspectos da geodiversidade, o domínio DCMR (Domínio dos Sedimentos Mezozóicos Associados a Bacias do Tipo Rifte) no estado do Ceará foi subdividido em três unidades geológico-ambientais, distribuídas por uma área de 6.190 km<sup>2</sup>, o que representa 4,3% do território cearense.

Na unidade de geodiversidade DCMRa (predomínio de sedimentos arenosos) foram agrupadas na Bacia Sedimentar do Araripe as formações Exu, Rio da Batateira, Missão Velha e Mauriti. As formações Icó, Lima Campos e Antenor Navarro, que preenchem as pequenas bacias isoladas de Iguatu, Icó, Lima Campos, Rio do Peixe e Lavras da Mangabeira são exemplos de outras unidades associadas a esta unidade em outras bacias.

A unidade DCMRsa (predomínio dos sedimentos siltico-argilosos) compreende os folhelhos e siltitos, com intercalações de arenitos finos, da Formação Brejo Santo e o Membro Romualdo da Formação Santana (Bacia do Araripe) e Malhada Vermelha (bacias de Iguatu, Lima Campos e Icó). A Formação Santana, pertencente à Bacia do Araripe, foi enquadrada, no Mapa Geodiversidade do Estado do Ceará (Brandão e Freitas, 2010), na unidade DCMRcsa (calcários com intercalações siltico-argilosas e camadas evaporíticas). No entanto, o membro Romualdo pode ser desmembrado desta unidade e incorporada ao DCMRsa em escala de maior detalhe, assim como algumas fácies da formação Missão Velha, constituem um novo subdomínio, não

apresentado em mapas de Geodiversidade Estaduais devido a escala ampla de trabalho.

### **Adequabilidades e limitações frente ao uso e ocupação**

#### Obras de engenharia e suscetibilidade a desastres naturais:

As rochas do domínio DCMR são, em geral, pouco a moderadamente coesas: possuem baixa a média resistência ao corte e à penetração, podendo ser escavadas com certa facilidade com máquinas e ferramentas leves. Em certas áreas da unidade DCMRa, os arenitos mostram-se bastante silicificados, tornando-se bem mais endurecidos e resistentes.

Os solos residuais, predominantemente arenosos nas áreas onde ocorre a unidade DCMRa, são naturalmente erosivos e desestabilizam-se com facilidade em taludes de corte. No caso da unidade DCMRsa, a presença de folhelhos finamente laminados facilita os deslocamentos em taludes de corte. Essas rochas podem gerar solos que contêm grande quantidade de argilominerais expansivos (solos erosivos e colapsáveis), inadequados para uso como material de empréstimo e instáveis em taludes de corte.

Na unidade geológico-ambiental DCMRcsa, o predomínio de rochas carbonáticas, que se dissolvem com facilidade pela ação das águas, embora ainda não constatadas na área por não ser o principal aquífero da região, podem formar cavidades subterrâneas que causam abatimentos e colapsos da superfície do terreno. As grandes obras de engenharia devem ser precedidas de investigações geológicas e geotécnicas, a fim de identificar a possível existência dessas feições. Deve-se evitar o excessivo bombeamento de água subterrânea, pois nas áreas de rochas calcárias pode causar o intenso

rebaixamento do lençol freático e, conseqüentemente, induzir ou acelerar os processos de abatimento e colapso dos terrenos.

Magalhães *et al.*, (2010) apontam para os problemas decorrentes da expansão desordenada da malha urbana conurbada de Juazeiro do Norte - Crato - Barbalha em direção às vertentes do Araripe. Desmatamento generalizado, superexploração e poluição dos recursos hídricos e ocupação urbana junto às calhas dos cursos fluviais são os mais relevantes impactos ambientais impostos à região. Registros estratigráficos de corridas de massa de proporções quilométricas no sopé da escarpa do Araripe são mencionados por Peulvast *et al.*, 2001 e Peulvast e Betard, 2015, formando extensos depósitos de colúvio (DCMR) denunciam o risco potencial a que a população está submetida com o avanço da ocupação humana nessas áreas.

Em 2011, uma enxurrada de grandes proporções atingiu a sede municipal do Crato, causando vários prejuízos materiais.

