

Vanda de Claudino-Sales  
Organizadora

# GEODIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO





Vanda de Claudino-Sales

Bacharel em Geografia pela Universidade de Brasília (UnB), Mestre em Geografia Física pela Universidade de São Paulo (USP), Doutora em Geografia Ambiental pela Universidade Paris-Sorbonne, Pós-Doutora em Geomorfologia Costeira pela Universidade da Flórida. É professora aposentada do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará (UFC), professora visitante na Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), no Ceará, e membro efetivo do Mestrado Acadêmico em Geografia da mesma instituição. É líder do Grupo de Pesquisa Megageomorfologia do Nordeste Setentrional Brasileiro e Vice-diretora Regional da fundação de pesquisa americana CERF (Coastal Education and Research Foundation).

Vanda de Claudino-Sales  
(organizadora)

# GEODIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO



SOBRAL/CE

2020





**SÉRIE GEOGRAFIA DO SEMIÁRIDO**

Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA  
Centro de Ciências Humanas/CCH Grupo de Pesquisa e Extensão do  
Semiárido/Programa de Pós-Graduação em Geografia  
Av. John Sanford, s/n – Junco – Sobral/CE

**Editor da Série**

Prof. Dr. José Falcão Sobrinho

**Conselho Editorial**

Prof. Dr. Frederico de Holanda Bastos - UECE  
Prof. Dr. Leonardo José Cordeiro Santos – UFPR  
Prof. Dr. Rafael Albuquerque Xavier - UEPB  
Prof. Dra. Simone Cardoso Ribeiro - URCA



Rua Maria da Conceição P. de Azevedo, 1138  
Renato Parente - Sobral - CE  
(88) 3614.8748 / Celular (88) 9 9784.2222  
contato@editorasertaocult.com / sertaocult@gmail.com  
www.editorasertaocult.com

**Coordenação Editorial e Projeto Gráfico**

Marco Antonio Machado

**Coordenação de Normatização e Revisão**

Antonio Jerfson Lins de Freitas

**Revisão**

Daniel Martins de Carvalho

**Diagramação e capa**

Éder Oliveira França

**Catálogo**

Leolgh Lima da Silva - CRB3/967



Mestrado Acadêmico  
em Geografia (MAG-UVA)



**RENNEGEO**  
Revista Nacional de Pesquisas em Geografia e Cartografia

G342 Geodiversidade do semiárido. / Vanda de Claudino-Sales.  
(Organizadora). – Sobral, CE: Sertão Cult, 2020.

202p.

ISBN: 978-65-87429-43-4 - papel  
ISBN: 978-65-87429-36-6 - e-book - pdf  
Doi: 10.35260/87429366-2020

1. Geodiversidade. 2. Diversidade natural. 3. Conservação. 4.  
Semiárido. I. Claudino-Sales, Vanda. II. Título.

CDD 551.658131  
910.02

Para os meus sobrinhos-netos  
Catarina, Tomás, Lina e Mariana

# Agradecimentos

Foi um grande prazer organizar essa coletânea de artigos sobre geodiversidade no semiárido. A temática é nova e pungente, assim como são competentes os pesquisadores que começaram a produzir nesse viés. Dessa forma, o que seria trabalho virou uma grande fonte de prazer, e é com muita alegria que agora entregamos a obra ao público.

Trabalho nenhum se faz sozinho. Efetivamente, várias pessoas contribuíram para que chegássemos até aqui. Nesse sentido, gostaria primeiro de agradecer ao colega José Falcão Sobrinho, que edita a coleção na qual a coletânea se insere, cujo convite para organizarmos o presente livro foi um pontapé fundamental.

Em seguida, gostaria de agradecer ao conjunto dos autores, que, além de apresentarem textos da mais alta qualidade, foram absolutamente responsáveis do ponto de vista dos prazos, demandas, correções etc. Nosso trabalho, no entanto, não poderia ter tido a qualidade que teve, se não fosse a preciosa intervenção dos pareceristas integrantes do Conselho Científico, que foram impecáveis. Gostaria também de agradecer imensamente ao Professor Antonio Carlos de Barros Corrêa, que aceitou fazer o prefácio e que o fez de forma majestosa.

Por mim, gostaria de agradecer à minha família, que apesar das diferenças, continua me aceitando e me estimulando nas minhas buscas e movimentos.

A todos que pretendem ler ou que lerão esse livro, o nosso muito obrigada também. Espero de coração que seja uma leitura proveitosa.

Até a próxima!

*Vanda Claudino-Sales*

# Apresentação

Diz o ditado que a primeira impressão é a que fica! Na simplicidade do dito, buscamos iniciar o projeto *Coleção Geografia do Semiárido*. A premissa baseia-se na qualidade da equipe envolvida, desde a organização, bem como nos convidados que enlaçam as discussões temáticas. O objetivo da Coleção é propiciar a divulgação das múltiplas possibilidades de leituras dos temas emergentes pesquisados e dos desafios contemporâneos, sem perder e já buscando as perspectivas evolutivas que tecem o semiárido, seja em nível nacional ou mundial.

Isso posto, apresentamos o livro *Geodiversidade do Semiárido* como obra precursora de nossa Coleção. O tema eclodiu recentemente na ciência geográfica e fundamentou-se nas características peculiares das sinuosidades do relevo e da ação conjunta dos elementos naturais que por ele são condicionadas e alguns que nele sejam atuantes.

O caráter incipiente da coleção a qual emerge a presente obra demandou a busca de experiência e qualificação dos verdadeiros condutores pelo que se via surgir e deixar exposto as escritas, disponibilizando a boa leitura aos olhos dos que se debruçam sobre o semiárido. De sorte a condução de tal missão, transfere-se a organização da obra.

Dispensando maiores apresentações, o convite feito à expoente organizadora, no caso, a professora Vanda de Claudino-Sales, foi pautado na premissa de sua competência e no alicerce teórico e metodológico do trato à ciência da natureza e aos seus enlances com a sociedade. Certamente o seu olhar, que transcende a materialidade, relaciona-se dialeticamente com as imersões da sociedade nas territorialidades do semiárido.

Conservando a premissa da qualidade, a composição científica do Conselho Editorial buscou atrair uma equipe em seu exponencial desenvolvimento nas pesquisas, as quais se faz refletir sobre a temática, além de fazer evoluir tais reflexões.

Associa-se ao projeto *Coleção Geografia do Semiárido* e, em especial, a obra *Geodiversidade do Semiárido*, um conjunto de profissionais com competência para discutir e ilustrar o tema. Trata-se, portanto, de uma equipe formada por experientes profissionais consolidadas por rigor científico e ético. Somando-se a jovens promissores com o mesmo linear científico e repletos pela busca do novo,

a Geodiversidade do Semiárido é, sim, um novo olhar geográfico que será alimentado e frutífero as discussões geográficas.

Persevera o agradecimento em traçar essas poucas linhas. Contudo, o prazer maior foi a leitura já realizada dos capítulos que seguem, os quais serão embebidos aos que se deslumbram com as maravilhas do semiárido.

*Prof. José Falcão Sobrinho*



# Autores

**Abraão Levi dos Santos Mascarenhas:** Geógrafo pela Universidade Federal do Pará, Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Ceará, Doutor em Geografia pela Universidade de São Paulo. Líder do Grupo de Pesquisa Geoecologia das Paisagens e Sistemas Geoinformativos. Atualmente é Professor Adjunto da Faculdade de Geografia da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, onde coordena projetos de pesquisa e extensão em Geomorfologia e Ambiente com uso de sistemas geoinformativos.

**Antonio Carlos de Barros Côrrea:** Geógrafo pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), com intercâmbio de graduação na Radford University, Virginia (EUA). Mestre em Geografia pela UFPE, Doutor em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNICAMP, com estágio sanduíche na Universidade de Durham, Reino Unido, e Pós-doutorado em geomorfologia pela UNICAMP. Professor do Departamento de Geografia e dos Programas de Pós-graduação em Geografia e Arqueologia da UFPE. Líder do Grupo de Estudos do Quaternário do Nordeste Brasileiro e do Laboratório de Geomorfologia do Quaternário da UFPE. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2.

**Francisca Lusimara Sousa Lopes:** Bacharel e Mestre em Geografia pela Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA. Bolsista da Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente de Sobral, e voluntária do LEA - Laboratório de Estudos Ambientais da UVA. Coordenadora das atividades da Agenda 21 de Sobral. Atuou na CODAM - Coordenação de Educação Ambiental da Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE e foi Delegada Federal Adjunta do Ministério de Desenvolvimento Agrário. Atualmente é Superintendente da Autarquia Municipal de Meio Ambiente - AMMA de Quixadá - Ceará.

**François Bétard:** Geógrafo pela Universidade de Nantes (França) e Mestre em Geografia pela mesma instituição. Doutor em Geomorfologia pela Universidade Paris-Sorbonne (França), com estágio doutoral na Universidade Federal do Ceará (UFC – Brasil). Professor da Université de Paris (França). Membro do “Pôle de Recherche pour l’Organisation et la Diffusion de l’Information Géographique (PRODIG)”. Presidente da Comissão de Patrimônio Geomorfológico do Comitê Nacional Francês de Geografia (CNFG) desde 2018.

**Isa Gabriela Delgado de Araújo:** Geógrafa pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, no Centro de Ensino Superior do Seridó (CERES-UFRN). Mestranda em Geografia pelo Programa de Pós-graduação em Geografia (Geoceres)

da UFRN. Integrante do Grupo de Pesquisa Geoprocessamento e Geografia Física da UFRN, e bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

**Jéssica Jessiana Ferreira Alves:** Graduada em Gestão Ambiental pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN). Mestra em Geografia pela UERN. Integrante do Laboratório Núcleo de Estudos Socioambientais e Territoriais (NESAT-UERN).

**João Victor Mariano da Silva:** Geógrafo pela Universidade Regional do Cariri (URCA). Mestrando do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável da Universidade Federal do Cariri (Proder/UFCA). Membro do Núcleo de Estudos Integrados em Geomorfologia, Geodiversidade e Patrimônio (NIGEP -URCA/CNPq).

**Laryssa Sheydder de Oliveira Lopes:** Licenciada em Geografia e Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutora em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Professora Dedicção Exclusiva do Instituto Federal do Maranhão (IFMA), Campus Bacabal. Pesquisadora dos Grupos Geodiversidade, Patrimônio Geomorfológico e Geoconservação (GEOCON/UFPI) e Geomorfologia do Antropoceno (ANTROPOGEO/UFPE). Líder do Grupo de Pesquisa Estudos Integrados em Bacias Hidrográficas.

**Marco Túlio Mendonça Diniz:** Graduado (licenciatura), Mestre e Doutor em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará. Professor dos programas de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) em Natal e Caicó. Líder do grupo de pesquisa do Laboratório de Geoprocessamento e Geografia da Física da UFRN. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2.

**Marcelo Martins de Moura-Fé:** Geógrafo, Mestre e Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professor do Departamento de Geociências da Universidade Regional do Cariri (DEGEO/URCA). Docente do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável (Proder/UFCA). Pós-doutorando em Geografia pelo Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará (PropGeo/UECE). Bolsista Produtividade da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP. Coordenador do Núcleo de Estudos Integrados em Geomorfologia, Geodiversidade e Patrimônio (NIGEP – URCA/CNPq).

**Marcos Antonio Leite do Nascimento:** Geólogo pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Mestre e Doutor em Geodinâmica pelo Programa

de Pós-graduação em Geologia da UFRN (PPGG/UFRN). Foi geólogo do Serviço Geológico do Brasil - CPRM, onde coordenou o Projeto Monumentos Geológicos do Rio Grande do Norte. Foi membro suplente da CPRM na Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleontológicos - SIGEP. Atualmente é Professor Associado II do Departamento de Geologia da UFRN e Coordenador do Projeto Geoparque Aspirante Seridó.

**Maria de Lourdes Carvalho-Neta:** Geógrafa e Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Doutora em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), com doutorado sanduíche na Universidade Denis-Diderot (Paris, França). Professora do Departamento de Geociências da Universidade Regional do Cariri (URCA). Coordenadora do Laboratório de Geoprocessamento (LABGEO- URCA). Integrante dos Grupos de Pesquisa (CNPq) Geomorfologia e Pedologia e Estudos Urbanos do Cariri.

**Maria Rita Vidal:** Geógrafa, Mestra e Doutora pela Universidade Federal do Ceará (UFC) na área de Geocologia da Paisagem em ambientes sedimentares, Líder do Grupo de Pesquisa Geocologia das Paisagens e Sistemas Geoinformativos. Atualmente é Professora Adjunta da Faculdade de Geografia da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, onde coordena projetos de pesquisa e extensão em Geocologia de ambientes Ferruginosos no Complexo Serra dos Carajás, Unidades de Conservação com Sistemas Geoinformativos.

**Matheus Lisboa Nobre da Silva:** Técnico em Geologia e Mineração pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Geólogo pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Mestre em Geociências pelo Museu Nacional do Rio de Janeiro, RJ, e doutorando em Ciências (Geologia) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

**Mônica Virna de Aguiar Pinheiro:** Geógrafa e Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Ceará. Doutora em Ciências Marinhas Tropicais pelo Laboratório de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará (LABOMAR/UFC). Professora substituta no Departamento de Geografia da Universidade Regional do Cariri (DEGEO/URCA). Vice coordenadora do Núcleo de Estudos Integrados em Geomorfologia, Geodiversidade e Patrimônio (NIGEP - URCA/CNPq).

**Oswaldo Girão da Silva:** Licenciado em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco, Mestre em Geografia (Regionalização e Análise Regional) pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), e Doutor em Geografia (Planejamento e Gestão Ambiental) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Atualmente é Professor Associado III da Universidade Federal de Pernambuco, lecionando disciplinas nos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Geografia, e

no Programa de Pós-graduação em Geografia. É líder do Grupo de Pesquisa em Antropogeomorfologia (ANTROPOGEO).

**Raquel Landim do Nascimento:** Geógrafa pela Universidade Regional do Cariri (URCA). Membro do Núcleo de Estudos Integrados em Geomorfologia, Geodiversidade e Patrimônio (NIGEP- URCA/CNPq).

**Vanda de Claudino-Sales:** Bacharel em Geografia pela Universidade de Brasília (UnB), Mestre em Geografia Física pela Universidade de São Paulo (USP), Doutora em Geografia Ambiental pela Universidade Paris-Sorbonne, Pós-Doutora em Geomorfologia Costeira pela Universidade da Flórida. E professora aposentada do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará (UFC) professora visitante na Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), no Ceará, e membro efetivo do Mestrado Acadêmico em Geografia da mesma instituição. É líder do Grupo de Pesquisa Megageomorfologia do Nordeste Setentrional Brasileiro e Vice-diretora Regional da fundação de pesquisa americana CERF (Coastal Education and Research Foundation).

**Wendson Dantas de Araújo Medeiros:** Geógrafo pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Mestre em Geociências pela UFRN, Ph.D. em Geografia Física pela Universidade de Coimbra (Portugal). Atualmente é Professor Adjunto do Departamento de Gestão Ambiental e do Mestrado em Geografia da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) e investigador do Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT/Universidade de Coimbra).

# Sumário

**Prefácio** – Antonio Carlos de Barros Côrrea.....13

## **PARTE 1 | GEOPARQUES NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

**CAPÍTULO 1** - O GEOPARK MUNDIAL UNESCO ARARIPE (CEARÁ) E SEUS *HOTSPOTS* DE GEODIVERSIDADE (*Maria Lourdes Carvalho-Neta, Antonio Carlos Barros Côrrea, François Bétard*).....19

**CAPÍTULO 2** - O GEOPARQUE SERIDÓ: PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO SEMIÁRIDO POTIGUAR (*Marcos Antonio Leite do Nascimento, Matheus Lisboa Nobre da Silva*).....39

## **PARTE 2 | GEODIVERSIDADE E TEORIA**

**CAPÍTULO 3** - PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO: DO VALOR ESTÉTICO AO CIENTÍFICO (*Laryssa Sheydder de Oliveira Lopes, Osvaldo Girão da Silva*).....63

**CAPÍTULO 4** - PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO: A ESTÉTICA COMO VALOR OBJETIVO E FUNDAMENTAL (*Isa Gabriela Delgado de Araújo, Marco Túlio Mendonça Diniz*).....83

## **PARTE 3 | TEORIA E FATO: GEODIVERSIDADE NO SEMIÁRIDO**

**CAPÍTULO 5** - GEODIVERSIDADE E POTENCIAL GEOTURÍSTICO DA PAISAGEM CÁRSTICA DO SEMIÁRIDO DO RIO GRANDE DO NORTE, NORDESTE DO BRASIL (*Wendson Dantas de Araújo Medeiros, Jéssica Jessiana Ferreira Alves*).....105

**CAPÍTULO 6** - PAISAGEM E GEOMORFOSSÍTIOS: PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E GEOMORFOLÓGICO NO ESTADO DO CEARÁ-BRASIL (*Abraão Levi dos Santos Mascarenhas, Maria Rita Vidal*).....129

**CAPÍTULO 7** - GEODIVERSIDADE, PATRIMÔNIO E SUSTENTABILIDADE NA REGIÃO METROPOLITANA DO CARIRI (RMC), CEARÁ (*Marcelo Martins de Moura-Fé, Mônica Virna de Aguiar Pinheiro, João Victor Mariano da Silva, Raquel Landim do Nascimento*).....155

**CAPÍTULO 8** - GEOMORFODIVERSIDADE E GEOMORFOPATRIMÔNIO NO NORDESTE BRASILEIRO: GEOMORFOSSÍTIO HÍDRICO BICA DO IPU (GLINT DA IBIA-PABA, ESTADO DO CEARÁ) (*Vanda de Claudino-Sales, Francisca Lusimara Sousa Lopes*).....179



# Prefácio

A complexidade da paisagem física associada à distribuição, em um determinado recorte geográfico, de seus atributos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, processos superficiais resultantes na interação atmosfera-litosfera, além da ação biogênica sobre o intemperismo e o registro fóssil, compõem a epígrafe que hoje sintetizamos como “geodiversidade”. Embora a proposta seja relativamente recente conquanto campo operacional da pesquisa acadêmica, sobretudo na geografia física brasileira, observa-se que, ao longo da última década, um número significativo de contribuições veio à tona tendo como foco de suas análises as paisagens do domínio semiárido brasileiro. Tendo em vista sua singularidade, em um país dominado por mosaicos ambientais tropicais úmidos e subúmidos, a presente contribuição assumiu o desafio de construir um panóptico a partir do qual possa se contemplar o estado da arte das pesquisas que neste momento articulam o conceito de geodiversidade, e seus desdobramentos, aos complexos territoriais físicos das terras secas brasileiras.

Iniciamos nosso percurso pela temática dos Geoparques, conjuntos geográficos singulares definidos pela UNESCO como áreas com paisagens de excepcional interesse geológico geridas a partir de uma abordagem holística tripartite ancorada na proteção, educação e desenvolvimento sustentável, envolvendo, assim, as populações do entorno e comunidades tradicionais nas ações de manejo e tomada de decisão sobre a própria área de conservação. Nesse sentido, o semiárido Nordeste foi pioneiro no Brasil, com a designação do seu primeiro geoparque em 2006, o Geoparque Araripe, onde, nos seus mais de 3.000 Km<sup>2</sup>, a combinação entre os estratos sedimentares das sequências sin- e pós-rifte do Cretáceo, soerguidas em uma estrutura de planalto tabulariforme, designam uma combinação única de paisagens com diversos graus de complexidade geomorfológica e biopedoclimática. Esses arranjos espaciais suscitaram a necessidade de aplicação de uma metodologia inovadora de aferição da concentração de feições potenciais para geoconservação, aqui designadas como *hotspots*. Já sobre outro contexto geológico, nos terrenos cristalinos do setor oriental da Província Borborema, o Geoparque Seridó, com proposta de criação já chancelada pela UNESCO, nos revela uma combinação particular de vastas superfícies aplainadas sobre os metassedimentos das faixas de dobramento Neoproterozóicas em oposição à rusticidade dos maciços cristalinos que definem a escarpa ocidental do Planalto da Borborema e as diversas cortinas de inselbergs e inselgebirges que a balizam. A geodiversidade no Seridó se expressa seguramente para além de suas geofórmicas icônicas de ambiente semiárido, como visto na sua importância para os estudos regionais de geoarqueologia, geomorfologia histórica e evolutiva e até mesmo mineralogia e mineração.

A atribuição de um sítio de geodiversidade, um geossítio, passa obrigatoriamente pelo seu reconhecimento como um marco geológico ou geomorfológico de importância científica e, por extensão, da sua relevância cultural, histórica, econômica e, em grande medida, estética. Assim, discutir o valor atribuído pela percepção humana a uma determinada porção da paisagem física que sintetiza valores científicos e de apreciação cênica constitui uma reflexão de fundo e essencial sobre os próprios critérios a serem utilizados quando da designação de novas áreas tidas como de elevada geodiversidade, aptas a serem inseridas no rol da geoconservação. No caso do semiárido, revelar os aspectos que privilegiam a estética de uma determinada paisagem sobre outra constitui uma tarefa de peculiar ambiguidade, sobretudo quando certos estereótipos de espaços inóspitos e socialmente desprivilegiados se confundem com a própria noção de semiaridez.

Assim como todos os estudos focados na paisagem, a abordagem voltada à geodiversidade é essencialmente escalar e busca articular fatos geológicos/geomorfológicos de diversas grandezas com sua representatividade espacial. Estudos de caso desenvolvidos no ambiente semiárido brasileiro têm revelado um *patchwork* de paisagens singulares que refletem a relação entre o suporte geológico herdado - a *hard geology* dos autores anglo-saxões, coberturas superficiais inconsolidadas, e os *inputs* climáticos atuais e pretéritos. Dentre essas paisagens, destaca-se o recém designado Parque Nacional da Furna Feia, no Rio Grande do Norte, apenas o segundo no país totalmente inserido no bioma caatinga, com suas notáveis feições paleo-cársicas desenvolvidas sobre a plataforma calcária emersa da bacia Potiguar. A combinação de elementos fisiográficos nesse setor do semiárido agrega a uma paisagem normalmente associada à amplitude das formas de denudação as microformas de dissolução inerentes ao endo-carse, como as cavernas e furnas, além da atuação de sistemas hidrológicos não mais discerníveis naquela paisagem.

Articulando o uso de imagens orbitais sobre a diversidade de morfoestruturas do estado do Ceará, mais uma vez identificamos uma aplicação do glossário inerente aos estudos de geodiversidade a uma determinada escala de análise, desta feita voltada para a aferição da distribuição das Unidades de Conservação do Estado sobre os compartimentos morfoestruturais, explicitando dentro desses a ocorrência de geomorfossítios - uma derivação direta dos geossítios - de potencial interesse para futuras ações de conservação. Ainda no estado do Ceará, um estudo debruçado sobre a Região Metropolitana do Cariri, área de dinâmica demográfica e econômica crescente, visa não apenas identificar os geomorfossítios como também aferir os riscos ambientais que os ameaçam e apontar para a necessidade da implementação de políticas públicas participativas com vistas à preservação deste patrimônio. Configurando a depressão periférica que antecede o planalto sedimentar do Araripe, onde se situa o Geoparque homônimo, o vale do Cariri se depara com o conflito inerente às áreas urbanas conurbadas em



franca expansão e com a urgência em mitigar riscos geomorfológicos, bem como proteger o patrimônio geológico/geomorfológico que não apenas lhe confere distinção no contexto do semiárido, mas também surge como potencial econômico largamente subestimado.