#### Agricultura:

As áreas de relevo plano e suavemente ondulado têm baixa suscetibilidade à erosão dos solos e são favoráveis à mecanização agrícola.

A região do Cariri, geologicamente sustentada por rochas da Bacia do Araripe, é coberta por vales espriados e coalescentes, formados a partir da ramificação da drenagem originada pelas centenas de fontes e ressurgências, que brotam no contato entre arenitos e formações pelíticas subjacentes, nos rebordos da chapada do Araripe. Apresenta condições hídricas (superficiais e subterrâneas) excelentes e solos (aluviais) de alta fertilidade natural, potencializando sua vocação para produções agrícolas diversificadas.

Os solos arenosos (unidade DCMRa) são mais erosivos, de baixa fertilidade natural, com elevado índice

de acidez e, devido à alta permeabilidade, possuem baixa capacidade de reter água e nutrientes, respondendo mal à adubação. Os solos síltico-argilosos e argilosos, presentes nas unidades DCMRsa e DCMRcsa, são mais porosos, de boa capacidade hídrica, mantendo boa disponibilidade de água para as plantas por longo tempo nos períodos secos. Apresentam alta capacidade de reter e fixar nutrientes e de assimilar matéria orgânica, respondendo bem à adubação. No processo de alteração das rochas calcárias (unidade DCMRcsa) são liberados vários nutrientes, principalmente cálcio e magnésio, o que torna seus solos de elevado potencial agrícola.

Por outro lado, solos argilosos e síltico-argilosos compactam-se e impermeabilizam-se bastante quando submetidos à mecanização agrícola excessiva e ao intenso pisoteio pelo gado, intensificando o escoamento superficial e a erosão hídrica.

#### Recursos hídricos subterrâneos e fontes poluidoras:

As formações predominantemente de natureza pelítica (Brejo Santo e Malhada Vermelha) da unidade DCMRsa, são impermeáveis a semi-permeáveis, de baixo a muito baixo potencial hidrogeológico. Localmente podem apresentar condições aquíferas, devido às intercalações com níveis areníticos.

O potencial hidrogeológico das rochas carbonáticas (unidade DCMRcsa) é bastante irregular: o fluxo de água subterrânea se dá através de fraturas e canais de dissolução, funcionando como aquíferos fissurais. Esses terrenos podem conter cavidades subterrâneas, onde as águas se acumulam em volumes consideráveis, formando aquíferos cársticos que fornecem boas vazões em poços tubulares.

Há grande capacidade transmissora e armazenadora de água subterrânea nos arenitos da unidade DCMRa, resultando em aquíferos de elevada produtividade, como as Formações Missão Velha e Mauriti (Bacia do Araripe). No aquífero Missão Velha são encontradas as maiores vazões, em todo o estado do Ceará, em captações feitas por poços tubulares, chegando a 300 m<sup>3</sup>/hora. Elevado potencial de recarga dos aquíferos, principalmente nas superfícies planas de platôs e topos de chapadas. É o caso do arenito Exu, que ocorre capeando a chapada do Araripe: sua capacidade de armazenamento de água é baixa, porém é uma excelente área de recarga para as unidades subjacentes.

A concentração de Sólidos Totais Dissolvidos (STD), verificada na grande maioria dos poços perfurados nos aquíferos da Bacia do Araripe, situa-se abaixo de 500 mg/l, o que significa uma condição muito boa quanto à qualidade química das águas para este parâmetro.

Sedimentos e solos arenosos da unidade DCMRa são muito porosos e permeáveis, o que torna esses terrenos altamente vulneráveis à contaminação das águas subterrâneas. Cuidados especiais devem ser tomados com a instalação de fontes potencialmente poluidoras nessas áreas.

No caso das outras duas unidades (DCMRsa e DCMRcsa), os sedimentos síltico-argilosos e argilosos, predominantes, e os solos deles provenientes, são pouco permeáveis e possuem melhor capacidade para reter poluentes, entretanto, pela própria natureza dos sedimentos são péssimos aquíferos.

#### Potencial Mineral:

Nesse domínio são produzidos, em larga escala, as rochas calcárias da Formação Santana aproveitados para fabricação de pisos e revestimentos, destacando-se as minas dos municípios

de Santana do Cariri e Nova Olinda. Em grande parte, essa atividade causa impactos ambientais relacionados à lavra predatória, que avança sobre os depósitos fossilíferos, à disposição inadequada dos rejeitos, à degradação paisagística e à desestabilização de encostas. As rochas carbonáticas também têm potencial para a fabricação de cimento, cal, e corretivo de solos. Entretanto, faltam estudos no que se refere ao potencial fossilífero do rejeito e seu aproveitamento na fabricação de cimento. Se os mesmos forem fossilíferos, o que é bem provável pela localização estratigráfica, a utilização para estes fins estaria contribuindo para a degradação do Patrimônio Paleontológico Brasileiro.

Existência de importantes depósitos de gipsita, que ocorrem intercalados nas rochas calcárias, destacando-se as áreas onde existem minas na bacia do Araripe, principalmente em Santana do Cariri. Quando calcinada a gipsita dá origem ao gesso, que possui múltiplas aplicações: construção civil (fabricação de cimento, paredes e tetos), agricultura, medicina ortopédica e indústrias diversas (papel, tintas etc).

No âmbito da unidade DCMRa existem áreas com potencial para extração de areia para uso na construção civil. Água mineral é outro recurso com potencial de exploração, com destaque para as fontes da bacia do Araripe, em especial do aquífero Missão Velha. Argilitos e siltitos, presentes na unidade DCMRsa, podem ser utilizados como materiais de construção civil.

#### Aspectos ambientais e potencial turístico/geoturístico

As formas de relevo modeladas nas rochas da bacia sedimentar do Araripe, como chapadas, escarpas e tabuleiros (mesetas), além de afloramentos rochosos que exibem interessantes feições ruiformes, resultantes da ação erosiva em arenitos,

constituem locais de significativa beleza cênica, com potencial para o desenvolvimento de atividades turísticas/geoturísticas.

A bacia sedimentar do Araripe representa um patrimônio geológico-paleontológico de grande interesse científico e geoturístico, caracterizado por importantes registros da evolução geológica dos períodos Jurássico e Cretáceo e por abundantes depósitos fossilíferos, muito bem preservados, dos mais diversos tipos de animais e plantas cretácicas. Para valorizar e divulgar esse acervo geocientífico, foi criado pela UNESCO, em 2006, o Geopark Araripe, primeiro das Américas, com uma área de aproximadamente 3.520 km<sup>2</sup>.

Merece destaque, também, a Floresta Nacional do Araripe – FLONA, primeira floresta nacional criada no país, no ano de 1946, que ocupa os níveis de cimeira da chapada do Araripe, onde predomina vegetação dos tipos cerrado e cerradão.

Nas áreas de declives acentuados (relevo montanhoso, escarpas serranas, degraus estruturais e rebordos erosivos), a suscetibilidade à erosão e movimentos de massa é alta.

## **CONCLUSÕES**

Atualmente, no Brasil, uma grande vertente da Geodiversidade encontra-se voltada para fins de conservação do patrimônio e gestão do território, resultante de um crescente amadurecimento da visão de proteção do patrimônio geológico da Terra.

Uma avaliação do meio físico partindo de uma escala de menor para maior detalhe, permite que os dados levantados possam ser comparáveis com outros estudos de mesma natureza. Esta comparação é de suma importância principalmente na quantificação do patrimônio e elaboração de índices da geodiversidade, dando maior confiabilidade e permitindo a

comparação entre seus valores mesmo em diferentes estudos. Este tipo de avaliação da geodiversidade tira a subjetividade do valor intrínseco, e ainda, torna-o mais confiável uma vez que é possível mensurá-lo com precisão através de comparações com outras unidades geológico ambientais. Trabalhos em detalhe irão dar suporte a outros de detalhe, partindo de uma individualização em escala regional do território, pode se aferir com grande porcentagem de certeza as características do território a ser estudado.

Pode-se observar, também, que o geoturismo está intimamente ligado ao conhecimento do povo sobre o geopatrimônio e que não há turismo se não tiver o interesse, não há interesse se não houver o conhecimento e não há o conhecimento se não houver a divulgação, e este turismo só será “Geo” se o interesse for intrinsecamente ligado à terra.