A presença de cabeceiras de drenagem perenes no domínio semiárido brasileiro constitui por si só uma singularidade ambiental, cujo próprio valor para a subsistência das populações rurais tradicionais do seu entorno já dá conta de vários dos parâmetros necessários na designação de um geomorfossítio. Dominado por drenagens intermitentes e efêmeras, o semiárido nordestino apresenta áreas de exceção topoclimática, tanto nas zonas de transição para os domínios vizinhos do Cerrado e Mata Atlântica, como sobre as encostas de bacias sedimentares sobre-elevadas, como é o caso da bica do Ipu. Essa drenagem anaclinal, que disseca um setor do alto *glint* da Ibiapaba, no limite entre as províncias geológicas Borborema e Parnaíba, é uma síntese de como um marco de geodiversidade pode assumir morfologias diversas, dentre elas a de uma bacia de baixa ordem, onde o consórcio dos controles morfoestruturais, climáticos, biogeográficos e hidrológicos, acrescidos dos valores simbólicos e culturais inerentes ao contexto sertanejo, designam um geossítio insólito, onde a água, cuja ausência constrói a própria percepção de semiaridez, é o fio condutor da singularidade paisagística.

Convido-os, assim, à debruçarem-se mais uma vez sobre o semiárido brasileiro, desta feita sob a condução narrativa da geodiversidade. Este livro representa um dos primeiros esforços em divulgar essa emergente perspectiva analítica sobre o Nordeste seco, a qual se juntarão certamente novos olhares e novas histórias do seu ambiente e suas gentes.

Antonio Carlos de Barros Corrêa, Recife, 3 de abril de 2020



The background is a dark gray color with various white geometric elements. There are several thin white circles of different sizes scattered across the page. A large, faint circle is centered behind the text. In the top-left corner, there is a larger circle filled with diagonal white stripes. In the top-right corner, there are concentric white circles. In the bottom-right corner, there is a grid of small white dots. Several thin white curved lines and arcs are also present, creating a sense of movement and depth.

**PARTE 1**  
GEOPARQUES DO SEMIÁRIDO  
BRASILEIRO



# O GEOPARK MUNDIAL UNESCO ARARIPE (CEARÁ) E SEUS *HOTSPOTS* DE GEODIVERSIDADE

**Maria de Lourdes Carvalho-Neta**

*Professora Doutora do Departamento de  
Geociências da Universidade Regional do Cariri (URCA).  
E-mail: lourdes.carvalho@urca.br*

**Antonio Carlos de Barros Côrrea**

*Professor Doutor do Programa de Pós-graduação em Geografia da  
Universidade Federal de Pernambuco (PPGE- UFPE)  
E-mail: dbiase@terra.com.br*

**François Bétard**

*Professor Doutor da Université de Paris (França)  
E-mail: francois.betard@u-paris.fr*

## INTRODUÇÃO

As pesquisas sobre geodiversidade e as temáticas correlatas vêm crescendo no Brasil e no mundo. No entanto, ainda é incipiente a existência de ações voltadas à quantificação dessa geodiversidade, bem como ações mais efetivas voltadas à sua gestão e conservação (SHARPLES, 1993; 1995; LIMA *et al.*, 2010). Lima *et al.* (2016) apontam que as iniciativas ligadas à geoconservação no contexto nacional começaram no final da década de 1990, com a instituição da Comissão Brasileira dos Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP).

No que se refere ao Geopark Mundial da UNESCO Araripe, os estudos se debruçam, principalmente, no viés geológico e, sobretudo, paleontológico. Porém, pesquisas recentes sobre formas de relevo, solos e mudanças na paisagem na região revelaram que a geodiversidade regional não se limita à geologia e paleontologia.

No contexto regional, o Geopark Araripe apresenta grande parte do seu território inserido na bacia sedimentar do Araripe. Essa, conhecida mundialmente por seu patrimônio paleontológico, onde se encontram registros fósseis abundantes e diversificados da época do Cretáceo Inferior (CARVALHO; SANTOS, 2005; CARVALHO *et al.*, 2012). Tal riqueza fóssilífera justificou a promoção de parte da bacia ao primeiro geoparque da UNESCO das Américas e do Hemisfério Sul e, até então, o único do território nacional.

Pesquisas recentes apontam para a ampla geodiversidade da área. Esses apontamentos são confirmados em mapeamentos que exibem a quantificação da geodiversidade do Estado do Ceará (BÉTARD, 2017; ARAÚJO; PEREIRA, 2017;

BÉTARD; PEULVAST, 2019), onde o sul do Ceará, em comparação com as outras áreas do Estado, é caracterizado como de alta geodiversidade.

Nesse sentido, o texto concentra-se no mapeamento da geodiversidade do Geopark UNESCO Araripe, em especial na cartografia dos *hotspots* de geodiversidade desse território.

## **CONCEITOS E DEFINIÇÕES IMPORTANTES PARA A ANÁLISE DA GEODIVERSIDADE**

Para compreender a análise aqui apresentada, é importante partilhar os conceitos e definições que guiaram a pesquisa, a saber: geodiversidade, seus valores e ameaças, *hotspots* de geodiversidade, geoconservação, geoparques e geoturismo.

Considera-se a definição de geodiversidade apresentada por Gray (2013), que se trata de atualização da adotada por Gray (2004). Nessa, a geodiversidade é considerada como a diversidade natural do componente geológico (rochas, minerais, fósseis), geomorfológico (formas terrestres, topografia, processos físicos), pedológico (classes de solos e paleossolos) e hidrológico (águas superficiais e subterrâneas), incluindo suas relações, propriedades, interpretações e sistemas.

Essa geodiversidade apresenta diferentes valores. Gray (2004) e Brilha (2005) consideram os valores intrínseco, cultural e estético, econômico, educativo e de pesquisa e o funcional.

O valor intrínseco reflete um valor próprio, de existência, independentemente de ter utilidade ou não para os seres humanos. O cultural é o valor atribuído pela sociedade em algum aspecto do ambiente físico por razões sociais e/ou com significados para a comunidade local (GRAY, 2004). Já o valor estético é atribuído a todas aquelas paisagens que causam um deslumbramento de seu público e que são alvo de atividades de lazer, contemplação ou inspiração artística. A atribuição do valor econômico está ligada à total dependência do homem perante os materiais geológicos para atividades como produção de energia, construção civil, fabricação de uma infinidade de produtos, extração de água subterrânea, gemas para joalheria, entre outros (NASCIMENTO *et al.*, 2008).

O valor funcional pode ser encarado sob duas perspectivas: o valor da geodiversidade *in situ*, referindo-se à valorização da geodiversidade que se mantém no local original, e ao valor dessa geodiversidade enquanto substrato para a sustentação dos sistemas físicos e ecológicos na superfície terrestre. Este valor pode estar relacionado à característica natural que determinado elemento tem, o tornando único (BRILHA, 2005).

O valor científico tem como base o acesso e, posterior e estudo da geodiversidade, tanto em âmbito fundamental quanto aplicado. Está diretamente relacionado à sua importância no apoio ao presente e ao conhecimento futuro de como

a geosfera funciona e interage com outros sistemas terrestres, a saber: biosfera, hidrosfera e atmosfera (BRILHA, 2016). O valor educativo está intimamente relacionado à educação em Ciências da Terra, podendo ocorrer como atividades educativas formais (ensinos Fundamental, Médio e Superior), quanto a atividades educativas não formais, dirigidas ao público em geral (não escolar) (BRILHA, 2005; NASCIMENTO *et al.*, 2008).

Como Zwoliński (2004) nos alerta, a geodiversidade pode ser valorada dentro dessa variedade de perspectivas (intrínseca, ecológica, geopatrimonial, científica, educacional, social, cultural, turística). Dessa forma, ela deve ser submetida à geoconservação, no intuito de proteger sítios relevantes (ou geossítios) para as gerações presentes e futuras.

A geodiversidade encontra-se ameaçada em diversas escalas e distintos graus. Verifica-se desde a destruição circunscrita a um pequeno afloramento até a degradação da paisagem natural. Nesse contexto, cabe apontar a preocupação de Sharples (2002) ao equívoco generalizado, que ainda prevalece entre alguns gestores territoriais, de que rochas e formas de relevo são bastante robustas, de modo que nenhuma gestão especial ou proteção de seus valores é necessária. Essa referida “robustez” é válida para alguns recursos, no entanto, há muitos aspectos da geodiversidade que são altamente sensíveis a perturbações (SHARPLES, 2002).

Entre as atividades que geram riscos ou ameaças à geodiversidade, incluem-se: exploração de recursos geológicos, desenvolvimento de obras e estruturas, gestão das bacias hidrográficas, atividades florestais, crescimento da vegetação, desflorestamento e agricultura, atividades militares, pressões recreativas e turísticas, coleta de amostras geológicas para fins não científicos e analfabetismo/ignorância cultural (BRILHA, 2005; GRAY, 2013).

Os *hotspots* de geodiversidade são definidos como áreas que abrigam níveis muito altos de geodiversidade e de elevada ameaça por atividades humanas (BÉTARD e PEULVAST, 2019). Estes *hotspots* ou “áreas críticas” são consideradas como os setores mais ricos (ou geodiversos) e, ao mesmo tempo, os mais ameaçados em um determinado território, independentemente da escala avaliada, seja ela, regional, nacional ou global. O mapeamento de *hotspots* de geodiversidade trata de uma proposta de avaliação de geodiversidade integrada, que leva em consideração os diferentes aspectos ou componentes da geodiversidade, bem como as ameaças sofridas por eles.

Levando em consideração os valores atribuídos à geodiversidade, bem como as ameaças sofridas por esta, é importante viabilizar ações que promovam a geoconservação. Lembrando o exposto por Nascimento *et al.* (2008), ações de

geoconservação não pretendem proteger toda a geodiversidade, mas sim o geopatrimônio, de modo a permitir o seu uso, seja científico, educativo, turístico, entre outros. Em outras palavras, a geoconservação deve proteger elementos da geodiversidade que evidenciam algum valor excepcional (BRILHA, 2005). Por conseguinte, é importante que ações de geoconservação visem à proteção dos *hotspots* de geodiversidade.

A geoconservação pode ocorrer por meio da criação de leis e programas específicos para o geopatrimônio e/ou por meio da sensibilização do público sobre a importância deste patrimônio, utilizando-o para o turismo (NASCIMENTO *et al.*, 2008). Dentre as ações, destacam-se a criação de geoparques e as atividades de geoturismo.

O conceito de geoparque surgiu na Europa, no final do século XX (BRILHA, 2009), e abriu novas oportunidades e entusiasmo para a geoconservação (BU-REK; PROSSER, 2008). Quanto à grafia, se convencionou adotar o termo em inglês - Geopark - para fazer referência aos territórios chancelados pela UNESCO, no entanto, se permite grafar das diferentes formas. Trata-se um conceito contemporâneo e inovador de desenvolvimento territorial, fundamentado na ocorrência de geopatrimônio em conexão com os outros aspectos do patrimônio natural e cultural da região, que possibilitam o estabelecimento de estratégias de conservação, educação e promoção do turismo sustentável (LIMA *et al.*, 2016).

O geoturismo é uma atividade que se baseia na geodiversidade (BRILHA, 2009). Dessa forma, consideramos o geoturismo como atividade que apresenta como principal atrativo os componentes da geodiversidade (geologia, geomorfologia, pedologia e hidrologia) e busca a sua conservação, fortalecendo a identidade do território e promovendo a sensibilização para o geopatrimônio e o bem-estar das populações locais (CARVALHO-NETA, 2019). A UNESCO recomenda que este segmento de turismo seja reconhecido e amplamente difundido e valorizado nos territórios dos seus geoparques.

## **CARACTERIZAÇÃO DO GEOPARK GLOBAL UNESCO ARARIPE**

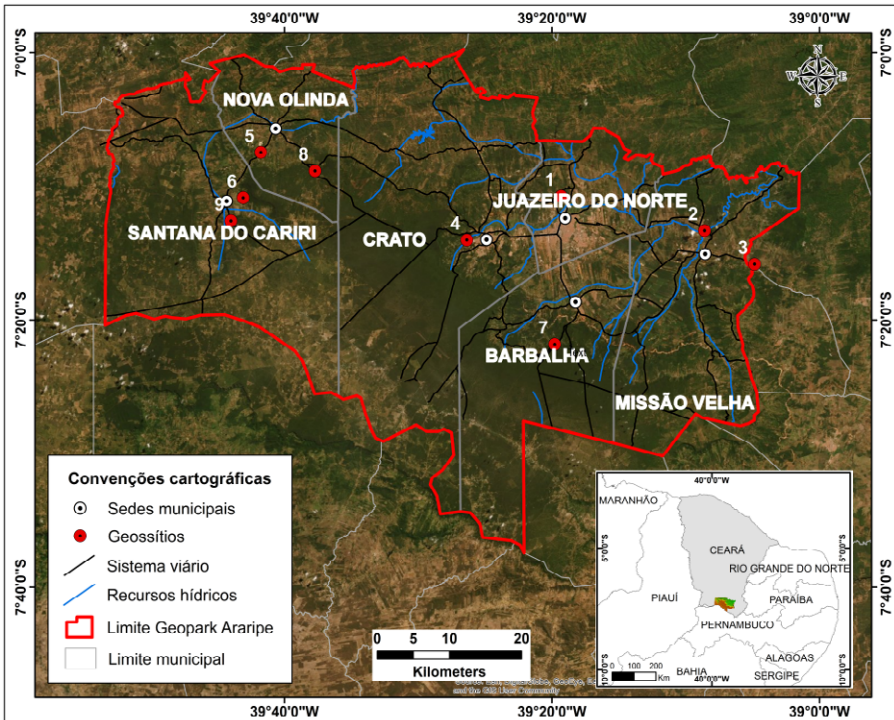
O Geopark UNESCO Araripe está situado na mesorregião do sul Cearense, integrando uma área de cerca de 3.758,68 km<sup>2</sup>, aproximadamente, entre os paralelos 07°10'12" e 07°31'48" de latitude sul e os meridianos 39°04'12" e 39°55'48" de longitude a oeste de Greenwich. O território compreende os municípios de Barbalha, Crato, Juazeiro do Norte, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri. Atualmente, apresenta 9 (nove) geossítios abertos ao público, são eles: 1) Colina do Horto; 2) Cachoeira de Missão Velha; 3) Floresta Petrificada do Cariri;



4) Batateiras; 5) Pedra Cariri; 6) Parque dos Pterossauros; 7) Riacho do Meio; 8) Ponte de Pedra; e 9) Pontal de Santa Cruz (a Figura 1 ilustra a espacialização destes geossítios nos municípios do território do Geopark Araripe).

Alguns dos seus geossítios apresentam relevante valor científico, como o Parque dos Pterossauros, a Floresta Petrificada do Cariri e a Pedra Cariri. Outros se destacam também por apresentar, além do interesse geológico, valor histórico-cultural, como os geossítios Colina do Horto, Ponte de Pedra, Cachoeira de Missão Velha e Pontal de Santa Cruz; ou pelo seu elevado valor ecológico, como o Riacho do Meio e o Batateiras (CEARÁ, 2012). Destacamos que alguns geossítios apresentam, ainda, acentuados valor geomorfológico, tais como: Colina do Horto, Cachoeira de Missão Velha e Pontal de Santa Cruz, para destacar alguns.

**Figura 1** - Localização do Geopark Araripe e espacialização dos 9 geossítios prioritários à geoconservação



Regionalmente, a paisagem é dominada pelo planalto sedimentar do Araripe, feição geomorfológica extensa, em forma de mesa, que se estende no sentido leste-oeste e por aproximadamente 160 quilômetros e, uma grande depressão, o vale do Cariri, que lhe confere características e paisagem únicas (HERZOG, 2017). Este planalto, como os demais enclaves úmidos no semiárido Nordeste, é con-

siderado paisagem de exceção no Nordeste do Brasil e representa ambiente de grande riqueza biológica (AB'SABER, 1999). E, a despeito do caráter rarefeito desse tipo de ambiente em meio às imensas extensões semiáridas, e/ou por isso mesmo, essas áreas enfrentam muitas pressões às suas diversidades biótica e abiótica.

Percebe-se que o Geopark UNESCO Araripe está delimitado em uma área de relevante geodiversidade e também de rica biodiversidade. Dessa forma, uma avaliação integradora, como é o caso do mapeamento dos *hotspots* de geodiversidade é importante, para não dizer necessária, principalmente, para o planejamento e gestão de ações de geoconservação no referido território.

## **METODOLOGIA DE MAPEAMENTO DOS *HOTSPOTS* DE GEODIVERSIDADE**

O mapeamento dos *hotspots* de geodiversidade foi orientado pela metodologia de Bétard (2017), revista por Bétard e Peulvast (2019). O método envolve o cálculo de quatro subíndices da geodiversidade, correspondentes aos seus componentes (geologia, geomorfologia, hidrologia e pedologia), atribuindo mesmo peso aos diferentes componentes. Soma-se a análise das formas de uso e ocupação e das ameaças à geodiversidade, propondo uma análise espacial em três (3) etapas (Figura 2):

**Figura 2** - Fluxograma da metodologia de mapeamento dos hotspots de geodiversidade (Metodologia de Bétard, 2017)



**Fonte:** Elaborada pelos autores (2020).

A 1ª etapa propõe o cálculo do índice de geodiversidade. Resulta da estimativa e soma de 4 índices parciais. São eles: diversidade geológica, geomorfodiversidade, hidrodiversidade e pedodiversidade. O índice de diversidade geológica é medida a partir da soma de 3 subíndices de diversidades: petrográfica ou litológica, paleontológica e mineralógica; a geomorfodiversidade é calculada pela adição de 2 subíndices, de diversidade topográfica e morfológica; o índice de

hidrodiversidade é resultante da adição de hidrografia (relacionada aos recursos hídricos superficiais) e hidrogeologia (referente à potencialidade das águas subterrâneas) e; a pedodiversidade é resultante da soma da diversidade de solos e ocorrência de paleossolos. O cálculo do índice de geodiversidade do Geopark Araripe com base nesta etapa da metodologia foi realizado por Carvalho-Neta *et al.* (2019). O presente texto apresenta a continuidade desta quantificação, com o desenvolvimento das 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> etapas do método.

A 2<sup>a</sup> etapa do método propõe o cálculo do índice de ameaças à geodiversidade da área. Esse índice é baseado na somatória de 3 subíndices, a saber: índice de nível de proteção; tipos de uso do solo e; grau de degradação das terras. Na 3<sup>a</sup> etapa, chega-se à estimativa do índice de sensibilidade ambiental. A avaliação é realizada a partir da multiplicação dos índices de geodiversidade e de ameaças. Este índice cartografa os setores caracterizados por elevada geodiversidade e grau de ameaças, ou seja, os *hotspots* de geodiversidade. Portanto, trata-se de uma importante ferramenta para efetuar as análises sobre o território e traçar estratégias de gestão e geoconservação.

O cálculo adota a noção de riqueza ou “variedade” e consiste na superposição de uma malha regular (grid ou grade), de um tamanho pré-estabelecido às camadas de informações temáticas (geologia, geomorfologia, classes de solos, entre outros) – figura 3A. Essa quantificação ocorre de forma automática e, nessa proposta, adotou-se o *software* Arcgis 10.4.

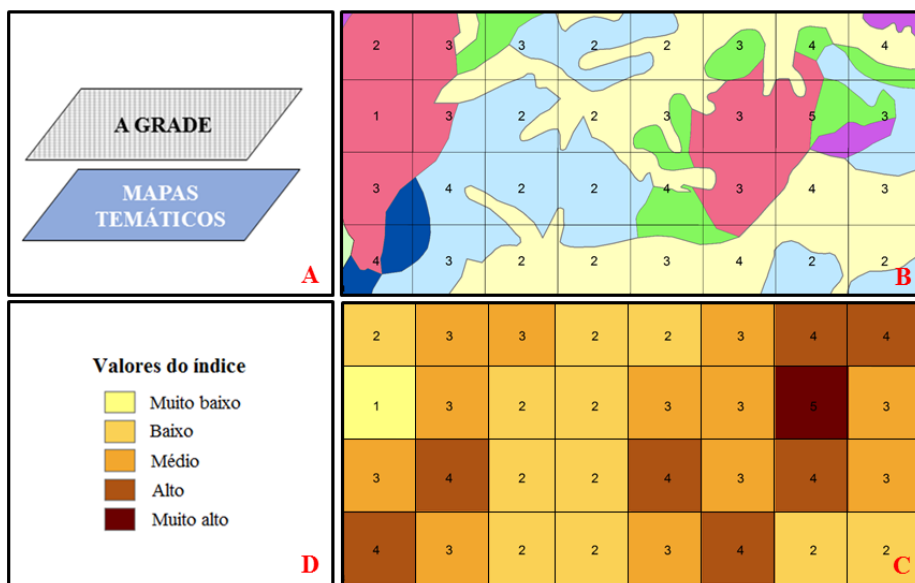
A dimensão da grade é definida pelos objetivos do mapeamento, escala geográfica de trabalho e escala cartográfica das bases disponíveis. Elucidando, para a quantificação da geodiversidade do Ceará: Araújo e Pereira (2017) basearam-se na superposição de uma malha regular de 12km × 12km. Bétard (2017) e Bétard e Peulvast (2019) utilizaram uma grade de 10km x 10km. Carvalho-Neta (2019), para o cálculo do índice de geodiversidade da bacia sedimentar do Araripe, adotou uma malha de 5km x 5km. Para o mapeamento do Geopark Araripe, utilizou-se a uma malha de 2,5km x 2,5km, resultando em 673 quadrados/pixels, organizados em 28 linhas e 38 colunas. As bases cartográficas disponíveis apresentavam escalas variáveis entre 1:200.000 e 1:600.000.

A figura 3B esboça essa quantificação após a junção superposta das duas camadas de dados (grade e informação temática). Posteriormente, usamos um classificador para organizar os números (resultados da quantificação automática), em diferentes classes (figura 3C), conforme a legenda ilustrada na figura 3D. Os valores alcançados no cálculo dos índices aqui apresentados foram organizados utilizando o classificador *Natural Breaks* (rupturas naturais) em até 6

(seis) níveis, em uma escala de 0 (zero) a 5 (cinco): nulo (número zero, quando aplicável), muito baixo (medida 1), baixo (valor 2), médio (valor 3), alto (valor 4) e muito alto (medida 5).

Esta classificação é baseada na combinação de valores para avaliar características em classes de grupos naturais, enquanto maximizam as diferenças entre classes. Os limites da divisão são estabelecidos em locais onde existem diferenças relativamente grandes de valores de dados. O método de alocação de “quebras naturais” é verificado pela visualização de dados da cartografia, pois tendem a se acumular em grupos, como no caso da ocorrência de *hotspots* de geodiversidade (ZWOLINSKI *et al.*, 2018).

**Figura 3** - Ilustração da quantificação da “variedade” de geodiversidade



**Fonte:** Elaborada pelos autores (2020).

Para facilitar a interpretação das representações cartográficas, adotou-se a variável visual “valor”, visto que “quando a informação quantitativa é ordenada em classes e a variável visual mais adequada é o valor” (ARCHELA; THÉRY, 2008, p. 5). Atribuiu-se o tom mais claro para a diversidade “muito baixa” (amarelo claro), atribuiu-se o tom mais claro, que teve intensidade aumentada gradativamente nas classes intermediárias, até o tom mais escuro, indicando diversidade “muito alta” (marrom escuro).

## ÍNDICE DE GEODIVERSIDADE DO GEOPARK MUNDIAL UNESCO ARARIPE

O Geopark UNESCO Araripe expõe ampla geodiversidade, tanto geológica, quanto geomorfológica, hidrológica e pedológica, como pode ser visto em Carvalho-Neta *et al.* (2019). A figura 4 ilustra a quantificação desta geodiversidade, resultante da soma dos 4 índices parciais, representadas pela coleção de mapas à direita da figura, identificadas pela respectiva numeração: 1) diversidade geológica; 2) geomorfodiversidade; 3) hidrodiversidade; e 4) pedodiversidade.

A diversidade geológica está representada, segundo Brandão e Freitas (2014), por rochas pré-cambrianas, representadas por intrusões graníticas; rochas metamorfizadas, no contexto da depressão sertaneja; litologias paleozóicas e mesozóicas, associadas à bacia do Araripe (Formações Mauriti, Brejo Santo, Missão Velha, Santana e Exu) e os sedimentos cenozóicos, associados aos depósitos aluvionais das planícies fluviais.