## REFERÊNCIAS

- Adamy, A. (Org). 2010. Geodiversidade do Estado de Rondônia – Porto Velho: CPRM, 337 p.: 30 cm + 1 DVD-ROM. ISBN:978-85-7499-127-6.
- Adamy, A. (Org). 2015. Geodiversidade do Estado do Acre – Porto Velho: CPRM, 321 p.: 30 cm + 1 DVD-ROM. ISBN: 978-85-7499-156-6.
- Almeida, S., Almeida, C. M. 2012. Fortaleza de Santa Cruz: Patrimônio Histórico e Geológico de Niterói, RJ. *Santa Cruz Fortress: Historical and Geological Heritage of Niterói, RJ, Brazil*. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 35 – 1, p.222-235.
- Almeida, S., Porto JR, R. 2012. Projeto Ciclo das Rochas: Um Exemplo bem sucedido do Uso do Patrimônio Geológico como Estímulo ao Aprendizado de Ciências Naturais. *“Cycle of Rocks” Project: a Successful Example of Using Geological Heritage as a Stimulus to the Natural Sciences Learning*. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 35-1. p.28-33.
- Andrade, M.C. 1964. O Cariri cearense. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v. 26, n°. 4, p.549-592.
- Bacci, D. C., Piranha, J. M., Boggiani, P. C., Lama, E. A. 2009. GEOPARQUE - Estratégia de Geoconservação e Projetos Educacionais GEOPARK - *Strategy of Geoconservation and Educational Projects*. Revista do Instituto de Geociências – USP, Publ. espec., São Paulo, v. 5, p. 7-15.
- Bandeira, I. C. N. (Org). 2013. Geodiversidade do Estado do Maranhão – Teresina: CPRM, 294 p., 30 cm + 1 DVD-ROM.
- Beliani, E., Scheiner, T. 2012. A Contribuição da Museologia para a Difusão do Patrimônio Geológico do Parque Nacional da Tijuca. *The Contribution of Museology to the Diffusion of the Geological Heritage of the National Park of Tijuca*. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 35-1. p.68-79.
- Bento, L. C. M., Araujo, M. S., Rodrigues, G.S. S. C., Silva, V. P. E Rodrigues, S. C. 2012. Potencial Geoturístico das Quedas D’água de Indianópolis-MG para o Público Escolar: Unindo Ciência e Contemplação. *Geotouristic Potential of Indianópolis Waterfalls in the State of Minas Gerais for Scholars: Uniting Science and Contemplation*. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 35-1, p.152-164.
- Brandão, R. L., Freitas, L. C. B. (Org.). 2014. Geodiversidade do Estado do Ceará - Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade, Fortaleza: CPRM. 214 p., 30 cm + 1 DVD. ISBN 978-85-7499-140-5.
- Brilha, J. B. R. 2005. Patrimônio Geológico e Geoconservação: A conservação da Natureza na sua Vertente Geológica. Braga: Palimage Editores, 183 p.
- Brilha, J. B. R. 2009. A Importância dos Geoparques no Ensino e Divulgação das Geociências. *The Importance of Geoparks for the Geosciences Teaching and Interpretation*. Revista do Instituto de Geociências – USP.