Considera-se, ainda, o rico acervo paleontológico conhecido internacionalmente, principalmente da Formação Santana. E, tratando do potencial mineralógico, reconhece-se a relevância dos calcários laminados, dos depósitos de gipsita, de argila e da água mineral. Como se observa na figura 4-1, o setor sul do território, onde predomina a Formação Exu, é classificado de muito baixa diversidade. Os setores de alta e muito alta diversidade geológica estão relacionados à de transição/contato da Formação Exu, Santana e Brejo Santo, somada ao forte potencial paleontológico da Formação Santana.

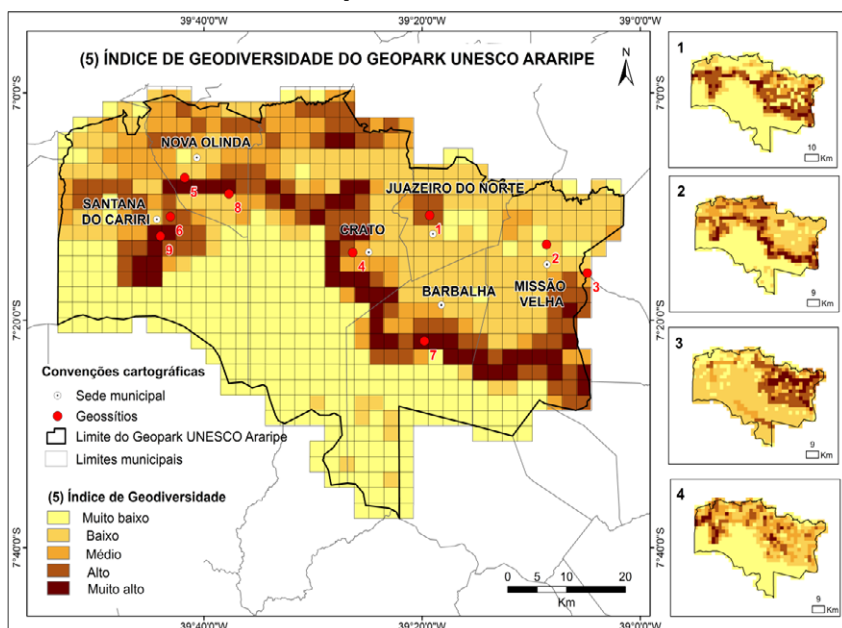
Tratando da representatividade da diversidade geomorfológica, considerou-se a diversidade topográfica, a partir de Modelo Digital de Terreno-MDT e das unidades geomorfológicas. Carvalho-Neta *et al.* (2018; 2019) diferenciaram oito unidades para o recorte, são elas: 1) cimeira estrutural do Araripe; 2) escarpa rochosa do Araripe; 3) encosta do Araripe; 4) maciço residual e em cristas; 5) depressão moldada por erosão diferencial; 6) inselbergues; 7) pedimento dissecado; e 8) planície aluvial.

Os setores de mais ampla geomorfodiversidade, formando uma linha, quase contínua, na parte mais central do território do Geopark Araripe (Figura 4-2), estão relacionados ao contato entre a escarpa rochosa e a encosta do Araripe. O setor sul do geoparque, classificado como de muito baixa geodiversidade, é dominado pela cimeira estrutural do Araripe (sustentada pela Formação Exu). O setor Noroeste, onde também são identificadas áreas de ampla geomorfodiversidade, representa o contato entre maciço residual e em cristas, pedimento dis-

secado e inselbergues. Caracterização detalhada dessas unidades pode ser vistas em Lima (2015) e Carvalho-Neta (2019).

A hidrodiversidade (figura 4-3) foi avaliada a partir do mapeamento dos cursos fluviais, somados ao potencial hidrogeológico. Aponta-se a existência de diferentes rios e riachos (por exemplo: Rio Salgado, das Cuncas, Batateiras, Cariús, Riacho dos Porcos e Salamanca), excetuando-se a área sul do Geopark e que está relacionada ao topo do planalto do Araripe. A área sem a ocorrência de drenagem superficial, que está relacionada ao baixo potencial hidrogeológico da Formação Exu, é classificada como de baixa hidrodiversidade. Ainda sobre a hidrogeologia, destaca-se, no setor Nordeste do Geopark Araripe, a ocorrência do aquífero Missão Velha - um dos mais importantes do Nordeste, o que justifica a classificação de ampla hidrodiversidade para o setor.

**Figura 4** - Índice de geodiversidade do Geopark Mundial UNESCO Araripe e seus subíndices: 1) diversidade geológica; 2) geomorfodiversidade; 3) hidrodiversidade; 4) pedodiversidade



**Fonte:** CARVALHO-NETA *et al.* (2019).

Sobre a pedodiversidade do Geopark Araripe (figura 4-4), destaca-se a ocorrência de paleossolos, representados pelas coberturas lateríticas (área restrita no setor Noroeste) mapeadas por Bétard, Peulvast e Claudino-Sales (2005), Peulvast e Bétard (2015), e Cordeiro *et al.* (2018). E, sobre a variedade de classes de solos, baseado em Funceme (2012), identificam-se: Argissolos, Latossolos, Neossolo Litólicos, Neossolo Quatzarênicos, Neossolo Flúvicos, Nitossolos e Vertisso-

lo. O setor classificado como de baixa pedodiversidade (setor sul do território) representam a vasta área onde predominam os Latossolos amarelos. No setor oeste, identifica-se diversidade mais elevada numa área de confluência entre Vertissolos, Argissolos e Neossolos.

Analisando o mapa de geodiversidade do Geopark Araripe (Figura 4-5), percebe-se que alguns dos setores de mais ampla diversidade apresentam geossítios (ilustrados pelos pontos vermelhos). No entanto, outras áreas de grande geodiversidade não apresentam, até o momento, sítios demarcados e, por conseguinte, medidas de proteção desta diversidade. A figura ainda fortalece a afirmativa apresentada no início: a geodiversidade da área não está restrita a geologia e a paleontologia.

## **ÍNDICE DE AMEAÇAS À GEODIVERSIDADE DO GEOPARK MUNDIAL DA UNESCO ARARIPE**

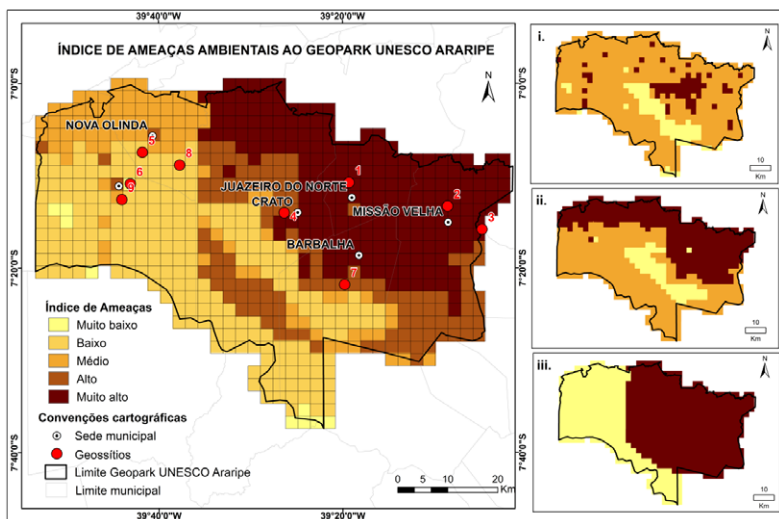
A segunda etapa do método propõe o cálculo do índice de ameaças à geodiversidade (ilustrada na Figura 5), sendo efetivado a partir do somatório da análise das formas de uso e ocupação do solo (subíndice i), dos níveis de proteção definidos pela legislação ambiental (ii) e pela degradação da terra (iii).

Para esclarecer o cálculo, é importante destacar que as formas de uso e ocupação do solo (subíndice i) foram organizadas em três (3) classes, a saber: vegetação, uso agropastoril e agropecuário, áreas urbanas. A classe de vegetação (classe 1) integra cerrado/cerradão, carrasco, mata úmida, mata seca, caatinga arbóreo-arbustiva e caatinga arbustivo-arbórea; Uso agropastoril integra, agropecuária, agroextrativismo, pecuária e agricultura com irrigação (classe 2); As áreas urbanas, relaciona-se a malha urbana/núcleo urbano dos municípios (classe 3). Pelas intensidades de uso representado em cada uma das classes, conferiram-se valores 1, 2 e 3, respectivamente.

A intensidade de uso e ocupação do solo está representada no mapa, de forma crescente, dos tons mais claros, para os mais escuros. Ao avaliar os níveis de proteção (subíndice ii), tomaram-se como referência as Unidades de Conservação (UC) demarcadas nesse território. Com bases na tipologia das UC, nos usos permitidos e suas restrições definidas por lei, organizamos 3 diferentes níveis de proteção, a saber: classe 1 (valor 1) – áreas de delimitação de UC de proteção integral e, de sobreposição de UC, como o caso da FLONA do Araripe e da APA da Chapada do Araripe, de RPPN e de APA; A classe 2 está definida pelas áreas com UC de uso sustentável (as quais se atribuiu o valor 2); e a classe 3, representando as áreas sem proteção ambiental legal (valor 3).

Como se percebe, a classe 1 apresenta maior proteção, a 2, proteção mediana e a 3, baixa proteção. Os valores são inversamente proporcionais à ameaça a geodiversidade. Quanto ao nível de degradação da terra (subíndice iii), diferenciou-se duas classes: a classe 1 as áreas susceptíveis à degradação, atribuídos valor 1 e, para a classe 2, áreas com grave degradação, atribuiu-se o valor 3 (pela severidade da degradação). A definição segue a classificação do Instituto Nacional do Semiárido - INSA (1998).

**Figura 5** - Índice de ameaças à geodiversidade do Geopark Mundial UNESCO Araripe



**Fonte:** CARVALHO-NETA (2019).

Na figura 5, setores representados com cor mais intensa (marrom escuro) concebem o maior grau de ameaça à geodiversidade. Percebe-se uma concentração de pontos críticos (ameaças muito alta) no setor leste e nordeste do recorte, compreendendo áreas municipais de Juazeiro do Norte, Missão Velha e parcela de Barbalha e do Crato. Esses setores, além de comportar o aglomerado urbano CRAJUBAR, formado por Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha, com uma população de aproximadamente 465 mil habitantes, expõem extensas áreas sem nenhum instrumento de proteção da natureza definido por lei, além de ser considerado pela INSA (1998) como de alta degradação à desertificação.

O sul do Geopark Araripe, embora englobe a Área de Proteção Ambiental da Chapada do Araripe e a Floresta Nacional do Araripe, além de outras unidades de conservação de menor dimensão, apresenta setores de “média” e “alta” ameaças. Destaca-se a pressão, principalmente, relacionada à expansão das cidades nos setores da encosta do Araripe. Os setores oeste e noroeste do território, proximidades de Nova Olinda e Santana do Cariri, ilustram, sobretudo, setores de “baixa”



e “média” ameaças. Nesses setores, além da existência de UC demarcadas, também existem áreas urbanas de menor dimensão e, conseqüentemente, de menor pressão ao ambiente.

Observa-se a proximidade dos geossítios (ilustrados na cor vermelha) às sedes urbanas dos municípios (representadas por um ponto branco). Por um lado, esta proximidade pode ser avaliada como um fator positivo, por uma questão de acessibilidade aos geossítios de facilidade a visitação, fator importante para a divulgação do geopatrimônio e, por conseguinte, das Geociências. Por outro, considera-se a pressão que essa proximidade de áreas urbanas pode causar aos geossítios e à geodiversidade de maneira geral, considerando, principalmente, as ausências de conhecimento sobre a relevância destes geossítios e da cultura de geoconservação, atrelado à visão, em geral errônea, da “robustez” da geodiversidade.

Outras ameaças relevantes estão presentes no território do Geopark Araripe, tais como: a coleta indevida de fósseis; extração mineral, representada principalmente pela exploração dos calcários laminados da Formação Crato; o descarte inadequado dos rejeitos dessa exploração, bastante visível nas proximidades do geossítio Pedra Cariri e de outros resíduos sólidos, ilustrado pelos lixões da RMCariri, atividades recreativas e de lazer, depredação e pichações, falta de conhecimento/educação.

## **OS HOTSPOTS DE GEODIVERSIDADE DO GEOPARK MUNDIAL DA UNESCO ARARIPE**

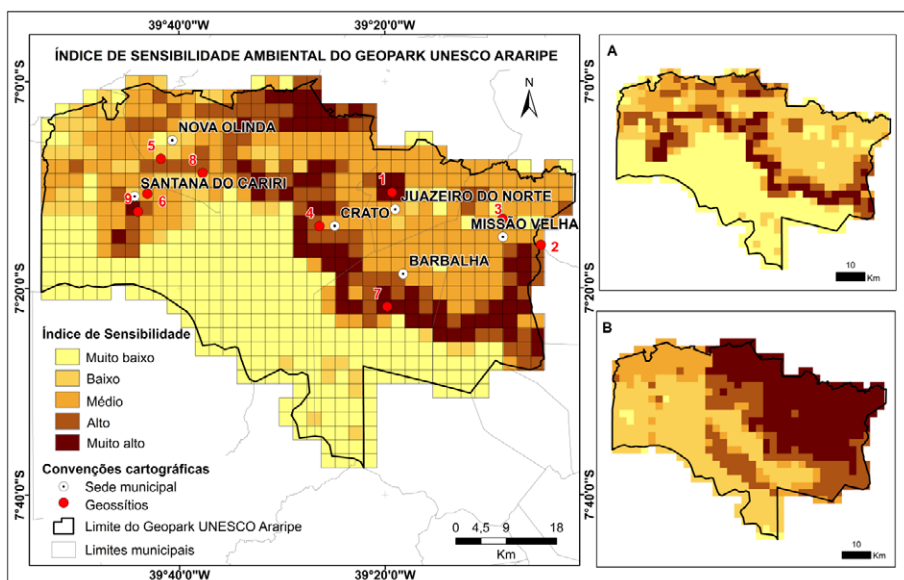
Com a quantificação do índice de sensibilidade ambiental, chega-se à identificação dos *hotspots* de geodiversidade do Geopark Araripe (figura 6). De forma prática, o mapa de sensibilidade ambiental destaca setores que devem ser mais críticos, envolvendo grande geodiversidade (figura 6A) e ampla ameaça (Figura 6B), e, por isso mesmo, devem ser emergencialmente protegidos (representados pelas cores mais intensas).

Como pode ser observado na figura 6, a área em tonalidades mais claras (setor sul do Geopark), considerada de “muito baixa” e “baixa” sensibilidades, representa o topo do planalto do Araripe. No setor, além da muito baixa diversidade de elementos abióticos (conferir figura 6A), além das UC (FLONA e APA do Araripe), registram-se formas de usos e ocupação rarefeitos. O setor nordeste-leste do Geopark (proximidades da sede municipal de Juazeiro do Norte e Missão Velha) representa o vale do Cariri, ou depressão periférica do planalto sedimentar, onde prevalece o índice de “média sensibilidade”, excetuando o entorno do geossítio

Colina do Horto, inserido no bairro Horto, Juazeiro do Norte. No setor noroeste, representando os municípios de Santana do Cariri e Nova Olinda, prevalece a “média” sensibilidade.

Analisando a espacialização dos geossítios (áreas prioritárias à geoconservação) e considerando seus usos e relevância, medidas devem ser pensadas no intuito de diminuir as ameaças e potencializar a proteção. Em relação aos *hotspots* de geodiversidade, tem-se que a maioria deles se localiza em áreas de “muito alta” e “alta” sensibilidades, tais como: Pontal de Santa Cruz (n° 9), Riacho do Meio (n° 7), Colina do Horto (n° 1), Cachoeira de Missão Velha (n° 2), Batateiras (n° 4), Pedra Cariri (n° 5) e Ponte de Pedra (n° 8). Embora os geossítios Parque dos Pterossauros (n° 6) e Floresta Petrificada (n° 3) estejam localizados em áreas de “média” sensibilidade, a relevância científica desses justifica a definição como área prioritária. Alguns geossítios são ilustrados nas figuras 7 e 8.

Figura 6 - Hotspots de geodiversidade do Geopark Mundial da UNESCO Araripe



Do ponto de vista geomorfológico, o geossítio Pontal de Santa Cruz está situado na cimeira estrutural do Araripe, e a Colina do Horto, no pedimento dissecado com colinas. Possui mirantes que permitem vislumbrar diferentes pontos de vista da paisagem do planalto do Araripe e do Vale do Cariri, caracterizando o grande potencial didático-educativo e geoturístico. Estes geossítios dispõem, ainda, de amplo valor religioso-cultural. São espaços de oração e romarias, considerados como sagrados, tanto pelo público local, quanto pelos visitantes, em especial para relação com a figura do Padre Cícero.

**Figura 7** - Geossítios vistos do alto: Pontal de Santa Cruz em Santana do Cariri e Colina do Horto em Juazeiro do Norte, da esquerda para a direita, respectivamente



**Fonte:** Daniel Dantas Gomes (2018).

O geossítio Batateiras, que integra o Parque Estadual Sítio Fundão, gerido pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará, além de feições geomorfológicas interessantes (como o cânion ilustrado na figura 8), dispõe de trilhas ecológico-interpretativas, importantes instrumentos para o geoturismo. A Cachoeira de Missão Velha, além da exuberância geomorfológica, é um dos pontos de lazer mais frequentados pelos moradores da região.

**Figura 8** - Geossítio Batateiras, localizado no Crato e Cachoeira de Missão Velha, em Missão Velha, respectivamente apresentados da esquerda para a direita



**Fonte:** acervo pessoal de Carvalho-Neta, Correa e Betard (2018).

O mapeamento destaca outros setores de *hotspots* de geodiversidade, onde ainda não há geossítios demarcados e unidades de conservação delimitadas. Estes setores também devem ser alvos de ações para a geoconservação. Destaca-se o setor norte, e uma linha quase contínua do setor nordeste, relacionada à escarpa rochosa do Araripe.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O método empregado mostrou-se satisfatório para o alcance dos resultados apresentados. No entanto, vale registrar que os resultados estão diretamente relacionados às bases cartográficas disponíveis. Dessa forma, à medida que ocorra atualização dos dados cartográficos e/ou disponibilização de bases mais detalhadas, esse mapeamento pode ser revisto e/ou mais detalhado. Por se tratar de uma ferramenta de fácil interpretação, tanto para geocientistas, quanto para gestores públicos e o público em geral, ela deve ser amplamente divulgada entre os diferentes atores do Geopark Araripe (habitantes, turistas, prefeitos e vereadores, empresários e trabalhadores das mineradoras).

As ameaças à geodiversidade do território do Geopark Araripe podem derivar do caráter incipiente ou inadequado das ações de proteção em curso, somados à longevidade que elas apresentam. A atenção a essas ameaças e ao nível de degradação da geodiversidade, assim como sua resolução, deve ser uma preocupação constante, e deve envolver um forte trabalho educativo. Essa vigilância remete também à renovação do selo de “Geopark” (chancela da UNESCO) que, dentre suas premissas, destaca a importância de uma boa gestão de conservação do geopatrimônio.

Os *hotspots* devem ser mais analisados de modo mais detalhado, seja no sentido de explorar o potencial da geodiversidade desses setores, seja em salvaguardar os mais vulneráveis. Vale destacar a importância da estratégia de criação de UC, tais como os Monumentos Naturais (MONAS), para os geossítios da Cachoeira de Missão Velha, Parque dos Pterossauros, Riacho do Meio e Pontal de Santa Cruz. A ampliação da demarcação de UC deve ser uma alternativa a ser considerada. Outras ações, como a implantação de proteção física, podem ser executadas, além da atualização e diversificação dos painéis interpretativos.

No entanto, a eficácia das medidas de salvaguarda do geopatrimônio e mudança de atitudes dos atores envolvidos decorreram da apropriação do conceito de geopark, do sentimento de pertencimento a esse território. Uma ampliação das ações de geoeducação é urgente. As atividades devem ocorrer de forma contínua e devem envolver tanto o público escolar (desde a educação infantil ao ensino superior) e público não escolar (educação não formal). Não é muito lembrar que, não bastam cercas ou muros de proteção, leis ou proibição; o caminho para o sucesso é a Geoeducação.

## **AGRADECIMENTOS**

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico-FUNCAP, pelo apoio financeiro à pesquisa (Bolsa de Doutorado Fora do Es-

tado); à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES, pela concessão de bolsa de Doutorado Sanduíche no Exterior-PDSE (Processo nº 88881.133740/2016-01); ao *Pôle de Recherche pour l'Organisation et la Diffusion de l'Information Géographique*-PRODIG, pela acolhida durante o Doutorado Sanduíche (Set./2017 a Fev./2018); aos revisores do capítulo pelas importantes contribuições ao aprimoramento do texto.

## REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida. **Estudos Avançados** [online]. Maio/Agosto. 1999, vol. 13, nº. 36, p 7-59.

ARAÚJO, A. M.; PEREIRA, D. I. A New Methodological Contribution for the Geodiversity Assessment: Applicability to Ceará State (Brazil). **Geoheritage**. DOI 10.1007/s12371-017-0250-3, 2017.

ARCHELA, R.; S. THÉRY, H. Orientação metodológica para construção e leitura de mapas temáticos. **Confins**, 3, 2008. 1-21p.

BÉTARD, F. **Géodiversité, biodiversité et patrimoines environnementaux. De la connaissance à la conservation et à la valorisation**. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, Université Paris-Diderot: Paris, 2017. 2 volumes, 270 p. e 316p.

BÉTARD, F.; PEULVAST, J-P.; CLAUDINO SALES, V. Laterite preservation and soil distribution in the Araripe-Campos Sales area, Northeastern Brazil: consequences of uplift, erosion and climatic change. **6th International Conference on Geomorphology**, Zaragoza, 2005, Abstracts Volume, p. 69.

BÉTARD, F.; PEULVAST, J-P. Geodiversity Hotspots: Concept, Method and Cartographic Application for Geoconservation Purposes at a Regional Scale. **Environmental Management**, 63(6), 2019. 822-834 p.

BÉTARD, F.; PEULVAST, J-P.; MAGALHÃES, A. O.; CARVALHO-NETA, M. L.; FREITAS, F. I. Araripe Basin: A Major Geodiversity Hotspot in Brazil. **Geoheritage**, 10(4), 2018, 543-558 p.

BRANDÃO, R. L.; FREITAS, L. C. B. (Org.) **Geodiversidade do estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2014. 214 p.

BRILHA, J. A Importância dos Geoparques no Ensino e Divulgação das Geociências. **Revista do Instituto de Geociências – USP**, Publicação especial, São Paulo, v. 5, outubro 2009. 27-33 p.

BRILHA, J. Inventory and quantitative assessment of geossítios and geodiversity sites: a review. **Patrimônio geológico/geopatrimônio**, v. 8, nº. 2, 2016.119–134 p.

BRILHA, J. **Patrimônio Geológico e Geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. Palimage: Braga, 2005.

BUREK, C. V.; PROSSER, C. D. The history of geoconservation: an introduction. **Geological Society**, London, Special Publications: 2008, 300, 1–5p.

CARVALHO, I. S.; FREITAS, F. I.; NEUMANN, V. Chapada do Araripe. In: HASUI, Y. *et al.* (Org.). **Geologia do Brasil**. São Paulo: Beca, 2012. 510-513p.

CARVALHO, M. S. S. de; SANTOS, A. E. C. Histórico das Pesquisas Paleontológicas na Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**. Vol. 28-1, 2005. 15-34p.

CARVALHO-NETA, M. L.; CORREA, A. C. B.; BETARD, F. Geodiversidade do Geopark Mundial da UNESCO Araripe. In: XII Simpósio Nacional de Geomorfologia-SINAGEO, Crato/CE. **Anais do XII Simpósio Nacional de Geomorfologia - SINAGEO**, v. único, 2018.

CARVALHO-NETA, M. L.; CORREA, A. C. B.; BETARD, F. Quantificação da Geodiversidade do Geopark Mundial da UNESCO Araripe. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 5, n. 2, 25 set. 2019. 81-96p.

CARVALHO-NETA, M. L. **Geodiversidade, geoconservação e geovalorização no Geopark Mundial UNESCO Araripe e adjacências**. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPE – PPGeo/UFPE: Recife, 2019. 220 p.

CORDEIRO, A. M. N.; BASTOS, F. H.; MAIA, R. P. Formações concrecionárias e aspectos genéticos e evolutivos do Maciço do Quincuncá, Província Borborema, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia** (Online). São Paulo, v. 19, n. 2, (Abr.-Jun.) p. 359-372, 2018.

FUNCEME, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da Mesorregião do Sul Cearense**. Fortaleza, 2012. 280p.

GRAY, M. **Geodiversity**: valuing and conserving abiotic nature. John Wiley & Sons, 2004. 434 p.

GRAY, M. **Geodiversity**: valuing and conserving abiotic nature. John Wiley & Sons, 2ª Ed. 2013.

HERZOG, A. L. Paisagens Geológicas e Geoparques: o Geoparque Araripe. In: MONGELLI, M. M.; CASTRIOTA, L. B. (Editores). **1º Colóquio Ibero-americano Paisagem Cultural, Patrimônio e Projeto**, Edition: 1a, Chapter: IV Parte, Publisher: IPHAN, 2017. 420-435p.

INSA - Instituto Nacional do Semiárido. Mapas digitais de áreas afetadas pelos processos de desertificação no Semiárido Brasileiro (1998). Sistema de Gestão da Informação e do Conhecimento do Semiárido Brasileiro (SIGSAB). Disponível em: <http://sigsab.insa.gov.br/acervoDigital>. Acesso em 18 out. 2018.

LIMA, F. J. de. **Evolução geomorfológica e reconstrução paleoambiental do setor subúmido do Planalto Sedimentar do Araripe**: um estudo a partir dos depósitos coluviais localizados nos municípios de Crato e Barbalha-Ceará (Tese de Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPE – PPGeo/UFPE: Recife, 2015. 192 p.

LIMA, F. F.; BRILHA, J. B.; SALAMUNI, E. Inventorying geological heritage in large territories: a methodological proposal applied to Brazil. **Geoheritage** 2(3-4), 2010. 91-99 p.

LIMA, F. F.; SCHOBENHAUS, C.; NASCIMENTO, M. A. L. Brasil. In: PIETRO, J. L. P. (Coord.). **Patrimonio geológico y su conservación em America Latina: situación y perspectivas nacionales**. – México: UNAM, Instituto de Geografía, 2016. 55-79p.

NASCIMENTO, M.; AZEVEDO, Ú. R.; MANTESSO-NETO, V. **Geodiversidade, geoconservação e geoturismo: trinômio importante para a conservação do patrimônio geológico**. Rio de Janeiro: edição SBGeo, 2008.

PEULVAST, J-P.; BÉTARD, F. 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, 2015. 20-40 p.

SHARPLES, C. A methodology for the identification of significant landforms and geological sites for geoconservation purposes. **Report to Forestry Commission**, Hobart, Tasmania, 1993. 31 p.

SHARPLES, C. **Concepts and principles of geoconservation**. Published electronically on the Tasmanian Parks & Wildlife Service web site. 3. Ed. Set, 2002.

SHARPLES, C. Geoconservation in forest management. Principles and procedures. **Tasforests**, 7, 1995, 37-50p.

SNUC. Sistema Nacional de Unidade de Conservação da Natureza - **Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm) Acesso em 20 de julho de 2018.

ZWOLIŃSKI, Z. Geodiversity. In: GOUDIE, A.S. (Ed.): **Encyclopedia of Geomorphology**, Vol. 1, 2004. 417-418p.

ZWOLINSKI, Z.; NAJWER, A.; GIARDINO, M. Methods for Assessing Geodiversity. In: REYNARD, E. BRILHA, J. (Edit.). **Geoheritage: Assessment, Protection, and Management**. Elsevier: 2018. 27-52p.





# O GEOPARQUE SERIDÓ: PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO SEMIÁRIDO POTIGUAR

**Marcos Antonio Leite do Nascimento**

*Professor Doutor do Departamento de Geologia e dos Programas de Pós-graduação em Geofísica e Geodinâmica (PPGG) e de Turismo (PGGTUR) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).  
E-mail: marcos@geologia.ufrn.br*

**Matheus Lisboa Nobre da Silva**

*Geólogo, doutorando do Programa de Pós-graduação em Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (PPGE-UFRJ).  
E-mail: nobre.mt@gmail.com*

## O SERIDÓ ORIENTAL DO RIO GRANDE DO NORTE

Segundo o dialeto de tradição tapuia, Seridó – *ceri-tho* – significa algo de pouca ou nenhuma folhagem, o que representa bem o ambiente dessa região do Rio Grande do Norte, bastante marcada pela seca, mas com rica diversidade biótica, dominada pelo Bioma Caatinga, e abiótica.

O clima local é influenciado pela Zona de Convergência Intertropical do Atlântico, principal sistema controlador das precipitações na região do Seridó, que, em geral, são concentradas na chamada quadra chuvosa, de maio a agosto. A vegetação é de porte baixo ou médio, tipicamente caducifólio de caráter xerófilo, com grande quantidade de plantas espinhosas, de esgalhamento baixo, com muitas cactáceas e bromeliáceas. São espécies típicas da área: jurema preta, faveleira, pinhão-branco, mufumbo, imburana, juazeiro, xiquexique, macambira, coroa-de-frade (IDEMA, 2009).

O relevo do Seridó possui uma origem poligenética, com formação de depressões interplanálticas e intermontanas semiáridas, revestidas por diferentes tipos de caatinga e pontilhadas por inselbergs (DINIZ; OLIVEIRA, 2015). De sul a norte, observa-se a presença de compartimentos da Depressão Sertaneja, morros, serras baixas, planaltos, planícies, escarpas de serra, chapadas, platôs e colinas dessecadas.

Os rios são, em sua maioria, intermitentes, mas, por vezes, se apresentam perenizados pela ação antrópica. A área de estudo é compreendida pelo sistema hidrográfico Piancó-Piranhas-Açu, mais especificamente na Bacia Hidrográfica Piranhas-Açu, composta pelos rios Seridó, Acauã e Salgado. Destacam-se os açu-

des Dourado, Gargalheiras e Boqueirão (NASCIMENTO; FERREIRA, 2012; DINIZ; OLIVEIRA, 2015).

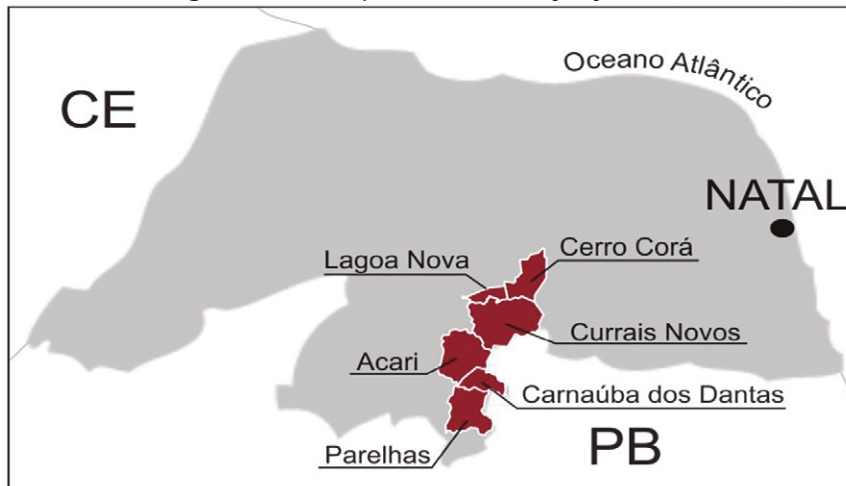
O Seridó potiguar é também reconhecidamente rico na sua cultura, de um povo acolhedor e batalhador, que rende graças, pela sua forte religiosidade, à Sant'Ana. As principais atividades econômicas da região são a agropecuária e a mineração, essa última responsável pelo impulso socioeconômico ocorrido na região a partir da década de 1940. A relação do sertanejo com a terra, representada nos poemas e canções de aspecto popular, e o modo acolhedor do seridoense tornam essa região rica em cultura, em muito relacionada com o ambiente físico em que as comunidades locais se estabeleceram.

Nesse contexto do território do Seridó, foi proposta a criação de um geoparque, que deve ser uma área em que seu patrimônio geológico seja notavelmente rico, diverso e com importância, sobretudo, internacional. Além disso, as comunidades locais precisam estar integradas com o ambiente e utilizar seus recursos naturais de forma sustentável, colaborando com a conservação da natureza. Ou seja, trata-se de um modelo de desenvolvimento que alie a proteção da natureza com a estabilidade das comunidades envolvidas neste ambiente.

## **GEOPARQUE SERIDÓ: ORIGEM**

O Geoparque Seridó corresponde a uma área de 2.803 km<sup>2</sup>, cujos limites administrativos englobam seis municípios potiguares, de norte a sul: Cerro Corá, Lagoa Nova, Currais Novos, Acari, Carnaúba dos Dantas e Parelhas (Figura 9). A população total estimada para a região é de 112.372 habitantes (IBGE, 2019a).

**Figura 9** - Localização da área do Geoparque Seridó



**Fonte:** Os autores.

As pesquisas junto ao território começaram no início da década de 2010, no âmbito do Programa de Geoparques da CPRM (Serviço Geológico do Brasil), quando a equipe do Projeto (Geól. Marcos Nascimento da UFRN e Geóg. Rogério Ferreira da CPRM) iniciou o inventário da geodiversidade local e, ao final do ano de 2010, apresentou diagnóstico de campo com uma proposta inicial para a delimitação de um geoparque na área.

## **CONTEXTO GEOLÓGICO DO GEOPARQUE SERIDÓ**

No patrimônio geológico da área do Geoparque Seridó, podem ser identificados oito agrupamentos litológicos distintos, que datam desde o Paleoproterozoico ao Recente. O embasamento é formado por rochas metamórficas de alto grau, sobreposto por supracrustais neoproterozoicas. Há ocorrências de magmatismos intrusivos e extrusivos no Ediacarano, Cambriano, Cretáceo Inferior e Paleogeno. O registro geológico é completado por arenitos, conglomerados do Neogeno, além de coberturas quaternárias.

### **Contexto regional**

A área do Geoparque Seridó está inserida no contexto da Província Borborema, caracterizada por um sistema de dobramentos desenvolvido ao longo do chamado Ciclo Brasileiro (ALMEIDA *et al.*, 1977), relacionado com o processo de fragmentação do supercontinente *Gondwana*. Engloba diversos núcleos arqueanos, paleoproterozoicos e mesoproterozoicos, em um território afetado por tectônica transpressiva, marcada por lineamentos estruturais, sendo o principal o Lineamento Patos, e dobras apertadas (IBGE, 2019b).

A Província Borborema é uma das dez províncias estruturais brasileiras (Figura 10), sendo substrato geológico em oito dos nove estados que compõem o Nordeste do Brasil, e possui uma área total superior a 350.000 km<sup>2</sup>.

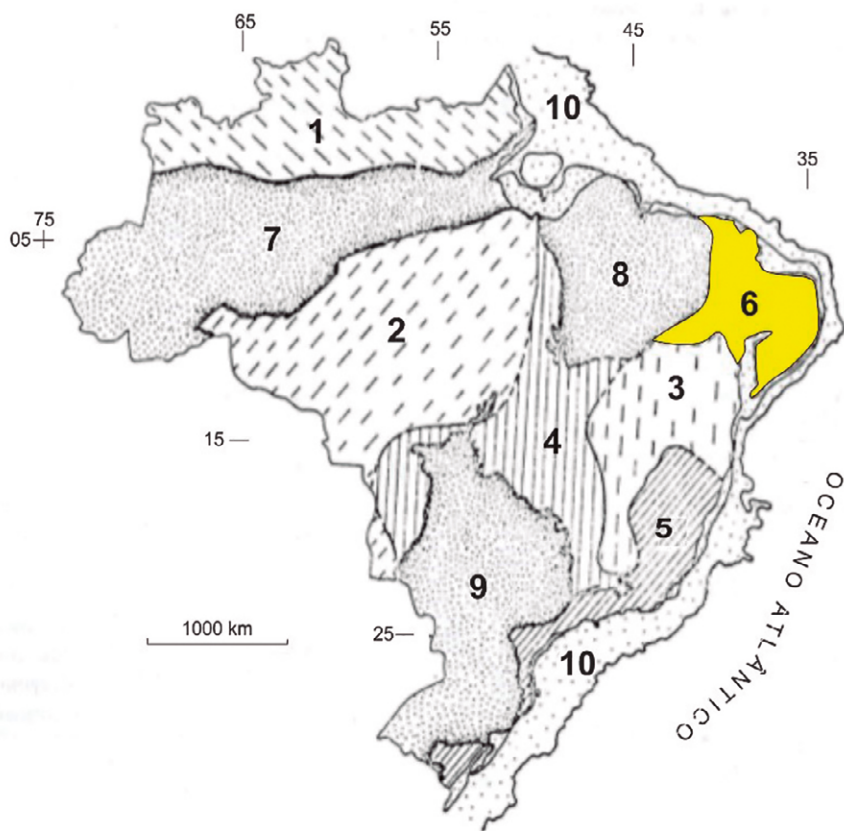
Especificamente, a área do geoparque está localizada no Domínio Rio Piranhas-Seridó da Subprovíncia Setentrional da Borborema, delimitada a oeste pela zona de cisalhamento Portalegre e a sul pela zona de cisalhamento Patos. O limite leste é a zona de cisalhamento Picuí-João Câmara, e ao norte, encontra-se a Bacia Potiguar.

O domínio compreende um embasamento composto por uma sequência metavulcanossedimentar intrudida por um cortejo de metaplutônicas gnáissicas/migmatíticas, de idade paleoproterozoica. Também está incluída nesse contexto a Faixa Seridó, sobretudo na parte leste do domínio e na que compreende rochas metassedimentares plataformais a turbidíticos, com meta-vulcânicas subordinadas, pertencentes ao Grupo Seridó (ANGELIM *et al.*, 2006).

## Complexo Caicó (Paleoproterozoico / Riáciano)

O embasamento corresponde a cerca de 2% da área do Geoparque Seridó, principalmente encontrado nas regiões norte e central da área. O Complexo Caicó foi primeiro descrito por Meunier (1964) como uma unidade com alternância entre gnaisses e quartzitos. Jardim de Sá (1994) define o Complexo como o embasamento da Faixa Seridó, sendo composto por rochas gnáissico-migmatíticas. O trabalho de Souza *et al.* (2007) aponta ainda uma analogia de ambiente das rochas metaplutônicas do Complexo Caicó com os granitoides da margem continental dos Andes, de acreção crustal.

**Figura 10** - Mapa das Províncias Estruturais do Brasil com destaque em amarelo para a Província Borborema



### PROVÍNCIAS ESTRUTURAIS DO BRASIL

- 1 - Rio Branco; 2 - Tapajós; 3 - São Francisco; 4 - Tocantins
- 5 - Mantiqueira; 6 - Borborema; 7 - Amazônica; 8 - Parnaíba
- 9 - Paraná; 10 - Província Costeira e Margem Continental

Fonte: Modificado de Almeida *et al.* (1977).

Esta unidade possui uma grande diversidade de rochas, tais como paragneisses, anfibolitos, quartzitos ferríferos, formações ferríferas, gnaisses bandados e migmatitos, além de ortogneisses tonalíticos-granodioríticos-graníticos, leuco-ortogneisses graníticos com lentes de rochas anfibolíticas e *augen* gnaisses (NASCIMENTO; FERREIRA, 2012). Medeiros *et al.* (2012) datam ortogneisses correlatos aos da área em 2,2 Ga, do Período Riáciano, e identificam as rochas como ácidas, com assinaturas entre as séries alcalina e cálcio-alcalina.

### **Grupo Seridó (Neoproterozoico / Ediacarano)**

O Grupo Seridó constitui uma faixa de rochas supracrustais dobradas, cuja deformação está associada com o Ciclo Brasileiro. Há um *trend* principal de orientação NNE desta unidade. Atualmente, o empilhamento da unidade considera a Formação Jucurutu na base, sobreposta pela Formação Equador e a Formação Seridó, no topo, o que corresponde, no geoparque, a 69,47% da área total. É, portanto, a principal unidade geológica encontrada na região, representada por rochas metamórficas, tais como micaxistos, quartzitos e metaconglomerados.

Jardim de Sá (1994) apresenta três fases de deformação que afetam a unidade: um primeiro evento ( $D_1$ ) que gerou o bandamento composicional  $S_1/S_2$ ; o segundo ( $D_2$ ) que gerou as macrodobras; e o terceiro ( $D_3$ ), a verticalização das camadas. Em termos de metamorfismo, as rochas do Grupo Seridó possuem evidências de fácies xisto verde e anfibolito (ANGELIM *et al.*, 2006).

A partir da análise de zircões detríticos, Van Schmus *et al.* (2003) colocam que a janela de tempo para a deposição dos sedimentos siliciclásticos originários do Grupo Seridó foi de 650 a 610 Ma, representando um empilhamento de vários quilômetros de sedimento no Neoproterozoico, pouco antes da orogenia Brasileira, que os deformaram.

### **Formação Jucurutu**

A base do Grupo Seridó é composta essencialmente de paragneisses, com composições variáveis de biotita, epidoto e anfibólio, tendo ainda rochas como calcissilicáticas, *skarns*, micaxistos, quartzitos, formações ferríferas, metavulcânicas básicas e intermediárias, metaconglomerados basais e possíveis níveis de metacherts (ANGELIM *et al.*, 2006). A deposição dos protosedimentos se deu em um ambiente marinho raso a continental (JARDIM DE SÁ, 1994). Nessa unidade são encontradas importantes ocorrências de scheelita ( $CaWO_4$ ), principal minério explorado na região do Geoparque Seridó.

### **Formação Equador**

Compreende, principalmente, muscovita quartzitos, apresentando fácies arcoseanas e intercalações com metaconglomerados, depositados através de uma sedimentação marinha rasa (ANGELIM *et al.*, 2006).

### **Formação Seridó**

É representada por micaxistos feldspáticos ou aluminosos. Na base da unidade ocorrem intercalações de mármore, rochas calcissilicáticas, paragnaisses, rochas metavulcânicas, quartzitos e metaconglomerados. A deposição é interpretada por Jardim de Sá (1994) como tipicamente associadas a plataforma distal ou talude. O metamorfismo atingiu médio e alto grau, resultando em rochas bastante deformadas, e apresentando associações com estauroлита, andalusita, cordierita e silimanita (ANGELIM *et al.*, 2006).

### **Suítes Ígneas Intrusivas (Neoproterozoico – Paleozoico / Ediacarano – Cambriano)**

Entre 600 e 550 Ma, a Faixa Seridó foi intrudida por diversos corpos ígneos, tipicamente granitoides, reconhecidos em três suítes principais (Dona Inês, Itaporanga e São João do Sabugi), que constituem 21,26% do território do geoparque. Os principais eventos remontam ao Ediacarano, em magmatismo pré a pós Orogenia Brasileira.

#### **Dona Inês**

Esta suíte ocorre sob a forma de *sheets*, diques e *sills*. São monzogranitos equigranulares de granulação fina a média, apresentando, por vezes, variações microporfíricas e fácies com textura grossa, transicionando para pegmatítica (ANGELIM *et al.*, 2006). Segundo Archanjo *et al.* (2013), apresentam uma idade de 572 Ma, obtida por análise SHRIMP em zircões, associado a fácies mais fina, do Plúton Acari. Por sua vez, Hollanda *et al.* (2017) obtiveram idade de 527 Ma para o Plúton Cerro Corá, e Souza *et al.* (2016) apresentaram idade de 532 Ma para o Plúton Macambira, ambos ligados a Suíte Dona Inês.

#### **Itaporanga**

Trata-se do grupo de corpos ígneos com alta frequência de ocorrência no território, representativo de um importante evento magmático do Ciclo Brasileiro. São monzogranitos, apresentando variações a quartzo monzonitos, sienogranitos ou granodioritos. A sua textura porfírica é a principal característica dessas rochas na região (ANGELIM *et al.*, 2006). Archanjo *et al.* (2013) apontam a idade

de cristalização em 591 Ma, a partir de análise U-Pb no Plúton Totoró e 577 Ma para o Plúton Acari, ambos compreendidos por essa suíte.

### ***São João do Sabugi***

São rochas plutônicas básicas a intermediárias, apresentando cor cinza a preta, com granulação fina a média. São essencialmente: gabros, gabro-noritos, dioritos, quartzo-dioritos, monzodioritos, monzonitos, quartzo monzonitos, tonalitos e granodioritos (ANGELIM *et al.*, 2006). Em relação à geocronologia, Archanzo *et al.* (2013) apresentam idades de 597 e 595 Ma para o Plúton Totoró, relacionado com essa suíte plutônica.

### **Diques de Pegmatito**

Outra feição ígnea marcante nas paisagens do geoparque são os corpos de pegmatito, encontrados em toda a região, principalmente encaixados nos micaxistos da Formação Seridó. São classificados em homogêneos, heterogêneos e mistos. Mineralogicamente, são compostos por megacrístais de microclina, plagioclásio, quartzo, muscovita e biotita (ANGELIM *et al.*, 2006).

Nascimento *et al.* (2015) apontam que estes pegmatitos estão datados entre 515 – 510 Ma. São, portanto, ocorrências do Cambriano. Baumgartner *et al.* (2006) indicam que, pela idade e ausência de deformação nos pegmatitos heterogêneos, esses são tardi a pós-tectônico, representando o final da Orogênese Brasileira na região, cujo regime passou de compressivo para extensivo, permitindo a ascensão de material magmático através de estruturas preexistentes, de direção NE-SW, que marca a orientação preferencial dos corpos pegmatíticos no Geoparque Seridó.

Os pegmatitos da região da Faixa Seridó também são conhecidos como componentes da Província Pegmatítica do Seridó e possuem mineralizações de água marinha, turmalina, berilo e tantalita, por exemplo. Alguns corpos são conhecidos na literatura e possuem exploração ativa, como mostra o trabalho de Santos *et al.* (2016).

### **Vulcanismo Rio Ceará-Mirim (Mesozoico / Cretáceo)**

Estabelecido no contexto da fase rifte da Bacia Potiguar, compreende diques basálticos de direção E-W intrudidos no embasamento. Foi datado em cerca de 130 Ma, e sua maior expressão se dá em enxame na borda sul da bacia (ANGELIM *et al.*, 2006). Na área do geoparque, é possível encontrar diques de dimensões métricas ao sul da Serra de Santana.

## **Vulcanismo Macau (Cenozoico / Paleogeno)**

Evento vulcanismo registrado no contexto geológico estadual, é datado em 25 Ma (SILVEIRA, 2006) e se estende por cerca de 100 km na região centro-norte do estado. São rochas alcalinas como olivina basaltos, basanitos, ankaratritos e nefelinitos, raros nódulos de peridotitos, com granulação fina a afanítica, podendo apresentar textura vesicular. Ocorrem sob a forma de derrames, diques, *plugs* e *necks*, sendo o exemplo mais conhecido o *neck* do Pico do Cabugi (ANGELIM *et al.*, 2006). Na área do Geoparque Seridó, o Basalto Macau é encontrado sob a forma de disjunções colunares na encosta da Serra de Santana, entre os municípios de Cerro Corá e Lagoa Nova.