- Publ. espec., São Paulo, v. 5, p. 27-33.
- Campello, M. S., Ruchkys, U. A., Haddad, E. A., Machado, M. M. M. 2012. Cavidades Naturais da Pedra Grande de Igarapé – Geossítio de Relevância Espeleológica do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. *Caves of Pedra Grande de Igarapé Region – Geosite With Speleological Relevance in the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais*. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 35 – 1, p.252-260.
- Carcavilla, L., Durán, J. J., López-Martinez, J. 2008. *Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico. Geo-Temas, 10, In: CONGRESO GEOLÓGICO DE ESPAÑA, 7, Las Palmas de Gran Canaria, p.1299-1303.*
- Carcavilla, L., Durán, J. J., García-Cortéz, Á., López-Martínez, J. 2009. *Geological Heritage and Geoconservation in Spain: Past, Present, and Future*. *Geoheritage*, 1: 75-91.
- Carcavilla, L., Díaz-Martínez, E., Erikstad, L., García-Cortés, A. 2013. Valoración del Patrimonio geológico en Europa. Volume 70, 28 - 40
- Carvalho, L. M., Hermes, I., Freitas, L. C. B., Cunha, F. L. B. In: **Geodiversidade do Estado do Piauí. RECURSOS MINERAIS. 2010.** In: Pfaltzgraff, P. A. S., Torres, F. S. de M. (Org.) 2010. Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Norte, p. 25-36. Recife: CPRM.
- Carvalho, L. M., Ramos, M. A. B. (Org). 2010. Geodiversidade do Estado da Bahia, Salvador: CPRM, 184 p., 30 cm + 1 DVD.
- CPRM-Serviço Geológico Do Brasil. 2006. Mapa geodiversidade do Brasil. Brasília: CPRM; MAPA. Escala 1:2.500.000. 1CD-ROM. Legenda expandida.
- Dantas, M.E.; Armesto, R.C.G, Adamy, A. 2008. A Origem das Paisagens. In: SILVA, C.R. (ed.) *Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado para entender o presente e prever o futuro*, cap. 3, CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Rio de Janeiro/RJ, p. 33-56.
- Dantas, M.E.; Shinzato, E.; Brandão, R.L.; Freitas, L.C., Teixeira, W.G. 2014. Origem das Paisagens do Estado do Ceará, cap. 2.2. In: Brandão, R.L., Freitas, L.C. (eds.) *Geodiversidade do Estado do Ceará, CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Fortaleza/CE, p. 35-60.*
- Dantas, M.E., Armesto, R.C.G., Silva, C.R., Shinzato, E. 2015. Geodiversidade e análise da paisagem: uma abordagem teórico-metodológica. *Terra Didática*, 11(1), p. 04-13.
- Delphim, C. F. M. 2009. Patrimônio cultural e geoparque cultural heritage and geopark. *Revista do Instituto de Geociências – USP. Publ. espec., São Paulo, v. 5, p. 75-83.*
- Eberhard, R. (Ed.). 1997. Pattern and process: towards a regional approach to national estate assessment of geodiversity. *Technical Series*, n. 2. Australian Heritage Commission; Environment Forest Taskforce, Environment Australia, Canberra.
- Garcia, M. G. M. 2012. Gondwana Geodiversity and Geological Heritage: Examples from the North Coast of São Paulo State, Brazil. *Geodiversidade do Gondwana e Patrimônio Geológico: Exemplos da Costa Norte do Estado de São Paulo, SP. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 35-1, p.101-111.*
- Garofano, M. 2012. Challenges in the Popularization of the Earth Sciences. Geotourism as a New Medium for the Geology Dissemination. *Desafios da Popularização das Ciências da Terra. Geoturismo como um Novo Meio Para a Disseminação da Geologia. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 35-1, p.34-41.*