## **Formação Serra dos Martins (Cenozoico / Neogeno)**

Unidade composta por rochas sedimentares cenozoicas encontradas capeando serras, formando chapadas com relevo plano a levemente ondulado, com escarpas abruptas e contornos irregulares e apresentando altitudes em torno de 700 m (ANGELIM *et al.*, 2006). Na área norte do geoparque, essa unidade ocorre no topo da Serra de Santana, importante feição geomorfológica que corresponde a 7,25% da geologia local.

São arenitos de granulometria grossa, com laminações incipientes, depositados em sistema fluvial (MENEZES, 1999). No topo, geralmente são encontrados concreções ferruginosas e depósitos de tálus de 1 a 2 m de espessura. Em geral, a Formação Serra do Martins não ultrapassa os 50 m de espessura nos platôs das Serras e é tida como afossilífera, tendo sua idade de deposição atribuída ao intervalo entre o Oligoceno Superior e o Mioceno Inferior.

## **PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO GEOPARQUE SERIDÓ**

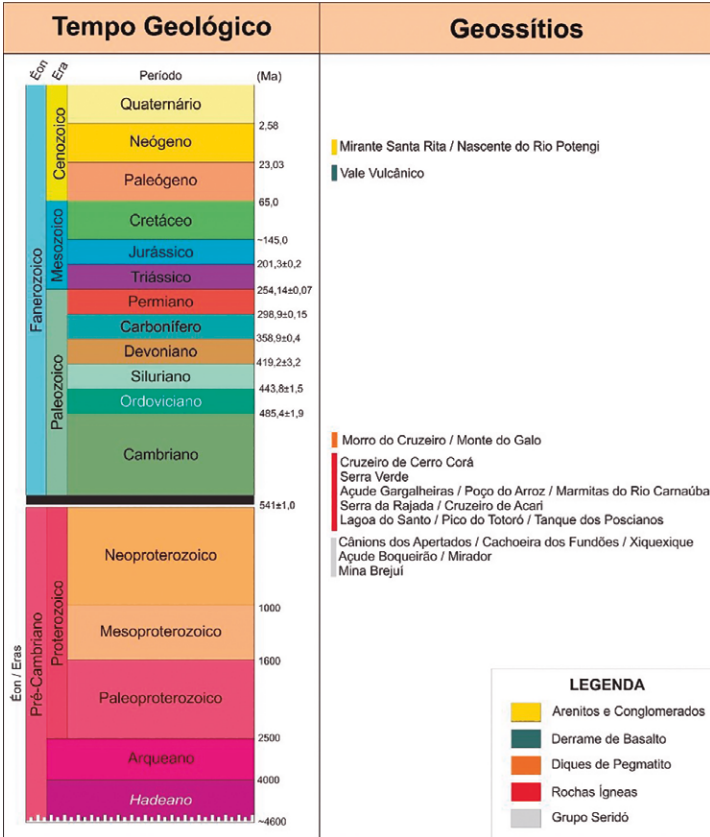
O Geoparque Seridó já foi objeto de diversos estudos, nos quais foram propostos diferentes inventários do seu patrimônio geológico (NASCIMENTO; FERREIRA, 2012; MEDEIROS, 2015; SILVA, 2018). Atualmente, o inventário do território compreende 21 locais de interesse geológico (geossítios), que representam as principais unidades geológicas que ocorrem nesta região (Figura 11), principalmente do Grupo Seridó e rochas ígneas que ocorrem entre o Neoproterozoico e o Cambriano, ainda com evidências do Paleógeno e Neógeno, do Cenozoico.

Os geossítios que compõem a proposta do Geoparque Seridó são representativos da geodiversidade local (Figura 12). Muitos apresentam relação com a cultura da região e estão presentes nas paisagens do cotidiano dos municípios em que se inserem. Todos apresentam potencial educativo, além de haver, entre os



21 sítios, importantes exemplares científicos (SILVA, 2018; SILVA *et al.*, 2019). Os geossítios do geoparque apresentam diversas tipologias, com destaque principal ao interesse geomorfológico, devido aos processos naturais e elementos diferenciados de paisagens encontrados no território.

**Figura 11** - Coluna estratigráfica dos geossítios do Geoparque Seridó



Fonte: Os autores.

A seguir, são apresentados os 21 geossítios que compõem o Geoparque Seridó, com descrições sucintas.

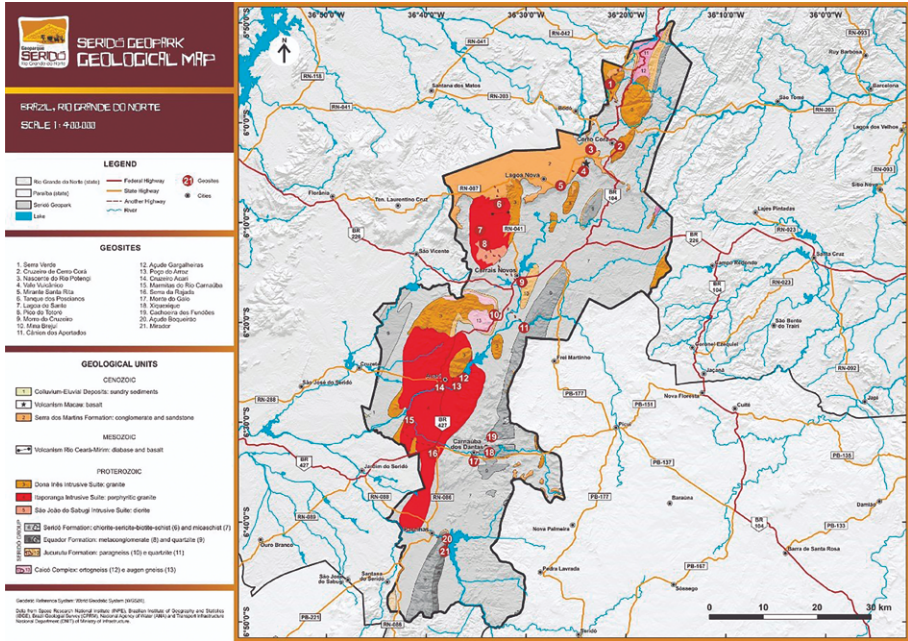
### Serra Verde

Este geossítio, no extremo norte da área do Geoparque, está localizado a cerca de 15 km norte do centro da cidade de Cerro Corá. No local, a rocha predominante trata-se de um granito equigranular de granulometria média a grossa, composto, essencialmente, por quartzo, K-feldspato, plagioclásio e biotita.

Podem ser destacadas no geossítio a diversidade de geformas, como a Pedra do Caju, a Pedra da Baleia, a Pedra do Nariz e Cabeça de Cachorro/Dinossau-

ro. Também no local existe um tanque, periodicamente preenchido por água, no qual foram encontrados fósseis de megafauna pleistocênica. Ainda pode-se observar registros rupestres de povos antigos que habitaram a região, encontrados em paredes de gruta formada por cavidades dissolvidas no granito.

Figura 12 - Mapa geológico do Geoparque Seridó com seus geossítios



Fonte: Os autores.

## Cruzeiro de Cerro Corá

Está localizado na área urbana da cidade de Cerro Corá, sobre a Serra de Santana, numa altitude média de 570 m. É um dos principais pontos turísticos locais, próximo ao açude que abastece o município. Geologicamente, é composto por inúmeros blocos e lajedos de granito inequigranular de granulometria média a grossa, composto essencialmente por K-feldspato, quartzo e plagioclásio. Sobre o granito, estão posicionados um cruzeiro e um mirante que dá visão à cidade e à Serra de Santana.

## Nascente do Rio Potengi

Localizado na encosta da Serra de Santana, esse geossítio pode ser considerado um dos principais atrativos da cidade de Cerro Corá, que identifica, por meio de pórtico, na entrada do município, a existência da nascente. O Rio Potengi é um dos principais afluentes do Rio Grande do Norte, percorrendo 170 km, a partir

do Seridó, até desaguar no Oceano Atlântico, na capital Natal. Ele está associado com a própria história potiguar, visto que a antiga capitania hereditária do Rio Grande, que deu origem ao estado, foi nomeada pelos colonizadores portugueses após se depararem com a desembocadura do rio.

### **Vale Vulcânico**

A entrada deste geossítio está localizada a cerca de 15 km a sudoeste da cidade de Cerro Corá, percorridos ao longo da RN-087 e por estradas não pavimentadas. O caminho tem partes sinalizadas que direcionam para o geossítio. É preciso ainda percorrer uma trilha de, aproximadamente, 800 m pela borda da Serra de Santana. Podem-se observar, ao longo do caminho, mudanças de litologias, mostrando o caminhamento em direção à base da Formação Serra do Martins, passando por arenitos, conglomerados, pegmatitos e xistos.

No geossítio, o destaque principal é a ocorrência de disjunções colunares basálticas com diferentes mergulhos, variando de horizontal a inclinada (70°SE). Percebem-se textura vesicular e alguns xenólitos de peridotito. Os principais minerais da rocha vulcânica são olivina, clinopiroxênio e plagioclásio. A existência de blocos rolados ao longo da encosta forma um expressivo depósito de talus no geossítio.

### **Mirante Santa Rita**

O Geossítio Mirante de Santa Rita está situado a 3,5 km, a ESE do centro de Lagoa Nova, na RN-087, sentido Lagoa Nova – Cerro Corá, sobre a aba sul da Serra de Santana, a 733 metros de altitude.

Nesse geossítio predominam arenitos grossos a muito grossos, por vezes tendendo a conglomeráticos, de coloração castanha clara a esbranquiçada. Possuem estratificações cruzadas acanaladas de grande porte, ou, por vezes, encontram-se maciços, contendo seixos e grânulos de argila. Também são encontrados arenitos muito grossos a conglomeráticos de coloração avermelhada contendo seixos e grânulos de quartzo sob a forma de blocos maciços.

Do geossítio é possível ter uma visão geral da cidade de Currais Novos (a cerca de 20 km a SW), além de visualizar parte da Serra da Uburana (ao fundo), formada por quartzitos e o Pico do Totoró (no lado direito), formado por granitos de textura porfirítica, além de dioritos e gabros.

### **Tanque dos Poscianos**

Localizado na região rural do município de Lagoa Nova, esse geossítio está na borda da Serra de Santana. Para chegar até o local, é preciso percorrer cerca de

900 m a pé em uma trilha na qual são observados corpos de arenitos grossos e conglomerados da Formação Serra do Martins, além de laterita associada.

No geossítio, a litologia principal é granito inequigranular de granulometria média a porfirítica, compostos essencialmente por K-feldspato, quartzo, plagioclásio, anfibólio e biotita. Ainda são observados enclaves dioríticos e diques de pegmatito cortando a litologia principal. Através da ação do intemperismo e erosão, foram formados no granito diversos tanques, em que ocorrem o acúmulo de águas pluviais.

### **Lagoa do Santo**

Nesse geossítio predominam, geologicamente, blocos de granito inequigranulares de granulometria média a grossa, compostos, essencialmente por K-feldspato, plagioclásio, quartzo, biotita, anfibólio e minerais opacos. São encontrados diversos enclaves, não só de rochas dioríticas, como também de granito com uma granulometria ainda mais grossa. Tais enclaves possuem bordas com concentração de minerais máficos. Diques de pegmatito em diferentes direções e dimensão também são presentes. São observadas, ainda, estruturas de deformação frágil, como juntas e falhas, bem marcadas pelo deslocamento dos veios.

No centro do geossítio, há um acúmulo de água em uma pequena lagoa, de profundidade máxima de 3 metros, em épocas de cheia. Em seus sedimentos finos, foram encontrados remanescentes fossilíferos de megafauna, como a faixa-móvel da carapaça dorsal de um *Tolypeutes*.

São observadas geoformas como a Pedra da Tartaruga, além do atrativo Pedra do Sino, bloco de granito que, devido à sua posição de estabilidade com o bloco subjacente, produz som de badaladas ao ser batido com outra rocha ou material metálico. Registros rupestres também são presentes neste geossítio.

### **Pico do Totoró**

Este geossítio está localizado a aproximadamente 10 km do centro da cidade de Currais Novos. Apesar de o caminho ser feito, em sua maior parte, por estradas de barro, não pavimentadas, apresenta uma boa sinalização, recentemente implantada, que direciona ao geossítio. No caminho, são observados antigos currais de fazenda, onde começou o povoamento da região, e que explicam a origem do nome da cidade, referente ao momento em que este local passou a ser substituído pelos novos currais da área onde hoje está o centro municipal.

Geologicamente, são encontrados granitos inequigranulares, com porções porfiríticas, compostos por K-feldspato, quartzo, plagioclásio, biotita, anfibólio

lio, titanita, minerais opacos, allanita, epidoto, apatita e zircão. Destacam-se, no geossítio, as geoformas Pedra do Navio e Pedra do Caju. É um local reconhecido na cultura local, sendo citado no hino oficial da cidade de Currais Novos, além de ser inspiração para diversas expressões artísticas, como pinturas, poemas e canções.

### **Morro do Cruzeiro**

Localizado na área urbana da cidade de Currais Novos, esse geossítio pode ser avistado de diversos pontos do município por estar numa posição mais elevada do terreno. Trata-se de pegmatito inequigranular, com direção aproximada N-S, de granulometria grossa a porfirítica, composto essencialmente por K-feldspato, quartzo, plagioclásio, além de biotita, muscovita e titanita, e que encontra-se encaixado em um micaxisto, rico em biotita e granada, dobrado da Formação Seridó.

Sobre o pegmatito, foi posicionado um cruzeiro e, por isso, o geossítio possui um significado cultural para a comunidade local, sendo local de peregrinações religiosas ao longo do ano. Devido à sua localização, também propicia uma visão panorâmica para a cidade. Atualmente, está protegido pela legislação municipal por ser um componente importante da paisagem natural da região.

### **Mina Brejuí**

O Geossítio Mina Brejuí é composto pela principal mina de scheelita ( $\text{CaWO}_4$ ) da América do Sul. Está localizado no entorno da cidade de Currais Novos, no centro do geoparque proposto, e é um exemplo clássico do potencial mineral dessa região do nordeste brasileiro, além de evidenciar a relação da atividade mineradora com a comunidade em que ela se insere. A partir do centro da cidade, a entrada da mina encontra-se a cerca de 8 km através da BR-427, que liga Currais Novos com a cidade de Acari.

Geologicamente, o complexo da mina está correlacionado com a Formação Jucurutu, apresentando uma alternância entre paragnaisses, mármores e calcissilicáticas. Os paragnaisses são constituídos essencialmente de quartzo, feldspato e biotita (marcando forte orientação), além de epidoto, microclina, muscovita, minerais opacos, tremolita/actinolita. As calcissilicáticas apresentam composição de epidoto, titanita, quartzo, plagioclásio, apatita, hornblenda, malaquita, molibdenita e tremolita/actinolita. As lentes de mármore são formadas por calcita, tendo como minerais acessórios: minerais opacos, tremolita e mica branca. Micaxistos da Formação Seridó também ocorrem na região.

A partir do estabelecimento da mineração na década de 1940, a cidade de Currais Novos apresentou grande desenvolvimento, o que possibilitou ao muni-

cípio a instalação de salas de cinema e até mesmo da primeira operadora de TV a cabo do Norte-Nordeste. Com o declínio do preço da *commodity*, houve redução da produção e eventual fechamento da mineradora ao longo da década de 1990, com retomada apenas no final da década seguinte. Apesar disso, foi estabelecido pela empresa um parque temático em 2000, englobando Museu Mineral, Memorial ao fundador da mina e visitação às galerias de exploração desativadas, o que se tornou o principal atrativo deste geossítio, hoje maior parque temático do estado do Rio Grande do Norte. Pode-se destacar ainda as dunas de rejeito, a planta de beneficiamento e o patrimônio construído associado à mineração, como a vila dos trabalhadores, igreja e oficinas mecânicas, além dos equipamentos antigos, que contam a história da mineração local.

### **Cânions dos Apertados**

Esse geossítio tem como característica fundamental a existência de cânion, formado pela erosão fluvial do Rio Picuí, que cortou e modelou as rochas da Serra da Timbaúba. A principal litologia encontrada é o quartzito da Formação Equador, constituído essencialmente por quartzo, mas que apresenta ainda micas (muscovita e biotita) e alguns minerais máficos. A rocha foi gerada pelo metamorfismo de protólitos sedimentares e apresenta a preservação de estruturas da sedimentação e estratificações, ainda que dobradas.

O geossítio apresenta, principalmente, atrativos geomorfológicos, associados com o processo de erosão da serra por erosão fluvial, que gerou um ambiente único, com presença também de marmitas, e que demonstra uma alta qualidade cênica. Também é possível identificar algumas geoformas, como a Cabeça do Índio, além da existência de um pequeno abrigo sob rocha.

### **Açude Gargalheiras**

Localizado próximo à cidade de Acari, este geossítio compreende a área do entorno do Açude Gargalheiras, quarto maior reservatório do Rio Grande do Norte e construído na década de 1940 com o aproveitamento das características geomorfológicas das serras do Minador e Pai Pedro, principalmente.

Geologicamente, são encontrados no local granitos inequigranulares e equigranulares de granulometria média. São compostos, essencialmente, por K-feldspato, quartzo, plagioclásio, além de micas (biotita e muscovita), apatita, zircão, anfibólio, titanita, allanita e minerais opacos.

O relevo das serras, cortado pelo Rio Acauã, forma o gargalo que foi aproveitado no barramento das águas fluviais para o abastecimento da região nesse que é um dos principais açudes da região Seridó potiguar. Ainda hoje existe uma co-

munidade remanescente da época da construção da barragem, quando foi construída uma pequena vila para os trabalhadores.

### **Poço do Arroz**

No geossítio ocorrem blocos de granito inequigranular, de granulometria média a grossa, compostos essencialmente por K-feldspato, quartzo, plagioclásio, além de biotita, anfibólio, titanita, zircão, apatita e minerais opacos.

São elementos que compõem o geossítio as marmitas formadas por erosão fluvial, cuja força da intempérie foi dada pelo movimento do Rio Acauã, facilitada por conjuntos de estruturas de deformação frágil. A existência das marmitas foi facilitadora para que povos pré-históricos as utilizassem para fazer registros sob a forma de litogravuras, que se transformaram em um dos principais atrativos deste local. São diversas as formas e temas dos registros. Outro destaque do local é a sua beleza cênica, formada pelos processos erosivos e tectônicos na região.

### **Cruzeiro de Acari**

Localizado no centro da cidade de Acari, em frente ao Museu do Sertanejo, este é um dos geossítios de menor extensão areal do Geoparque, mas representa um registro científico de importância, sendo utilizado como exemplo em aulas de campo dos cursos de geociências e áreas correlatas de diversas instituições nordestinas.

É formado por blocos de granitos inequigranulares, de granulometria média a grossa, essencialmente compostos por cristais de K-feldspato de dimensões centimétricas, quartzo, plagioclásio, além de biotita, anfibólio, titanita, zircão, apatita e minerais opacos. Podem ser observados enclaves máficos de composição diorítica. A orientação dos cristais é evidência de um fluxo magmático. Em alguns blocos, é possível verificar textura semelhante à *rapakivi* nos cristais de feldspato.

### **Marmitas do Rio Carnaúba**

É formado por granitos inequigranulares de granulometria média a grossa, essencialmente compostos por K-feldspato, quartzo, plagioclásio, além de biotita, anfibólio, titanita, zircão, apatita e minerais opacos. Cortando a rocha, existem diversos diques graníticos, de granulometria mais fina do que o corpo granítico principal, e diques de pegmatito, esses compostos por K-feldspato, quartzo, minerais opacos, turmalina e berilo. É comum no geossítio a ocorrência de estruturas frágeis de deformação de direção N-NE, como fraturas e falhas.

O principal destaque do local são as marmitas, de dimensões variadas, chegando a níveis métricos, num conjunto que se estende, principalmente, em um trecho de 800 m ao longo do leito do rio. A formação dessa feição pela erosão fluvial foi essencial para a inscrição na rocha de litogravuras por povos antigos, com diversas formas geométricas, de forma semelhante ao que foi feito no Geossítio Poço do Arroz.

### **Serra da Rajada**

Localizada próxima à entrada da cidade de Carnaúba dos Dantas, cerca de 4 km, destaca-se no relevo local como um imponente *inselberg*, podendo ser avistado à distância, com altura de cerca de 500 m. Trata-se de um corpo granítico, com direção NE-SW, formado essencialmente por quartzo, feldspato, plagioclásio e biotita. O geossítio se destaca pelos enormes paredões convidativos para práticas do turismo de aventura, como rapel, escalada, montanhismo, trekking, entre outros, além da contemplação da paisagem em seu alto.

### **Monte do Galo**

Localizado na área urbana da cidade de Carnaúba dos Dantas, destaca-se no relevo local, podendo ser avistado à distância, com altura de 150 m, em média. Trata-se de um corpo de pegmatito, de direção NE-SW, formado essencialmente por quartzo, feldspato, plagioclásio, biotita, muscovita e turmalina. Sobre o corpo existe, desde 1927, um monumento religioso de tradição católica, dedicado à Nossa Senhora das Vitórias, local de peregrinação e mirante para toda a região do sul do Seridó potiguar.

### **Xiquexique**

A litologia predominante no local é o quartzito da Formação Equador (Grupo Seridó), composto essencialmente por quartzo. Ocorrem também alguns cristais de muscovita, biotita e opacos. A rocha possui uma textura lepidogranoblástica. Estruturalmente, o afloramento apresenta estruturas de tectônica frágil, mas são mais evidentes estruturas dúcteis como dobras recumbentes.

O principal destaque são os registros rupestres, patrimônio cultural brasileiro, desenhados nas paredes de quartzito e que trazem três temáticas principais, caça, dança e sexo, e que inspiram a criação de geoprodutos. O local atualmente possui condições de visitação bem estruturada, com equipamentos de apoio ao longo do caminho de aproximadamente 1 km que leva ao geossítio, o que possibilita a visita de diversos públicos.



## **Cachoeira dos Fundões**

A trilha para a Cachoeira dos Fundões possui um trajeto plano e aberto, e o percurso de ida e volta tem cerca de 4 km de comprimento. A visitação ocorre durante ou logo após os ciclos de chuva, quando a vegetação aflora, embelezando todo o trecho da trilha com flores e plantas de diversas cores. Durante o percurso, também é possível mirar no horizonte algumas serras da região, como a Serra das Flechas.

Geologicamente, no local encontram-se quartzitos e pegmatitos. Os quartzitos pertencem à Formação Equador, apresentam granulometria fina a média e são de cor esbranquiçada a cinza, tendendo a tons de creme, com brilho dos minerais micáceos e alguns pontos de minerais escuros. São compostos por quartzo, muscovita, biotita, turmalina preta e minerais opacos.

Essa formação apresenta-se em lajedos e em forma de paredões (cânions) de aproximadamente 70 metros de altura em um cânion conhecido como “Cachoeira dos Fundões”, “Poço dos Fundões”, ou apenas “Fundões”. Nos paredões, o quartzito é cortado por inúmeros corpos de pegmatitos, preenchendo fraturas de diferentes direções. O pegmatito ocorre em forma de veios, diques, soleiras, filões e bolsões. O mesmo é inequigranular, de textura média a grossa, apresenta cor creme a rósea, e é formado por quartzo, K-feldspato, plagioclásio, biotita, muscovita e turmalina.

## **Açude Boqueirão**

Localizado na cidade de Parelhas, município no limite sul do Geoparque Seridó, este geossítio possui uma geodiversidade composta por litologias como metaconglomerado e quartzito e tem diversos destaques geomorfológicos em suas características. Compreende a área do entorno do Açude Boqueirão

Os metaconglomerados, compreendidos pela Formação Equador, são compostos por seixos de gnaisses, xistos e quartzitos em uma matriz, de granulometria média, formada por plagioclásio, quartzo, microclina, biotita, clorita, titanita e opacos. Os quartzitos, da mesma Formação, são compostos por quartzo, sendo acessórios: muscovita, epídoto e minerais opacos. Ao longo do geossítio também são encontrados diques de pegmatito. Todas as rochas existentes na região são alvo de extração mineral com diversas aplicações, sendo destaque a exploração ornamental.

É evidente na área a existência de um relevo positivo, conhecido como Serra das Queimadas, com orientação N-S. A ação de erosão fluvial cortou a serra formando uma garganta, ou boqueirão. A forma atual do relevo é interpretada,

na cultura local, como a silhueta de uma mulher dormindo, conhecida como Princesa Adormecida, símbolo da cidade.

### **Mirador**

Geossítio também localizado nas proximidades do Açude Boqueirão, em Parelhas, onde ocorrem metaconglomerados carbonáticos e quartzitos da Formação Equador. É possível observar, no local, a intensa ação de intempéries que produzem dissolução da rocha. Esse processo é responsável também pela forma do local, conhecido como Pedra da Boca, que foi utilizada como abrigo por povos pré-históricos, fato evidenciado por câmaras mortuárias e registros rupestres encontrados no geossítio.

Atualmente, o local, que também é tombado como patrimônio cultural nacional, possui estrutura de visitação semelhante ao do Geossítio Xiquexique, ainda que em condições mais simplórias, o que facilita a observação dos registros rupestres.

A figura 13 apresenta um quadro com fotos dos 21 geossítios do Geoparque Seridó, além de um mapa hipsométrico simplificado, mostrando a variação geomorfológica do território, composto de serras, depressões, planaltos e planícies.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O semiárido potiguar possui uma vasta riqueza natural, em muito reverenciada pelas comunidades tradicionais que o habitam. Essa diversidade está associada não apenas com a fauna e flora típicas, mas também pela geodiversidade da região. Em alguns locais, o meio físico possui elementos de alto valor, caracterizado por diferentes métodos na literatura, o que constitui um patrimônio geológico do semiárido.

No Rio Grande do Norte, especificamente no Seridó Oriental do estado, uma área de importância geológica e que tem despertado nos últimos anos interesse sobre seu patrimônio é a região que compreende o território do Geoparque Seridó, nos municípios de Cerro Corá, Lagoa Nova, Currais Novos, Acari, Carnaúba dos Dantas e Parelhas.

Essa área possui um patrimônio geológico notável, com exemplos de interesse internacional, associado a elementos culturais locais e regionais, o que caracteriza a importância da geodiversidade para as comunidades da região. O desenvolvimento sustentável, possibilitado pelo modelo de gestão através do qual os geoparques são estabelecidos, pode favorecer a conservação deste patrimônio

único, também auxiliando o crescimento econômico e social dos municípios e seus habitantes.

Figura 13 - Quadro com fotos dos geossítios e mapa hipsométrico do Geoparque Seridó



Fonte: Os autores.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B. B.; FUCK, R. A. Províncias Estruturais Brasileiras. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 8., 1977, Campina Grande. **Atas**. Campina Grande: SBG, 1977. p. 363-391.
- ANGELIM, L. A. A.; NESI, J. R.; TORRES, H. H. F.; MEDEIROS, V. C.; SANTOS, C. A.; VEIGA JR, J. P.; MENDES, V. A. **Geologia e Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Norte – Escala 1:500.000**. Recife: CPRM, 2006.
- ARCHANJO, C. J.; VIEGAS, L. G. F.; HOLLANDA, M. H. B. M.; SOUZA, L. C.; LIU, D. Timing of the HT/LP transpression in the Neoproterozoic Seridó Belt (Borborema Province, Brazil): Constraints from U/Pb (SHRIMP) geochronology and implications for the connections between NE Brazil and West Africa. **Gondwana Research**, v. 23, p. 701-714, 2013.
- BAUMGARTNER, R.; ROMER, R. L.; MORITZ, R.; SALLET, R.; CHIARADIA, M. Columbite-Tantalite-Bearing Granitic Pegmatites from the Seridó Belt, Northeastern Brazil: Genetic Constraints from U-Pb Dating and Pb Isotopes. **The Canadian Mineralogist**, v. 44, n. 1, p. 69-86, 2006.
- DINIZ, M. T. M.; OLIVEIRA, G. P. Compartimentação e Caracterização das Unidades de Paisagem do Seridó Potiguar. **Brazilian Geographical Journal**, Uberlândia, v. 6, n. 1, p. 291-318, 2015.
- HOLLANDA, M. H. B. M.; SOUZA NETO, J. A.; ARCHANJO, C. J.; STEIN, H.; MAIA, A. C. S. Age of the granitic magmatism and the W-Mo mineralization in skarns of the Seridó belt (NE Brazil) based on zircon U-Pb (SHRIMP) and molybdenite Re-Os dating. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 79, p. 1-11, 2017.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**, 2019a. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 17 fev. 2020.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Províncias estruturais, compartimentos de relevo, tipos de solos e regiões fitoecológicas**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019b.
- IDEMA – INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE. **Atlas para a Promoção do Investimento Sustentável no Rio Grande do Norte**. Natal: Opção Gráfica Editora, 2009.
- JARDIM DE SÁ, Emanuel Ferraz. **A Faixa Seridó (Província Borborema, NE do Brasil) e o seu Significado Geodinâmico na Cadeia Brasileira / Pan-Africana**. 1994. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 1994.
- MEDEIROS, V. C.; NASCIMENTO, M. A. L.; GALINDO, A. C.; DANTAS, E. L. Augen gnaisses riacianos no Domínio Rio Piranhas-Seridó – Província Borborema, Nordeste do Brasil. **Geologia USP**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 3-14, 2012.
- MEDEIROS, J. L. **Práticas Turísticas em Geossítios: Uma Avaliação Ambiental no Projeto Geoparque Seridó – RN**. Dissertação (Mestrado em Turismo) – Centro de Ensino Superior do Seridó, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2015.

MENEZES, M. R. F. **Estudos Sedimentológicos e o Contexto Estrutural da Formação Serra do Martins, nos Platôs de Portalegre, Martins e Santana / RN.** 1999. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 1999.

MEUNIER, A. Succession stratigraphique et passages latéraux dus au métamorphisme dans la série Ceará, Antécambrien du Nord-Est brésilien. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris**, Paris, v. 259, p. 3796-3799, 1964.

NASCIMENTO, M. A. L.; FERREIRA, R. V. Geoparque Seridó (RN): proposta. In: SCHOBENHAUS, C.; SILVA, C. R. (Org.). **Geoparques do Brasil: propostas** – Volume 1. Rio de Janeiro: CPRM, 2012. p. 361-416.

NASCIMENTO, M. A. L.; GALINDO, A. C.; MEDEIROS, V. C. Ediacaran to Cambrian magmatic suites in the Rio Grande do Norte domain, extreme Northeastern Borborema Province (NE of Brazil): Current knowledge. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 58, p. 281-299, 2015.

SÁ, J. M.; GALINDO, A. C.; LEGRAND, J. M.; SOUZA, L. C.; MAIA, H. N. Os Granitos Ediacaranos no Contexto dos Terrenos Jaguaribeano e Rio Piranhas-Seridó no Oeste do RN, Província Borborema. **Estudos Geológicos**, Recife, v. 24, n. 1, p. 3-22, 2014.

SANTOS, L. C. M. L.; VIEIRA, F. F.; MOURA, E. N.; GENUÍNO, V. A.; SALES, E. D. G. Síntese das Principais Ocorrências Minerais de Pegmatitos no Seridó (PB-RN). In: SIMPÓSIO DE MINERAIS INDUSTRIAIS DO NORDESTE, 4., 2016, João Pessoa. **Anais**. Rio de Janeiro: CETEM, 2016. p. 11-17.

SILVA, M. L. N. **Serviços Ecosistêmicos e Índices de Geodiversidade como Suporte da Geoconservação no Geoparque Seridó.** Dissertação (Mestrado em Geociências) – Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018.

SILVA, M. L. N.; NASCIMENTO, M. A. L.; MANSUR, K. L. Quantitative Assessments of Geodiversity in the Area of the Seridó Geopark Project, Northeast Brazil: Grid and Centroid Analysis. **Geoheritage**, v. 11, n. 3, p. 1177-1186, 2019.

SILVEIRA, F. V. **Magmatismo Cenozóico da Porção Central do Rio Grande do Norte, NE do Brasil.** 2006. Tese (Doutorado em Geodinâmica e Geofísica) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2006.

SOUZA, Z. S.; MARTIN, H.; PEUCAT, J. J.; JARDIM DE SÁ, E. F.; MACEDO, M. H. F. Calc-Alkaline Magmatism at the Archean-Proterozoic Transition: the Caicó Complex Basement (NE Brazil). **Journal of Petrology**, v. 48, n. 11, p. 2149-2185, 2007.

SOUZA, Z. S.; KALSBECK, F.; DENG, X.D.; FREI, R.; KOKFELT, T. F.; DANTAS, E. L.; LI, J.W.; PIMENTEL, M. M.; GALINDO, A. C. Generation of continental crust in the northern part of the Borborema Province, northeastern Brazil, from Archean to Neoproterozoic. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 68, p. 68-96, 2016.

VAN SCHMUS, W. R.; BRITO NEVES, B. B.; WILLIAMS, I. S.; HACKSPACHER, P. C.; FETTER, A. H.; DANTAS, E. L.; BABINSKI, M. The Seridó Group of NE Brazil, a late Neoproterozoic pre- to syn-collisional basin in West Gondwana: insights from SHRIMP U-Pb detrital zircon ages and Sm-Nd crustal residence ( $T_{DM}$ ) ages. **Precambrian Research**, v. 127, p. 287-327, 2003.



The background is a dark gray color with various white geometric elements. There are several thin white circles of different sizes scattered across the page. A large, faint circle is centered behind the text. In the top-left corner, there is a larger circle filled with diagonal white stripes. In the top-right corner, there are concentric white circles. A grid of small white dots is visible in the upper-left quadrant. Several thin white curved lines and arcs are also present, creating a sense of movement and depth.

PARTE 2  
GEODIVERSIDADE E TEORIA





# PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO: DO VALOR ESTÉTICO AO CIENTÍFICO

**Laryssa Sheydder de Oliveira Lopes**

*Professora Doutora do Instituto Federal do Maranhão (IFMa), Campus Bacabal.  
E-mail: laryssa.lopes@ifma.edu.br*

**Oswaldo Girão da Silva**

*Professor Doutor do Departamento de Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco (PPGE-UFPE).  
E-mail: osgirao@gmail.com*

## INTRODUÇÃO

As pesquisas envolvendo estratégias de conservação do patrimônio geomorfológico são recentes no Brasil. Trata-se de uma temática que tem despertado o interesse de geomorfólogos a nível mundial e orientado diversas pesquisas científicas. Apesar de terem papel preponderante na definição das paisagens naturais, os locais de relevante interesse geomorfológico, também conhecidos como geomorfossítios, têm sido estudados quase que exclusivamente sob o viés estético.

O objetivo deste capítulo foi fazer uma discussão teórico-conceitual acerca do patrimônio geomorfológico. Buscou-se, primeiramente, explicar a utilização do termo patrimônio, atrelado aos elementos abióticos da natureza, e explicar como os elementos geomorfológicos estão inseridos no então denominado geopatrimônio. Num segundo momento, foi dada a definição de patrimônio geomorfológico, discorrendo sobre a importância de seu estudo, assim como identificados os valores que os diferenciam das demais categorias de geopatrimônio. E, por fim, foi feito um levantamento e análise do patrimônio geomorfológico brasileiro, identificado e catalogado pela Comissão responsável por esta atividade no país, a Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil (SIGEP).

Trata-se de uma pesquisa de cunho bibliográfico, com revisão de publicações científicas em artigos, livros e anais de eventos, assim como a consulta ao *site* do SIGEP.

## SOBRE O CONCEITO DE GEOPATRIMÔNIO

Patrimônio pode ser considerado o bem ou conjunto de bens naturais ou culturais, associado a uma herança comum, reconhecido por uma determinada

localidade, região, país ou para a humanidade, e que deve ser protegido para o usufruto de todos os cidadãos. Diz-se daquilo que fala sobre a identidade de um grupo e possui algumas tipologias como natural ou cultural e material ou imaterial (NASCIMENTO; ROCHA e NOLASCO, 2013).

De acordo com a Convenção, para a Proteção do Patrimônio Mundial Cultural e Natural, são considerados como patrimônio cultural: as obras arquitetônicas, de escultura ou pintura monumentais, elementos arqueológicos, inscrições, grutas de valor universal excepcional do ponto de vista da história, da arte ou da ciência; as construções isoladas ou reunidas que, em virtude de sua arquitetura, conferem às paisagens valores excepcionais do ponto de vista da história, da arte ou da ciência; as obras humanas ou conjugadas com a natureza, e as zonas, incluindo os locais de interesse arqueológico com elevado valor histórico, estético, etnológico ou antropológico (UNESCO, 1972).

Ainda segundo esta Convenção são considerados como patrimônio natural os monumentos naturais constituídos por formações físicas ou biológicas de elevado valor do ponto de vista estético e científico; as formações geológicas e fisiográficas e as zonas estritamente delimitadas que constituem *habitats* de espécies de animais e vegetais ameaçadas, de elevado valor do ponto de vista da conservação e da ciência; e os locais de interesse naturais ou zonas naturais de valor universal, excepcional do ponto de vista estético, da conservação e da ciência (UNESCO, 1972).

Os patrimônios materiais são os bens que, individualmente ou em conjunto, apresentam materialidade suficiente para a percepção dos valores culturais relacionados à ação e à memória da sociedade, estando vinculados aos aspectos paisagísticos, artísticos, históricos, arqueológicos, paleontológicos, ecológicos ou científicos. Ao patrimônio imaterial incluem-se os modos de criar, fazer, viver, além das práticas e domínios da vida social que se manifestam também em saberes, celebrações, formas de expressão cênicas, plásticas, culturais e coletivas da sociedade (UNESCO, 1972).

De acordo com o Decreto-Lei nº 25 de 30 de novembro de 1937, o patrimônio natural é equiparado ao patrimônio histórico e artístico nacional, tornando-os passíveis de tombamento com o objetivo de conservar sua feição excepcional.

§ 2º Equiparam-se aos bens a que se refere o presente artigo e são também sujeitos a tombamento os monumentos naturais, bem como os sítios de paisagens que importe conservar e proteger feição notável com que tenha sido

dotado pela natureza ou agenciados pela indústria humana (Decreto-Lei 25, de 30 novembro de 1937).

Em se tratando de paisagem, o Instituto do Patrimônio Histórico, Artístico e Nacional (IPHAN) instituiu a figura da Paisagem Cultural Brasileira a partir da Portaria nº 127, de 30 de abril de 2009, que reconhece os valores de sítios e paisagens de significação cultural e importância científica, representativas do processo de interação entre o homem e a natureza e que apresentem elementos geológicos, geomorfológicos, estratigráficos, dentre outros.

As Paisagens Culturais são resultado dos trabalhos combinados da natureza e do homem. São ilustrativos da evolução humana sob a influência das limitações e/ou oportunidades do ambiente físico.

[...] outro aspecto que parece favorecer a valorização do patrimônio natural, é que a ideia de proteção não apenas do elemento patrimonial em si, isolado, mas da necessidade de considerar integrado no meio envolvente (o monumento *in situ*), ou seja, integrado na paisagem que necessita igualmente de medidas de proteção e de conservação (VIEIRA, 2014, p. 30).

Faz parte do patrimônio natural e material o até então denominado patrimônio geológico, que é constituído pelo conjunto de locais de interesse geológico que registram a memória e a história da Terra e que inclui os afloramentos rochosos, os minerais, os fósseis, os conjuntos de valor paisagístico e as coleções de museus de geociências ou história natural (NASCIMENTO; ROCHA; NOLASCO, 2013).

Segundo Nieto (2001), o patrimônio geológico é definido após a realização de um inventário, para identificação dos locais de relevante interesse, onde são excluídos aqueles que apresentam interesse exclusivamente local, os quais, por sua vez, são inclusos nos elementos da geodiversidade. A utilização de um inventário possui um caráter eminentemente antrópico, uma vez que confere valor (científico, cultural, econômico etc.) de acordo com os interesses do pesquisador.

Segundo Brilha (2005), patrimônio geológico é definido como o conjunto de geossítios de uma determinada região, inventariados e caracterizados, onde ocorre um ou mais elementos da geodiversidade com singular valor do ponto de vista científico, pedagógico, cultural e turístico.

Estritamente ligado ao conceito de geodiversidade, o patrimônio geológico deve ser entendido como uma parcela da geodiversidade que apresenta caracte-

rísticas excepcionais e que, portanto, merece ser conservada. Nascimento, Rocha e Nolasco (2013) classificam o patrimônio geológico em: geomorfológico, paleontológico, espeleológico, sedimentológico, paleoambiental, marinho e tectônico. Na literatura, podem-se encontrar diversas classificações como: geoquímico, hidrogeológico, petrológico, estratigráfico, mineralógico, museus e coleções, dentre outros, a exemplo das quinze categorias já citadas, definidas pela Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil (SIGEP).

Na literatura científica, há dois tipos de posicionamentos: o primeiro considera todos os elementos do patrimônio abiótico como patrimônio geológico; e o segundo tenta incluir todos eles, respeitando suas diferenças conceituais e metodológicas, utilizando o termo geopatrimônio.

O termo geopatrimônio, como equivalente do termo em inglês *geoheritage*, foi apresentado por Eberhardt (1997 *apud* SHARPLES, 2002) como o conjunto dos componentes da geodiversidade importantes para a humanidade por razões outras que não a extração de recursos, cuja preservação é desejável para as atuais e futuras gerações.

Sharples (2002) adota o termo *geoheritage* (geopatrimônio) como alternativa a patrimônio geológico, justificando que, no segundo caso, muitas vezes, a ideia é associada apenas às rochas, enquanto que deveria estar associada à diversidade de formas abióticas, materiais e processos, assim como preconiza o conceito de geodiversidade.

Rodrigues e Fonseca (2008) relatam que há uma comodidade dos cientistas em fazer referência apenas ao patrimônio geológico e geomorfológico, em que, frequentemente, a geomorfologia acaba sendo interpretada por profissionais das mais diversas formações acadêmicas.

a nós nos parece que patrimônio geomorfológico não pode ser reduzido à ideia de patrimônio geológico. Processos, escalas espaciais e elos sociais são elementos geográficos, geomorfológicos, que merecem identidade própria. Não é à toa que tais aspectos vêm sendo muito pouco trabalhados na produção científica associada ao geopatrimônio. Não é à toa que ainda pouco falamos de patrimônio geomorfológico e de sítios do patrimônio geomorfológico (os geomorfossítios) nos meios geográfico e geológico mundial (CLAUDINO-SALES, 2018, p. 6).

A Geologia e a Geomorfologia são ciências complementares que possuem métodos de abordagens científicas diferenciados. Muitos trabalhos têm sido

conduzidos enfatizando o patrimônio geológico como aquele que abarca exclusivamente os elementos abióticos, inclusive, os variados tipos de patrimônio que compõem o geopatrimônio. Essa tendência alimenta a ideia de que o patrimônio geológico é soberano sobre os demais tipos patrimoniais, em especial sobre o geomorfológico.

A Geomorfologia é aqui frisada em virtude dos objetivos deste capítulo, porém existem outros ramos científicos que também contribuem para o estudo da Terra, como a Pedologia, a Hidrologia, a Paleontologia, dentre outros, que fornecem conhecimentos imensuráveis que não devem ser generalizados apenas como geológico.

Os termos patrimônio geológico e geopatrimônio podem ser usados como sinônimos, no entanto, para fins de melhor divulgação junto à comunidade não-científica. Dentre eles, o termo geopatrimônio é o mais adequado, devido à melhor assimilação do prefixo ‘geo’ pelo público em geral, em detrimento do termo ‘geológico’, que remete apenas às feições geológicas e não às formas geomorfológicas e aos processos ativos.

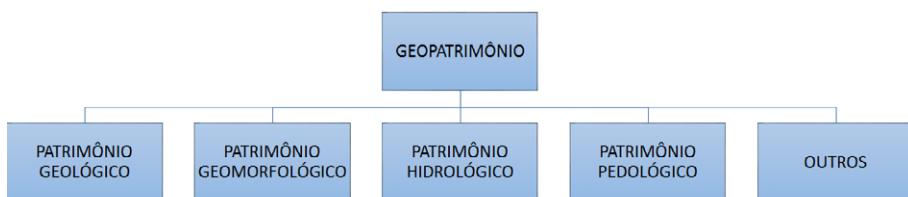
Da mesma forma, Borba (2011) refere-se aos geossítios, utilizados até então para designar todos os locais de relevante interesse como ‘geológicos’, não contribuindo, portanto, para a desejável integração dos conhecimentos dos profissionais de diversas formações acadêmicas que trabalham na temática.

Figueiró, Vieira e Cunha (2014) consideram que parte do que tem sido considerado como patrimônio geológico está sendo incorporado por diversos autores em um quadro classificatório, em que várias vezes são confundidas as formas, processos, composições litológicas de sítios, que acabam por dificultar a avaliação e gestão, gerando uma duplicidade de classificação.

Entende-se que a utilização do termo patrimônio geológico decorre de uma tradução precipitada do termo inglês *geoheritage*. O prefixo grego “Geo”, etimologicamente, significa “Terra” e não “Geologia”, como é defendido por alguns autores. Dessa forma, além da tradução e da etimologia, considera-se o contexto das pesquisas sobre a temática, que abrange não somente a geologia, mas todos os ramos das Ciências da Terra.

Torna-se, portanto, mais adequada a utilização do termo geopatrimônio, que agrupa os aspectos geológicos (minerais, rochas e fósseis), geomorfológicos (formas de relevo, processos), hidrológicos, climatológicos e do solo, respeitando as especificidades de cada um, tais como seus conceitos e métodos (Figura 14).

**Figura 14** - Classificação do geopatrimônio



**Fonte:** Lopes, 2016.

Geopatrimônio é, portanto, o conjunto de locais de relevante interesse, de natureza abiótica, em uma determinada área, aos quais são atribuídos valores (científico, cultural, didático, turístico, estético, ecológico, dentre outros), de acordo com os objetivos da avaliação e que são reconhecidos pela comunidade científica e pela comunidade local.

Corroborando com Nieto (2001), só serão reconhecidos como geopatrimônio os locais de relevância abiótica regional, nacional e internacional. Os locais de relevante interesse, comumente chamados de sítios, podem ser redefinidos de acordo com a sua natureza, podendo ser denominados de geomorfossítios (quando de natureza geomorfológica), geossítio (quando de natureza geológica), dentre outros.

Reynard (2005), discorrendo especificamente sobre os geomorfossítios, ou seja, áreas naturais onde os atributos principais estão relacionados à dinâmica geomorfológica e às formas de relevo, aos quais são atribuídos valores, já debatia que um elemento da geodiversidade, para ser galgado ao patamar de geomorfossítio, deveria possuir valor científico. Por outro lado, o valor não pode ser mensurado exclusivamente por seu valor científico, os demais valores também devem ser integrados na avaliação.

Reynard e Panizza (2005) classificam os geomorfossítios restritos, quando o critério avaliado é o científico, e geomorfossítios no sentido amplo, quando são julgados os valores ecológico, cultural, estético e econômico, visto que estes valores dependem do nível cultural, educacional e econômico da sociedade.

Para Reynard *et al.* (2007), a definição, de acordo com critérios científicos, seria voltada para a seleção de locais de relevância significativa para a história da Terra e que, por isso, devem ser protegidos. A definição, no sentido amplo, seria utilizada dentro do contexto do geoturismo ou gestão de paisagens.

Para exemplificar, tem-se a inclusão da cúpula granítica do Pão-de-Açúcar, integrado à paisagem urbana do Rio de Janeiro, na Lista do Patrimônio Mundial

da UNESCO, em 2012, durante o 36º Comitê do Patrimônio Mundial, na Rússia, sendo classificado como Paisagem Cultural. Tem-se, então, um monumento, reconhecido mundialmente, não pelo critério científico, mas pelo seu valor cultural. A proposição, então denominada “Paisagens cariocas, entre o mar e a montanha”, integrou os princípios das paisagens culturais às paisagens naturais (Figura 15).