- Gray, M. 2004. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. New York: John Wiley e Sons, 434 p.
- Guimarães, G. B., Melo, M. S; Mochiutti, N. F. 2009. Desafios da Geoconservação nos Campos Gerais do Paraná The Challenges of Geoconservation in the Campos Gerais of Paraná. *Revista do Instituto de Geociências – Publ. espec.*, São Paulo, v. 5, p. 47-61.
- Holanda, J. L. R., Marmos, J. L., E Maia, M. A. M. (Org.). 2014. *Geodiversidade do Estado de Roraima – Manaus: CPRM*. 252 p., il., color., 30 cm + 1 DVD. ISBN 978-85-7499-162-7.
- IBGE / EMBRAPA 2001. *Mapa de Solos do Brasil*. Rio de Janeiro. Mapa colorido, 107 x 100 cm, (escala 1:5.000.000), IBGE, Rio de Janeiro.
- João, X. S. J., Teixeira, S. G., Fonseca, D. D. F. (Org.). 2013. *Geodiversidade do Estado do Pará, Belém: CPRM*. 258 p.: il. 30 cm + 1 DVD-ROM.
- João, X. S. J., Teixeira, S. G. (Org.). 2016. *Geodiversidade do Estado do Amapá, Belém, CPRM*, 138 p., il., color., 30 cm + 1 DVD-ROM.
- Liccardo, A., Chierigati, L. A. 2013. A Extração de Diamantes na História ecológica e Mineral no Paraná. *Boletim Paranaense de Geociências*, v. 70, p.166-179.
- Liccardo, A., Mantesso-Neto, V., Piekarz, G. F. 2012. *Geoturismo Urbano – Educação e Cultura. Urban Geotourism – Education and Culture*. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 35-1, p.133-141.
- Liccardo, A., Hornes, K. L. 2012. *Diamante de Tibagi no Paraná - Patrimônio Geológico-Mineiro e Cultural. Diamond From Tibagi in Paraná – Geological-Mining And Cultural Heritage*. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 35-1, p.142-151.
- Lopes, L. S. DE O., Araújo, J. L. L E Nascimento, M. A. L. 2012. Valores de Uso Turístico dos Geossítios de Sete Cidades (PI). *Using Values of Tourism Geosites Seven Cities (PI)*. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 35-1, p. 209-221.
- Machado, M. F., Silva, S. F. 2010. *Geodiversidade do Estado de Minas Gerais (Org.)*, Belo Horizonte: CPRM. 131 p., 30 cm + 1 DVD.
- Magalhães, A.O., Peulvast, J.P., Bétard, F. 2010. *Geodinâmica, perigos e riscos ambientais nas margens úmidas de planaltos tropicais: levantamento preliminar na região do Cariri oriental (Ceará, Brasil)*. In: *Seminário Latino-Americano de Geografia Física*, 7, Coimbra/Portugal, p. 1-15.
- Maia, M. A. M., Marmos, J. L. (Org.). 2010. *Geodiversidade do Estado do Amazonas, Manaus: CPRM*, 275 p., 30 cm + 1 DVD.
- Mansur, K. L., Ponciano, L. C. M. O. P., Castro, A. R. S. F., Carvalho, I.S. 2013a. *Conservação e Restauro do Patrimônio Geológico E Sua Relevância Para a Geoconservação*. *Boletim Paranaense de Geociências*, v. 70, 137-155.
- Mansur, K. L., Rocha, A. J. D., Pedreira, A.J., Schobbenhaus, C., Salamuni, E., , F. C; Piekarz, G., Winge, M., Nascimento, M.A.L., Ribeiro, R. R. 2013b. *Iniciativas Institucionais de Valorização do Patrimônio Geológico do Brasil*. *Boletim paranaense de geociências*. v. 70. 02-27.
- Mansur, K. L. 2009. *Projetos Educacionais para a Popularização das Geociências e para a Geoconservação Educational Projects for the Public Understanding of Geosciences and Geoconservation*. *Revista do Instituto de Geociências – Publ. espec.*, São Paulo, v. 5, p. 63-74.
- Mantesso-Neto, V., Mansur, K. L., Ruchkys, U., Nascimento, M. A. L. 2012. *O Que Há de Geológico nos Atrativos Turísticos Convencionais no Brasil. The Geological Content of Conventional Tourist Attractions in Brazil*. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 35-1, p.49-57.

- Mantesso-Neto, V., Ribeiro, R. R., Garcia, M. G. M., Lam, E. A., Theodorovicz, A. 2013. Patrimônio Geológico no Estado De São Paulo. Boletim Paranaense de Geociências, v.70, p. 53- 76.
- Miranda, F., Lema, H. 2013. *Panorama Actual del Patrimonio Geológico En Argentina*. Boletim Paranaense de Geociências, v.70, p.87-102.
- Marchan, C., Sánchez, A. 2013. *Consideraciones Sobre El Patrimonio Minero Desde La Perspectiva de un Servicio Geológico Nacional*. Boletim Paranaense de Geociências, v.70, p. 77-86.
- Martini, G. 2009. Geoparks... A Vision for the Future Geoparques... Uma Visão Sobre o Futuro. Revista do Instituto de Geociências – Publ. espec., São Paulo, v. 5, p. 85-90.
- Menegat, R. 2009. Geoparques como Laboratórios de Inteligência da Terra. *Transcription of the Lecture Held in July 24th 2009: Geoparks as Laboratories for Understanding Earth*. Revista do Instituto de Geociências – Publ. espec., São Paulo, v. 5, p. 91-103.
- Medeiros, C. A. F.; Gomes, C. S. C. D; Nascimento, M. A. L. 2015. Gestão em Geoparques: Desafios e Realidades, Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo. São Paulo, v-9(2), p. 342-359, maio/ago.
- Modica, R. 2009. As Redes Europeia e Global dos Geoparques (EGN e GGN): Proteção do Patrimônio Geológico, Oportunidade de Desenvolvimento Local e Colaboração entre Territórios. *European and Global Geoparks Network (EGN and GGN): Protection of Geological Heritage, Opportunity of Local Development and Collaboration Among Territories*. Revista do Instituto de Geociências – Publ. espec., São Paulo, v. 5, p. 17-26.
- Moraes, J. M. (Org.) 2010. Geodiversidade do Estado do Mato Grosso, Goiânia: CPRM, 111 p., 30 cm + 1 DVD-ROM.
- Moraes, J. M. (Org.) 2014. Geodiversidade do Estado de Goiás e do Distrito Federal, Goiânia: CPRM. 131 p., 30 cm + 1 DVD-ROM.
- Nascimento, M. A. L., Ruchkys, U. A., Mantesso-Neto, V. 2008. Geodiversidade, geoconservação e geoturismo. SBG-BR, São Paulo-SP, 82 p.
- Nascimento, M. A. L., Rocha, A. J. D., Nolasco, M. C. 2013. Patrimônio Geológico e Mineiro no Nordeste do Brasil. Boletim Paranaense de Geociências, v.70, p.103-119.
- Nummer, A. R., Garcia, M. G. M., Rodela, L. G., Oliveira, J. C. L., Belcavelo, R. 2012. Potencial Geoturístico do Parque Estadual da Serra do Ibitipoca, Sudeste do Estado de Minas Gerais. *Geotouristic Potential of Ibitipoca'S Park, Southeastern of Minas Gerais State*. Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ. v. 35 – 1, p.112-122.
- Peulvast, J.P., Bétard, F., Magalhães, A. O. 2011. Scarp morphology and identification of large-scale mass movements in tropical tablelands: the eastern Araripe Basin (Ceará, Brazil). *Géomorphologie*, v. 17 - n° 1, p. 33-52.
- Peulvast, J.P., Bétard, F. 2015. A history of basin inversion, scarp retreat and shallow denudation: the Araripe Basin as a keystone for understanding long-term landscape evolution in NE Brazil. *Geomorphology*, 233, p.20-40.
- Peixoto, C. A. B. (Org). 2010. Geodiversidade do Estado de São Paulo – São Paulo: CPRM, 176 p., 30 cm + 1 DVD-ROM.
- Pfaltzgraff, P. A. S., Torres, F. S. M. (Org.). 2010. Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Norte - Recife: CPRM, 227 p., 30 cm + 1 DVD.
- Pfaltzgraff, P. A. S., Torres, F. S. M., Brandão, R. de L. (Org.). 2010. Geodiversidade do Estado do Piauí. Recife: CPRM, 260 p., 30 cm + 1 DVD.
- Rodriguez, J.M.M., Silva, E.V. 2002 A classificação das paisagens a partir de uma visão