**Figura 15** - Paisagem cultural da cidade do Rio de Janeiro



**Fonte:** IPHAN, 2020.

Para Reynard e Coratza (2013), tanto os geossítios quanto os geomorfossítios são parte do geopatrimônio, e, uma vez que são resultados da avaliação humana, são considerados patrimônios, visto que é a sociedade e, mais especificamente, os geocientistas que lhes deram valor.

## **AS PARTICULARIDADES DO PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO**

A geomorfologia teve sua origem derivada das concepções geológicas do século XIX. Por volta de 1850, geólogos haviam elaborado grandes interpretações de conjunto da crosta terrestre, contando com um corpo teórico ordenado. Além disso, foram registradas as primeiras contribuições nos estudos do relevo como as de A. Surell, Jean L. Agassiz, W. Jukes, dentre outros. No entanto, foi com W. M. Davis, a partir de 1899, nos Estados Unidos, que se iniciou a sistematização da

ciência geomorfológica, com a primeira interpretação da evolução geral do relevo (CASSETI, 1994).

Constituindo-se em uma disciplina da ciência geográfica, a geomorfologia tem como objetivo analisar as formas do relevo, buscando compreender os processos pretéritos e atuais responsáveis pelas formas resultantes.

Necessário se faz entender que o relevo terrestre não foi sempre o mesmo e que continuará evoluindo. Portanto, a análise geomorfológica de uma determinada área implica obrigatoriamente o conhecimento da evolução que o relevo apresenta, o que é possível se obter através do estudo das formas e das sucessivas deposições de materiais preservadas, resultantes dos diferentes processos morfogenéticos a que foi submetido (CASSETI, 1994, p. 1).

Para entender a paisagem geomorfológica, é necessário estudar a morfologia dos terrenos, sua gênese, evolução e fisiologia das paisagens. Ela é o resultado da interrelação dos elementos do meio físico (rochas, solos, clima, água, biota) e está em uma dinâmica transformação, seja por fatores naturais, seja pela interferência humana (DANTAS; ARMESTO; ADAMY, 2008).

O estudo das paisagens por meio da geomorfologia torna-se, portanto, de relevante interesse para a avaliação da geodiversidade de uma determinada região, uma vez que a morfologia dos terrenos traduz uma interface entre todas as outras variáveis do meio físico e consiste em um dos elementos de análise (DANTAS; ARMESTO; ADAMY, 2008, p. 34).

Apesar dos avanços consideráveis na geomorfologia nas últimas décadas, não houve um desenvolvimento diretamente relevante no âmbito do reconhecimento do patrimônio geomorfológico. Os geomorfologistas devem tornar-se mais ativos na discussão sobre geodiversidade e tomar uma posição clara que seja útil para a avaliação do valor das paisagens físicas.

Os estudos acerca do patrimônio geomorfológico vêm sendo desenvolvidos desde a década de 1980, por pesquisadores da Suíça, Itália, Portugal, França e Espanha, utilizando-se metodologias diversas, mas todos com o objetivo de resguardar as áreas de relevante interesse do ponto de vista geomorfológico (OLIVEIRA; PEDROSA; RODRIGUES, 2013). Destacam-se os trabalhos de Panizza (2001); Reynard e Pralong (2004); Pralong (2005); Coratza e Giústi (2005); Reynard (2006; 2007; 2009); Rodrigues e Fonseca (2008); Panizza e Piacente



(2008); Vieira e Cunha (2002; 2004; 2006); Pereira (2006); Vieira (2014); Mígon (2014) dentre outros.

A Associação Internacional de Geomorfólogos (IAG), fundada em 1989, durante a II Conferência Internacional sobre Geomorfologia, realizada em Frankfurt, Alemanha, teve como objetivos desenvolver e promover internacionalmente a geomorfologia enquanto ciência através da cooperação e divulgação de conhecimentos. Desde então, esta Associação tem se dedicado à organização de conferências nacionais e internacionais, à publicação de livros e artigos e à criação de grupos de trabalho como o *Geodiversity* e o *Geomorphosites*.

O grupo de trabalho *Geodiversity* busca desenvolver uma avaliação integrada da diversidade de formas de relevo por meio da geoinformação, metodologias e ferramentas que conduzirão à identificação, quantificação e modelagem do relevo em diferentes escalas espaciais e temporais. Busca também investigar as relações entre a geodiversidade das paisagens e as culturas locais, analisando também o papel das atividades antrópicas sobre essas formas, dando uma atenção especial às influências das mudanças globais sobre a geodiversidade.

O grupo *Geomorphosites* foi criado em 2001, durante a V Conferência Internacional de Geomorfologia, em Tóquio, e tem conduzido quatro objetivos em relação ao patrimônio geomorfológico: (i) definição do conceito de geomorfossítio; ii) estruturação de uma metodologia de avaliação; iii) estruturação de um método de mapeamento dos geomorfossítios; e iv) proposição de medidas para a proteção dos geomorfossítios.

A importância atribuída, nas últimas décadas, à sensibilização em relação à proteção do patrimônio natural não é acompanhada da consciência do valor do patrimônio geomorfológico no que tange a sua importância enquanto recursos ambiental, educativo, turístico e enquanto suporte para a vida e as atividades humanas. A situação se torna ainda mais grave quando são analisadas as políticas públicas para a promoção, conservação e divulgação deste patrimônio (CUNHA; VIEIRA, 2004).

A Geomorfologia ocupa uma posição privilegiada dentre as ciências da natureza, pois é de fundamental importância no papel de analisar o quadro ambiental, que, antes de tudo, é um espaço eminentemente geográfico. Assim, observa-se a importância da Geomorfologia em estudos acerca da análise de fragilidade/vulnerabilidade ambiental; ordenamento territorial; zoneamento territorial; gestão de bacias hidrográficas; recuperação de áreas degradadas; dentre outras aplicações.

Atenção especial também tem sido dada ao critério da vulnerabilidade, uma vez que os geomorfossítios geralmente estão associados a localidades multifun-

cionais e de visibilidade da sociedade, sendo, portanto, necessário propor medidas de geoconservação (REYNARD; PANIZZA, 2005).

Panizza e Piacente (2008) consideram que uma abordagem isolada do patrimônio geomorfológico tem limitado consideravelmente as suas potencialidades enquanto recurso e que apenas uma visão integradora dos componentes ambientais poderá ter efeito no processo de geoconservação.

A definição do conceito de patrimônio geomorfológico foi introduzida por Pereira (1995, p. 11):

O conjunto de formas de relevo, solos e depósitos correlativos, que suas características genéticas e de conservação, pela sua raridade ou originalidade, pelo seu grau de vulnerabilidade, ou, ainda pela maneira como se combinam espacialmente (a geometria das formas de relevo), evidenciam claro valor científico, merecendo ser preservados.

Para Reynard e Panizza (2005), o patrimônio geomorfológico, integrado ao geopatrimônio, representa o conjunto de geoformas e processos associados ao relevo, capazes de expressar de forma singular uma parte da evolução da superfície da Terra. O relevo mantém uma memória geodinâmica que se sucede ao longo do tempo e que, por isso, possui valores científico-educacional, histórico-cultural, estético e econômico/social significativos.

Vieira (2014) define o patrimônio geomorfológico como o conjunto dos elementos geomorfológicos, constituído pelas formas de relevo e depósitos correlativos, em diferentes escalas, aos quais são atribuídos valores (científico, estético, cultural, ecológico e econômico), que, quando excepcionais, devem ser objetos de proteção legal e promoção.

O termo geoforma, muito citado nos estudos acerca do patrimônio geomorfológico, é definido por Mamede (2000) como as formas da superfície da Terra, concebidas como setores ou entidades do espaço, as quais possuem geometricidade própria. Esse conceito também é flexível e varia de acordo com o nível de percepção e com a escala de análise e mapeamento, não representando apenas uma forma geométrica em si, mas também os processos dentro de uma determinada área delimitada.

Mígon (2014) salienta que, muitas vezes, a importância dos processos geomorfológicos é negligenciada em relação às formas. Uma explicação para isso estaria no fato de que os processos não podem ser demonstrados de forma tão didática quanto ao relevo estático, que é visto pelo observador, visto que eles são episódicos e muitas vezes imperceptíveis à observação humana.

Em se tratando de patrimônio geomorfológico, a utilização do conceito de escala se torna difícil, uma vez que não se trata apenas das dimensões de formas, depósitos e paisagens, mas também da associação e articulação de seus componentes (VIEIRA, 2014).

[...] sobretudo a nível dos elementos do patrimônio geomorfológico, não é fácil o enquadramento a níveis escalares bem compartimentados. Não se trata apenas de uma questão de dimensão das formas, depósitos ou paisagens consideradas, já de si muito variável, mas também de modo de associação e articulação de seus diferentes componentes. [...] Muitas vezes, ainda se considera como elemento patrimonial apenas uma parte do elemento geomorfológico, considerado que, no entanto, mantém uma solidariedade genética e funcional com o todo mais amplo que se integra (CUNHA; VIEIRA, 2004, p. 20).

Alguns termos têm sido usados para se referir aos componentes do patrimônio geomorfológico, tais como, ativos geomorfológicos, bens geomorfológicos, geotopes, locais de interesse geomorfológico e geomorfossítios, do termo inglês *geomorphosites*.

Geomorfossítio é, portanto, uma forma de relevo, um depósito ou processo geomorfológico em uma paisagem, que pode ser delimitado em diferentes escalas, ao qual foi atribuído valores (científico, didático, cultural, turístico, dentre outros) em interação com os demais elementos da geodiversidade, assim como os biológicos e culturais, reconhecendo sua excepcionalidade e direcionando-o para a geoconservação.

Segundo Panizza (2001), um geomorfossítio é uma paisagem com particular e significativos atributos que a qualificam como componente do patrimônio cultural (no sentido amplo) de determinado território. Os atributos que podem conferir valor são o científico, o cultural (no sentido restrito), o econômico e o

cênico. Novamente, tem-se o valor científico atrelado ao cultural na avaliação de paisagens.

Para Vieira (2014), a consciência que a sociedade tem da necessidade de proteção das paisagens constitui um fator que potencializa a conservação dos elementos geomorfológicos, que são elementos estruturantes da paisagem.

Reynard e Coratza (2013) destacam três valores comuns do patrimônio geomorfológico. São eles: valor científico, valores adicionais (estético, educacional, ecológico, cultural etc.) e valores de uso e gestão (voltados para a economia e para a sociedade). Ainda segundo os autores, os valores científicos e adicionais podem ser considerados como intrínsecos, e os de uso e gestão, como valor de sociedade.

No contexto da Convenção do Patrimônio Mundial, o significado das formas de relevo para os processos biológicos e ecológicos é o que dá claramente sustento a eles. Os aspectos geomorfológicos podem contribuir para um alto grau de endemismo biológico, explicar o mosaico de *habitats* e adaptações específicas do mundo vivo, mas não necessariamente se configuram como significativos por sua existência em si. Por isso, muitos locais espetaculares são listados como bens do Patrimônio Mundial usando-se do valor ecológico e não dos aspectos dos geomorfológicos (MÍGON, 2014).

O valor cultural das formas de relevo tem aspectos em comum com o ecológico. Muitas formas e paisagens são base necessária e muitas vezes inseparáveis dos aspectos cultural, religioso e histórico. No entanto, muitas vezes, na avaliação, é levado em consideração apenas os aspectos estéticos destas formas e paisagens, negligenciando-se o valor científico.

Três características principais são específicas dos geomorfossítios: i) o aspecto estético, que é tema central na maioria dos geomorfossítios, muitas vezes qualificados como monumentos naturais ou paisagem; ii) a dimensão dinâmica, uma vez que permitem a observação da dinâmica da Terra e dos processos ativos; e iii) a escala, que não foi totalmente resolvida, devido ao fato de que os geomorfossítios vão desde pequenas formas a grandes paisagens e também devido à complexidade das formas de relevo que vão desde as mais simples a sistemas geomorfológicos com vários processos interagindo entre si (REYNARD; CORATZA, 2013).

Vieira e Cunha (2004) ainda ressaltam que a tentativa de agrupar elementos morfológicos com características e processos evolutivos distintos podem gerar resultados diferenciados que comprometem a avaliação. Segundo Pereira

(2006), no âmbito do patrimônio geológico, os elementos geomorfológicos são avaliados tradicionalmente por seus valores paisagístico, cênico e estético.

O patrimônio geomorfológico, dentro do conjunto de patrimônio natural, é um grupo vulnerável, uma vez que é a base sobre a qual se desenvolvem as atividades humanas e também porque possuem um grande potencial recreativo e de lazer para as atividades turísticas (VIEIRA; CUNHA, 2006). Além da importância cênica, o patrimônio geomorfológico é um registro da evolução da Terra e deve ser resguardado da ação humana predatória (OLIVEIRA; PEDROSA; RODRIGUES, 2013).

Nas últimas duas décadas, diversas tentativas têm sido feitas para avaliar qualitativamente o patrimônio geomorfológico, que tem sido feito de acordo com vários contextos, tais como: avaliação de impacto ambiental, inventário de patrimônio natural, promoção turística ou gestão de unidades de conservação.

Segundo Reynard *et al.* (2007), os métodos de avaliação têm levado em consideração diversos critérios dos quais os mais recorrentes são o da raridade, o da representatividade e o da integridade. A escolha dos critérios depende muito do contexto e dos objetivos da avaliação.

Última etapa da avaliação, o mapeamento, muitas vezes negligenciado, é de fundamental importância, uma vez que realiza o trabalho de comunicação e interpretação, contribuindo assim para a valorização e divulgação do geopatrimônio.

O mapa interpretativo é sugerido, uma vez que ele pode ser utilizado como um produto de comunicação ao público não-especialista, servindo, portanto, para a popularização do conhecimento das Ciências da Terra. No entanto, o objetivo não deve ser apenas informar a ocorrência e localização de elementos geocientíficos individuais, mas fornecer informações sobre a distribuição e interação dos vários elementos para que haja uma compreensão por parte do público.

## **PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO BRASILEIRO**

O Brasil possui uma grande diversidade de paisagens e fenômenos naturais distribuídos por todo o seu território. O reconhecimento dos valores da geodiversidade e o estabelecimento de estratégias de geoconservação tem facilitado a sistematização das pesquisas para reconhecimento dos locais de relevante interesse.

Instituída em 1997, a Comissão Brasileira de Sítio Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), é responsável por elencar os sítios brasileiros e gerenciar um banco de dados nacional sobre o tema. Atualmente o grupo é formado por treze institui-

ções, dentre elas, a mais recente, a União da Geomorfologia Brasileira (UGB), que vem a dar respaldo ao reconhecimento de sítios geomorfológicos. Até o ano de 2011, a SIGEP não contava com nenhum grupo especializado em Geomorfologia.

Dos cento e dezesseis sítios cadastrados no SIGEP, vinte e três são de natureza geomorfológica, correspondendo a 20% do total. É a segunda categoria mais catalogada (Figuras 16 e 17), ficando atrás apenas dos sítios paleontológicos. Existem ainda quatro sítios catalogados como “Descrição em Linguagem Popular” dos quais, dois têm os aspectos geomorfológicos como atributo principal – Serra do Tombador e a Chapada Diamantina (Figura 18).

O SIGEP apresenta também uma lista de quarenta e nove sítios indicados, ainda não catalogados, dos quais dezenove pertencem à categoria geomorfológica.

Em relação à distribuição espacial, a região Sudeste é a que possui a maior quantidade de sítios catalogados, trinta e oito, seguido pela região Nordeste, com trinta e três, e da região Sul, com vinte e sete sítios. As regiões Centro-Oeste e Norte são as que possuem um vazio de sítios catalogados, apresentando, respectivamente, apenas nove e cinco sítios. Na região Nordeste, o estado da Bahia é o que agrega a maior quantidade, treze sítios, seguido de Pernambuco e Ceará, ambos com seis sítios catalogados, Piauí com quatro e Paraíba e Rio Grande do Norte, com apenas dois sítios. Três sítios são ilhas, que pertencem ao território nacional (Figura 19).

**Figura 16** - Sítio Geomorfológico Biblioteca, no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil, cadastrado no primeiro volume do SIGEP, ano de 2002



**Foto:** Lopes, L.S. (2010).

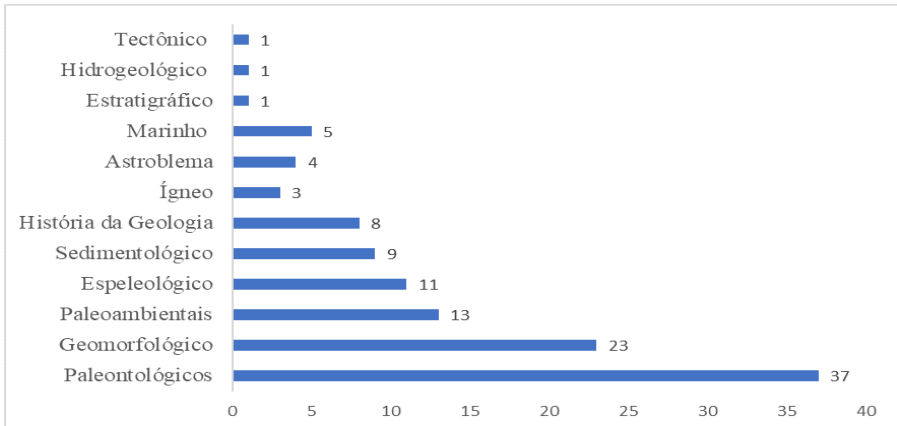
Quando comparado com as regiões Sul e Sudeste, constata-se uma carência de realização de inventários dos geomorfossítios na região Nordeste, como aponta Claudino-Sales (2010). Tal fato, segundo a autora, seria justificável em termos de maior concentração, nas regiões Sul e Sudeste, de cursos de graduação e pós-graduação do país e de desenvolvimento econômico, social e educacional, considerando que quem faz as descrições são pesquisadores de universidades. O fato, porém, não é justificável em termos de características naturais, pois o Brasil possui uma diversidade de paisagens e fenômenos naturais por todo o seu território.

**Figura 17** - Pedra Furada, no Parque Nacional Jericoacoara, Ceará, Brasil. Cadastrado no terceiro volume do SIGEP, em 2013



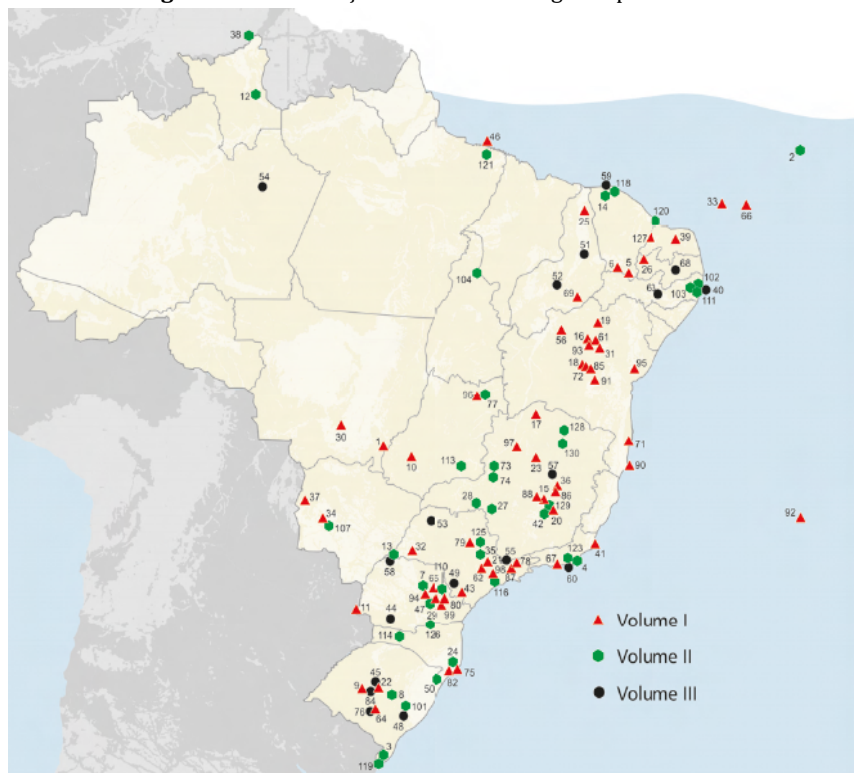
**Foto:** Meira, S. (2013).

**Figura 18** - Sítios catalogados pelo SIGEP por categoria



**Fonte:** Adaptado de Schobbenhaus *et al.* (2002); Winge *et al.* (2009; 2013).

Figura 19 - Localização dos sítios catalogados pelo SIGEP



Fonte: Winge *et al.* (2013).

Quando a análise da distribuição geográfica desce ao detalhe dos geomorfossítios, verifica-se que a situação não sofre alterações, e continua a concentração no segmento meridional do Brasil. Em tal contexto, as maiores regiões naturais do país - região Norte, de domínio da floresta equatorial amazônica, e região central do Brasil, de domínio das savanas, os quais contam ainda com expressiva ocorrência de “áreas de transição”, na qual paisagens dos diferentes domínios se associam para criar um ou mais novos elementos paisagísticos, como indicado por Aziz Ab’Saber (1969) contam, por exemplo, com a menor quantidade de geossítios (CLAUDINO-SALES, 2010, p. 11).

Ainda de acordo com Claudino-Sales (2010), há, no contexto geral, vários sítios que receberam classificação secundária geomorfológica, enquanto variadas outras classes de sítios são, na verdade, geomorfossítios, como em vários exemplos na categoria paleoambiental.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas últimas décadas, houve um aumento de pesquisas voltadas para o inventário dos locais com elementos da geodiversidade de relevante interesse. No entanto, há uma generalização ao se definir as categorias do geopatrimônio, predominantemente identificado como “geológico”. Observam-se, mais recentemente, uma clara autonomia e a afirmação da importância do patrimônio geomorfológico, a partir do aumento de publicações e realização de eventos científicos que o colocam como temática principal. A utilização do termo “geomorfossítio” ainda é bem tímida, havendo predominância do termo geossítio para identificar todas as categorias do geopatrimônio.

Foi possível verificar também a necessidade de buscar novos rumos para as pesquisas acerca do patrimônio geomorfológico, como o aprofundamento da relação com os serviços ecossistêmicos, uma vez que esse patrimônio está estreitamente ligado ao conceito de paisagem. Deve-se dar maior atenção aos aspectos humanos na paisagem, incrementando os estudos acerca da temática “cultural”, ainda pouco explorada, como a antropogeomorfologia, a etnogeomorfologia e a geomorfologia cultural.

A realização de mapeamentos geomorfológicos, já bastante difundidos na ciência geomorfológica, também deve ser orientada para a temática. Por fim, também são de relevância as ações e materiais de cunho geoeducativos, que também vêm ganhando espaço nas pesquisas sobre geodiversidade.

## REFERÊNCIAS

BORBA, A. W. Geodiversidade e geopatrimônio como bases para estratégias de geoconservação: conceitos, abordagens, métodos de avaliação e aplicabilidade no contexto do Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisas em Geociências**. Porto Alegre: v. 1, n. 38, p. 03-14, 2011.

BRASIL. **Decreto-Lei n. 25 de 30 de novembro de 1937**. 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: janeiro de 2020.

BRILHA, J. B. R. **Patrimônio geológico e geoconservação**: a conservação da natureza na sua vertente geológica. São Paulo: Palimage, 2005.

CASSETI, V. **Elementos de geomorfologia**. Goiânia: Editora UFG, 1994.

CLAUDINO-SALES, V. C. Paisagens geomorfológicas espetaculares: geomorfossítios do Brasil. **Revista Geografia (UFPE)**. Recife, v. Especial VIII SINAGEO, n. 3, 2010.

CLAUDINO-SALES, V. C. Morfopatrimônio, morfodiversidade: pela afirmação do patrimônio geomorfológico strictu sensu. **Revista da Casa de Geografia de Sobral**. V. 20, n. 3, 2018.