- geossistêmica. *Mercator*, 1, p. 95-112.
- Ruchkys, U. A. 2009. Geoparques e a Musealização do Território: um Estudo Sobre o Quadrilátero Ferrífero. *Geoparks and the Territory Musealization: a Study of the Quadrilátero Ferrífero*. Revista do Instituto de Geociências – Publ. espec., São Paulo, v. 5, p. 35-46.
- Ruchkys, U. A., Machado, M. M. M. 2013. Patrimônio Geológico e Mineiro do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais – Caracterização e Iniciativas de uso para Educação E Geoturismo. *Boletim Paranaense de Geociências*, v. 70, p.120-136.
- Russ, B. R., Nolasco, M. C. 2012. Revelando a Geodiversidade Através da Educação Ambiental: Percepção de Estudantes Sobre o Geossítio Manga do Céu. *Revealing Geodiversity Trough Environmental Education: Perceptions of Students About the Manga do Céu Geosite*. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 35-1, p.271-280.
- Salamuni, E., Nascimento, E. R., Silva, P. A. H., Queiroz, G. L., Silva, G. 2013. Knickpoint Finder: Ferramenta Para a Busca de Geossítios de Relevante Interesse para o Geoturismo. *Boletim Paranaense de Geociências*, v.70, p. 200-208.
- Sena, I. S., Andrade, J. M., Rocha, L. C., Figueiredo, M. A. 2012. Singularidades Geológicas e Históricas como Atrativo Geoturístico da Gruta Casa da Pedra, Município de São João Del-Rei, MG. *The Geological and Historic Singularities as Geotouristic Attractive of the Casa de Pedra Cave, São João Del-Rei, MG, Brazil*. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 35 – 1, p.190-198.
- Serrano Cañadas, E., Ruiz Flaño, P. 2007. *Geodiversidad: concepto, evaluación y aplicación territorial: el caso de Tierras-Caracena (Soria)*. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, La Rioja*, nº. 45, p. 79-98.
- Shimada, H. 2013. Mina do Morro do Ouro, Apiaí, SP – A Transformação em Parque. *Boletim Paranaense de Geociências*, v. 70, p.180-189.
- Silva, C.R. 2008. Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado para entender o presente e prever o futuro. 264 p.: il. Rio de Janeiro: CPRM. ISBN: 978-85-7499-069-9
- Silva, S. F., E Machado, M. F. (Org.). 2014. Geodiversidade do Estado do Espírito Santo – Belo Horizonte, CPRM, 120 p., 30 cm + 1 DVD. ISBN: 978-85-7499-139-9.
- Stanley, M. 2001. Welcome to the 21st century. *Geodiversity Update*, v.1, p. 1-8.
- Souza, M.J.N, Lima, F.A.M., Paiva, J.B. 1979. Compartimentação topográfica do Ceará. *Revista Ciência Agrônomas*, 9(1-2), p.77-86.
- Souza, M.J.N. 1988. Contribuição ao estudo das unidades morfoestruturais do Estado do Ceará. *Revista de Geologia - UFC*, 1, p. 73-91.
- Teixeira, I. S. N., Machado, D. M. C., Castro, A. R. S. F., Farias, L. F. 2012. Uma Ferramenta para Compreender a Apropriação do Patrimônio Geológico pela Sociedade: Um Estudo Sobre o Morro do Corcovado/ Rio de Janeiro. *A Data Collection Instrument to Understand the Appropriation of Geological Heritage by Society: Study of Morro do Corcovado, Rio de Janeiro*. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 35-1, p.123-132.
- Theodorovicz, A. M. G., Theodorovicz, A. (Org.). 2010. Geodiversidade do Estado de Mato Grosso do Sul, São Paulo: CPRM, 179 p., 30 cm + 1 DVD-ROM.
- Torres, F. S. M., Silva, E. P (Org.). 2016. Geodiversidade do Estado da Paraíba, Recife: CPRM, 124 p., il., color., 30 cm + 1 DVD-ROM. ISBN 978-85-7499-160-3.
- Torres, F. S. M., Pfaltzgraff, P. A. S. (Org). 2014. Geodiversidade do Estado de Pernambuco. Recife: CPRM, 282 p., 30 cm + 1 DVD-ROM. ISBN 978-85-7499-141-2

- Veiga, A. T. C. 1999. A geodiversidade e o uso dos recursos minerais da Amazônia. Terra das Águas, Brasília: NEAz/UnB, n. 1, p. 88-102.
- Viero, A. C., Silva, D. R. A. (Org.). 2010. Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre: CPRM, 250 p., il., color., 30 cm + 1 DVD-ROM. ISBN: 978-85-7499-083-5.
- Viero, A. C., SILVA, D. R. A. (Org.). 2010. Geodiversidade do Estado de Santa Catarina, Porto Alegre: CPRM, 250 p., il., color., 30 cm + 1 DVD-ROM.
- Villanueva, T.C.B. (Org.). 2016. Geodiversidade do Estado de Alagoas, Salvador: CPRM, 155 p., il., color., 30 cm + 1 DVD-ROM.
- Xavier da Silva, J., Carvalho Filho, I. M., 2001. Índice de geodiversidade da restinga da Marambaia (RJ): um exemplo do geoprocessamento aplicado à geografia física. *Revista de Geografia*, Recife: DCG/UFPE, nº. 1, p. 57-64.