CORATZA, P.; GIUSTI, C. Methodological proposal for the assessment of the scientific quality of geomorphosites. **Italian Journal of Quaternary Sciences**. n.18 (1), 2005.

DANTAS, M. E.; ARMESTO, R. C. G.; ADAMY, A. A origem das paisagens. In: SILVA, C. R. da. **Geodiversidade do Brasil**. Rio de Janeiro: CPRM, 2008.

FIGUEIRÓ, A. S.; VIEIRA, A. A. B.; CUNHA, L. Proposta de classificação do Patrimônio geomorfológico com vistas à construção de um banco de dados luso-brasileiro. **Anais... ENCONTRO LUSO-BRASILEIRO DE PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO E GEOCONSERVAÇÃO**, Portugal, 2014.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO, ARTÍSTICO E NACIONAL. **Portaria n. 127, de 30 de abril de 2009**. Disponível em: [https://www.normasbrasil.com.br/norma/portaria-127-2009\\_214271.html](https://www.normasbrasil.com.br/norma/portaria-127-2009_214271.html). Acesso em: janeiro de 2020.

LOPES, L. S. O. **Avaliação do patrimônio geomorfológico do litoral piauiense**. 215fl. 2016. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Pernambuco. 2016.

MAMEDE, L. Geomorfologia: abordagem sistêmica em uma microbacia. **Geografares**. Vitória: v. 1, n. 1, 2000.

MEIRA, S. A. 1 foto color digital. **Pedra Furada, no Parque Nacional Jericoacoara, Ceará, Brasil. Cadastrado no terceiro volume do SIGEP, em 2013**.

MIGÓN, P. The significance of landforms: the contribution of geomorphology to the World Heritage Programme of UNESCO. **Earth Surface Processes and Landforms**. N. 39, 2014.

NASCIMENTO, A. M. L.; ROCHA, A. J. D.; NOSLACO, M. C. Patrimônio geológico e mineiro no nordeste do Brasil. **Boletim Paranaense de Geociências**. Paraná, v. 70, 2013. p. 103-119.

NIETO, L. M. Geodiversidad: propuesta de una definición integradora. **Boletín Geológico y Minero**. v. 112, n. 2. 2001.

OLIVEIRA, P. C. A.; PEDROSA, A. S.; RODRIGUES, S. C. Uma abordagem inicial sobre os conceitos de geodiversidade, geoconservação e patrimônio geomorfológico. **Ra'eGa**. Curitiba: v. 29, dez, 2013. p. 92-114.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA EDUCAÇÃO CIÊNCIA, EDUCAÇÃO E CULTURA (UNESCO). **Convenção para proteção do patrimônio mundial, cultural e natural**. 1972. Disponível em: <http://whc.unesco.org/archive/convention-pt.pdf>. Acesso em: janeiro de 2020.

PANIZZA, M. Geomorphosites: concepts, methods and examples of geomorphological survey. **Chinese Science Bulletin**. n. 46, p. 4-5, 2001.

PANIZZA, M.; PIACENTE, S. Geomorphosites and geotourism. **Revista Geográfica Acadêmica**. v. 2, n. 1, 2008, p. 5-9.

- PEREIRA, A. R. Patrimônio geomorfológico no litoral sudoeste de Portugal. **Finis-terra**, XXX, n. 59-60, p. 7-25, 1995.
- PEREIRA, P. J. S. **Patrimônio geomorfológico**: conceptualização, avaliação e divulgação. Aplicação ao Parque Natural de Montesinho. 2006, 370f. Tese de Doutorado em Geociências. Universidade do Minho, 2006.
- PRALONG, J. P. A method for assessing tourist potential and use of geomorphological sites. **Géomorphologie: relief, processus, environnement**. n. 3, 2005.
- REYNARD, E. **Geomorphosites**. European Union: Munchen, 2009.
- REYNARD, E. **Fiche d'inventaire des géomorphosites**. Université de Lausanne. Institute Géographie, rapport non-publié. 2006. Disponível em: <http://www.unil.ch/igul/page17893.html>. Acesso em: fevereiro de 2015.
- REYNARD, E. Géomorphosites et paysages. **Géomorphologie: relief, processus, environment**. Paris: n. 3, 2005. p. 181-188.
- REYNARD, E.; CORATZA, P. Scientific research on geomorphosites: a review of the activities of the IAG working group on Geomorphosites over the last twelve years. **Geogr. Fís. Dinam. Quat**. n. 36, 2013.
- REYNARD, E.; FONTANA, G.; KOZLIK, L.; SCAPOZZA, C. A method for assessing scientific and additional values of geomorphosites. **Geographica Helvetica**. n. 62, 2007.
- REYNARD, E.; PANIZZA, M. Géomorphosites: définition, évaluation et cartographie: une introduction. **Géomorphologie: relief, processus, environment**. Paris: n. 3, 2005. p. 177-180.
- REYNARD, E.; PRALONG, J. P. **Paysagens geomorphologiques**. Paris: Institut Géographie de l'Université Laussane, 2004.
- RODRIGUES, M. L.; FONSECA, A. A valoração do geopatrimônio no desenvolvimento sustentável de áreas rurais. **Anais... COLOQUIO IBÉRICO DE ESTUDOS RURAIS**, VII. Portugal, 2008.
- SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; QUEIROZ, E. T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. Brasília: DNPM, 2002.
- SHARPLES, C. **Concepts and principles of geoconservation**. Published electronically on the Tasmanian Parks & Wildlife Service web site. 3. ed. Set, 2002.
- VIEIRA, A. O patrimônio geomorfológico no contexto da valorização da geodiversidade: sua evolução recente, conceitos e aplicação. **Revistas Cosmos**. v. 7, n.1, 2014.
- VIEIRA, A.; CUNHA, L. Patrimônio geomorfológico: do conceito ao projecto. **Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos**. v. 3, 2006. p. 147-153.
- VIEIRA, A.; CUNHA, L.; Patrimônio geomorfológico: recurso para o desenvolvimento local em espaços de montanha. Exemplos no Portugal Central. **Cadernos de Geografia**. Coimbra. n. 21/23, 2004.
- VIEIRA, A.; CUNHA, L. **Patrimônio geomorfológico: tentativa de sistematização**. In: SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, III, UNAM, Puerto Vallarta, México, 2004.

VIEIRA, A.; CUNHA, L. A importância dos elementos geomorfológicos na valorização da paisagem: exemplos em morfologia cárstica e granítica. **Anais... COLÓQUIO IBÉRICO DE GEOGRAFIA**, IX. AEG e APG, Huelva, 2002.

WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; SOUZA, C. R. G.; FERNANDES, A. C. S.; QUEIROZ, E. T.; BERBERT-BORN, M.; CAMPOS, D. A. **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. V. 2. Brasília: CPRM, 2009.

WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; SOUZA, C. R. G.; FERNANDES, A. C. S.; QUEIROZ, E. T.; BERBERT-BORN, M.; SALLUN FILHO, W.; QUEIROZ, E. T. **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. V. 3. Brasília: CPRM, 2013.

# PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO: A ESTÉTICA COMO VALOR OBJETIVO E FUNDAMENTAL

**Isa Gabriela Delgado de Araújo**

*Geógrafa, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (GEOCERES UFRN), bolsista da Capes.  
E-mail: isiihad@hotmail.com*

**Marco Túlio Mendonça Diniz**

*Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (GEOCERES UFRN). Bolsista produtividade CNPq.  
E-mail: tuliogeografia@gmail.com*

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da concepção de patrimônio é oriundo de discussões internacionais, através da Convenção do Patrimônio Mundial, realizada pela Organização das Nações Unidas (UNESCO), na 17ª reunião ocorrida em Paris (França) no ano de 1972. Foi motivado principalmente pela ação do homem em utilizar os recursos naturais de modo compulsivo. Assim, a Unesco começou a auxiliar a conservação, o progresso e a disseminação do conhecimento (UNESCO, 1972). Nesse contexto, o geopatrimônio seria uma parte do patrimônio natural relativa ao meio físico, sendo o patrimônio geomorfológico uma parcela deste geopatrimônio.

O geopatrimônio é composto por seus geossítios, que, segundo Brilha (2005, p. 52), são a “ocorrência de um ou mais elementos da geodiversidade [...], bem delimitado geograficamente e que apresenta valor singular do ponto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico, ou outro” e sítios da geodiversidade. Brilha (2016), afirma que para ser considerado um geossítio é necessário que o local possua um alto valor científico, e caso apresente algum outro tipo de valor (estético, cultural, turístico) é apontado como sítio da geodiversidade.

Diante disso, surgiram alguns questionamentos: todo geomorfossítio, que conforme Panizza (2001, p. 3) é uma “forma de relevo à qual um valor pode ser atribuído”<sup>1</sup>. Pode ser considerado como um tipo de geossítio? Qual a relevância do valor estético no patrimônio geomorfológico? Será possível avaliar um geomorfossítio de relevante valor estético apenas pelo valor científico? Acredita-se

1 No original: *landform to which a value can be attributed* (tradução nossa).

que a maneira mais coerente de se avaliar e quantificar o patrimônio geomorfológico é através de dois aspectos fundamentais, o valor científico e o valor estético. O objetivo deste capítulo é propor uma metodologia de inventariação e quantificação de geomorfossítios com a finalidade de diminuir a subjetividade, para que a estética seja considerada como um valor concreto, afastando-se, assim, da abstração.

## **PATRIMÔNIO ABIÓTICO E PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO**

Foi imposto na Convenção da Unesco que tanto o patrimônio cultural como o natural estavam sendo ameaçados de destruição, e que, com isso caberia à Organização auxiliar a conservação, o progresso e a disseminação do conhecimento (UNESCO, 1972). Todavia, a importância está relacionada com o patrimônio natural, que pode ser biótico ou abiótico.

Na Convenção mencionada anteriormente, ficou definido como Patrimônio Natural Mundial, pelo Artigo 2:

[...] monumentos naturais constituídos por formações físicas e biológicas ou por grupos de formações que têm um Valor Universal Excepcional do ponto de vista **estético** ou científico, formações geológicas e fisiográficas e áreas estritamente delimitadas que constituem o habitat de espécies, animais plantas ameaçadas que tenham um Valor Universal Excepcional do ponto de vista estético ou científico, lugares naturais ou áreas naturais estritamente definidas, que tenham um Valor Universal Excepcional do ponto de vista da ciência, conservação ou **beleza natural** (UNESCO, 1972, p. 2, grifo nosso).

Pereira (2018, p. 39) salienta que o termo expõe uma “noção de patrimônio natural ligado à estética da paisagem, a valores cênicos, e uma visão sistêmica em relação ao funcionamento da natureza, vinculando o valor universal excepcional à beleza, à ciência e à conservação”. No Brasil, sob a mesma perspectiva cênica, foi promulgado o Decreto-Lei nº 25, de 30 de novembro de 1937, que organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional (BRASIL, 1937).

Assim, no Artigo 1 do Decreto, ficou estabelecido que o patrimônio histórico e artístico nacional é designado como

bens móveis e imóveis existentes no país e cuja conservação seja de interesse público, quer por sua vinculação a fatos memoráveis da história do Brasil, quer por seu excepcional

valor arqueológico ou etnográfico, bibliográfico ou artístico (BRASIL, 1937).

Especificamente no Inciso 2º, relata-se:

§ 2º Equiparam-se aos bens a que se refere o presente artigo e são também sujeitos a tombamento os monumentos naturais, bem como os sítios e **paisagens** que importe conservar e proteger pela **feição notável** com que tenham sido dotados pela natureza ou agenciados pelo indústria humana (BRASIL, 1937, grifo nosso).

Por conseguinte, na mesma década, foram criados os primeiros parques nacionais brasileiros (Parque Nacional de Itatiaia, Parque Nacional do Iguaçu e o Parque Nacional da Serra dos Órgãos), todos enquadrados nos moldes do Parque Nacional de Yellowstone, nos Estados Unidos, o primeiro de todo o mundo, instituído em 1872. Esses parques nacionais eram representados principalmente pela beleza cênica, paisagística e estruturas geológicas (IPHAN, 2004; GRAY, 2013).

Conforme o IPHAN (2004) e Pereira (2018), foi na Constituição Federal da República Federativa do Brasil de 1988 que foi definido de forma abrangente e detalhada o interesse pelo patrimônio natural e cultural no Brasil. Assim, conforme o Artigo 21 da Constituição Federal:

Constituem patrimônio cultural brasileiro os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nos quais se incluem:

I - as formas de expressão;

II - os modos de criar, fazer e viver;

III - as criações científicas, artísticas e tecnológicas;

IV - as obras, objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados às manifestações artístico-culturais;

V - os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, **paisagístico**, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico (BRASIL, 1988, grifo nosso).

Scifoni (2016) e Vieira (2014) afirmam que foi no interior da Unesco, em 1992, através do programa *World Heritage Sites* (Patrimônio Mundial), que foi

criada a paisagem cultural, como categoria específica do patrimônio cultural. No Brasil, a categoria foi instituída a partir da Portaria nº 127 de 30 de abril de 2009 pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), que estabelece a chancela da Paisagem Cultural Brasileira como novo instrumento jurídico para a proteção. Assim, é descrito no Artigo 1º que a “Paisagem Cultural Brasileira é uma porção peculiar do território nacional, representativa do processo de interação do homem com o meio natural, à qual a vida e a ciência humana imprimiram marcas ou atribuíram valores” (IPHAN, 2009).

Na Conferência de Malvern (1993), no Reino Unido, as questões sobre os fatores abióticos começaram a ser debatidas com a finalidade de discutir a Conservação Geológica e Paisagística, assim como as terminologias para a geodiversidade, ocorrendo indefinições, pois os participantes acreditavam que estava sendo um reflexo da biodiversidade (GRAY, 2013).

O que fica evidente é que, tanto na Convenção da Unesco sobre Patrimônio Mundial, como na própria legislação brasileira, o interesse cênico ou estético é indiscutível. Com relação ao patrimônio geomorfológico, não há como separar esse valor de uma avaliação sobre locais com interesse geomorfológico.

Em vista disso, o patrimônio geomorfológico foi mencionado pela primeira vez por Pereira (1995), definindo-o como:

[...] o conjunto de formas de relevo, solos e depósitos correlativos, que pelas suas características genéticas e de conservação, pela sua raridade e/ou originalidade, pelo seu grau de vulnerabilidade, ou, ainda, pela maneira como se combinam espacialmente (a geometria das formas de relevo), evidenciam claro valor científico, merecendo ser preservadas (p. 11).

O patrimônio geomorfológico, para Reynard e Panizza (2005), caracteriza um conjunto de geoformas (formas de relevo) e processos associados capazes de expressar, de forma singular, uma parte da evolução da superfície da Terra, no qual estão inseridos os valores científico-educacional, histórico-cultural, estético e/ou econômico e/ou social significativo. Vieira (2014, p. 38) definiu o patrimônio geomorfológico como:

[...] elementos geomorfológicos constituídos por formas do relevo e depósitos correlativos, desenvolvidos a várias escalas, aos quais se atribui um conjunto de valores (científico, estético, cultural, ecológico e econômico) decorrentes da percepção humana. Estes elementos geomorfológicos, apre-



sentando elevado valor patrimonial, devem ser objeto de proteção legal e promoção cultural, científico-pedagógica e para atividades de lazer, desporto e turismo.

Os locais que compõem o patrimônio geomorfológico foram denominados por vários autores, mas com a mesma lógica de incluir o valor cênico para expressar um local de interesse geomorfológico, como é o caso dos ativos geomorfológicos, proposto por Panizza e Piacente (1993), que podem ser avaliados através dos valores científicos e estético. Para Carton *et al.* (1994), a denominação se aplicava aos bens geomorfológicos, embasada em quatro aspectos: científico, estético, cultural e cênico.

É necessário, portanto, exibir um Valor Universal Excepcional, ou seja, um valor singular. E, para o patrimônio geomorfológico, a paisagem é fundamental, pois se torna altamente relevante para expressar o local em diversas perspectivas (científica, inspiração artística etc.), assim como um atrativo turístico, além de ser bem avaliado e apreciado pelas pessoas.

Ainda assim, tal como menciona Pereira (2018), desde 2012 ocorre uma “incompreensão do patrimônio natural”, ou seja, a questão natural, mais particularmente a abiótica, sofre com a falta de atenção do Governo Federal e dos órgãos ambientais.

Em vista disso, Meira e Morais (2016) alegam que a questão abiótica ficou em segundo plano, sem medidas ou estudos específicos que realçassem a relevância da temática. Tudo isso, segundo os autores por leis e áreas de proteção, criadas no mundo para preservar as espécies vegetais e animais.

Com isso, Scifoni (2006) elenca duas direções para o sentido da construção ideológica do patrimônio natural. A primeira abordagem se refere ao plano mundial, firmando-se como grandiosidade e beleza, expressando uma essência de monumentalidade, como uma preocupação estética e também por intocabilidade, lugares que ainda não sofreram com a ação antrópica. A segunda abordagem, referindo-se ao Brasil, às experiências regionais, trata o patrimônio natural como uma conquista da sociedade, isto é parte da vivência humana. Tais concepções são estabelecidas por Gonçalves (2002), que as relacionou com o patrimônio cultural, embasado nos princípios de “monumentalidade” e “cotidiano”.

O motivo principal de abordar o patrimônio geomorfológico gira em torno da necessidade de disseminar a temática no âmbito da geografia, que, conforme Claudino-Sales (2018), possui ainda muitas barreiras, afastando alunos iniciantes a trabalhar com a geodiversidade, devido à proporção geológica com

que foi tomada ao longo dos anos e que ainda tem pouco espaço no âmbito do geopatrimônio.

Nesse contexto, merece destaque a União da Geomorfologia Brasileira (UGB), que conforme Claudino-Sales (2018), só foi convidada a participar e integrar a SI-GEP (Comissão Brasileira de Sítio Geológicos e Paleobiológicos) no ano de 2011, tudo em meio a protestos, visto que a referida Comissão foi criada no ano de 1997, pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

Em nível mundial, a Associação Internacional de Geomorfologia (IAG) criou um Grupo de Trabalho (*Geomorphosites*), dedicado aos geomorfossítios, em setembro de 2001, na V Conferência Internacional de Geomorfologia, realizada em Tóquio, focando em seu conceito, métodos de avaliação, mapeamento e proteção (REYNARD; PANIZZA, 2005; REYNARD, CORATZA; 2007). Além disso, adotou-se o termo geomorfossítio proposto por Panizza (2001), ou seja, o que antes era Grupo de Trabalho de Sítios Geomorfológicos foi transformado em Grupo de Trabalho de Geomorfossítios.

É notório que no Brasil foram 14 anos sem atenção específica à geomorfologia, sendo sempre analisada de forma secundária, atrelada ao geológico, embora isso também tenha ocorrido em nível mundial. E, mesmo assim, Claudino-Sales (2018) expõe que, apesar disso, a geomorfologia ainda apresenta pouco espaço. Isso só será sanado com a intensificação de trabalhos científicos que demonstrem a importância dos locais de interesse geomorfológico.

Dessa maneira, os métodos e técnicas da geomorfologia podem agregar à questão do geopatrimônio, através do patrimônio geomorfológico, principalmente por relacionar um afloramento com a paisagem circundante, o que não ocorre na geologia (RODRIGUES; FONSECA, 2008). Dessa maneira, assim como afirma Reynard (2005), os estudos paisagísticos são centrais para a geomorfologia.

Os geomorfossítios são objetos geomorfológicos que podem ser considerados simples, bem como grandes partes da paisagem, contudo, eles podem ser modificados, danificados ou destruídos pela ação humana. Para serem considerados como tal, não necessitam apresentar algum tipo de padrão, mas sim alguma importância científica ou estética para a sociedade (REYNARD; PANIZZA, 2005). No contexto referido, Pereira (2006) os caracteriza pelas suas geoformas, atribuindo-lhes um ou mais tipos de valor (cultural, estético, ecológicos, dentre outros).

Desse modo, ele se diferencia dos outros tipos de patrimônio por três principais características: viés estético, viés dinâmico e sobreposição de escalas. O componente estético é primordial na escolha dos locais a serem avaliados do

ponto de vista turístico; o caráter dinâmico concede a visualização dos processos atuais; e a sobreposição de escalas se relaciona com os geomorfossítios ativos (processos atuais) que são um alicerce para entender as condições paleogeográficas e que conduziram o desenvolvimento dos geomorfossítios passivos (arquivos da história da Terra) (REYNARD, 2005)..

Contudo, os ativos expressam um alto valor educacional (REYNARD, 2005). É notório que não tem como separar a estética do patrimônio geomorfológico, seja no conceito ou na legislação brasileira. Não seria coerente avaliá-lo apenas por um caráter científico, pois, na geomorfologia, a finalidade maior é compreender a paisagem de um determinado local. E, como afirma Scifoni (2006), a estética é uma preocupação para a monumentalidade, pois as pessoas consideram significativamente os lugares representativos, e a estética é uma categoria relevante para caracterizar um local de interesse geomorfológico.

Porém, Brilha (2016) afirma que, para ser considerado um geossítio, é necessário que o local possua um alto valor científico. Caso apresente algum outro tipo de valor (estético, cultural, turístico), é apontado como sítio da geodiversidade. Contudo, é visto que a influência do autor é de caráter altamente geológico, devido à sua formação, e, com isso, a paisagem muitas vezes se torna menos relevante. Por outro lado, o contrário ocorre entre geógrafos, especialmente os geomorfólogos.

Geomorfossítio é um tipo específico de geossítio (REYNARD, 2009), visto que esse último é mais amplo, contemplando todos os sítios de interesse da geodiversidade, e que aquele se refere apenas a sítios de interesse estritamente geomorfológico. Dessa forma, existem duas abordagens para caracterizar os geomorfossítios, uma de forma ampla e a outra de forma restrita, embasada nas proposições de Reynard (2004).

A primeira maneira afirma que, para ser geomorfossítio, o local de interesse geomorfológico deve ter alto valor científico (REYNARD, 2004), que expressa uma relevância singular das formas de relevo em relação à compreensão da história da Terra e do clima (GRANDGIRARD, 1999). Essa concepção coaduna com a de Brilha (2016) ao definir geossítio; Por outro lado, considerando a visão mais ampla, a definição de geomorfossítios considera os valores científico, estético, cultural/histórico e econômico (REYNARD, 2009; REYNARD; CORATZA, 2013). Tal concepção está presente em Panizza e Piacente (1993), Panizza (2001) e Panizza e Piacente (2003).

Assim, questiona-se: Onde fica a estética no patrimônio geomorfológico? Será possível avaliar um local paisagístico apenas pelo valor científico? Qual a relevância do valor estético no patrimônio geomorfológico? O que fica evidente é a

necessidade de disseminar uma forma de avaliar o patrimônio geomorfológico e sobretudo a estética dos geomorfossítios, transformando-a em algo mais concreto e quantitativo. Então, sugere-se que para ser considerado um geomorfossítio é fundamental levar em conta tanto o valor científico quanto o estético, estendendo a versão restrita da caracterização e tornando esses parâmetros como temas centrais para a definição do valor geomorfológico.

## **A ESTÉTICA COMO VALOR CONCRETO**

A avaliação sobre a estética consiste, na maioria das vezes, em um caráter subjetivo, devido à interpretação que cada indivíduo possui sobre a paisagem. Contudo, neste capítulo, apresenta-se uma proposta com a finalidade de diminuir a abstração, para que, atrelado ao valor científico, seja quantificado o valor estético de modo concreto, para se chegar ao valor geomorfológico (junção de valor científico com valor estético).

A proposta é embasada em Pereira (2010), que retratou a geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada da Diamantina (Bahia – Brasil), com o acréscimo de um parâmetro desenvolvido por Brilha (2016), que se refere às condições de observação do local de interesse geomorfológico. Foram realizadas várias adaptações, com a finalidade de dispor algo mais próximo da realidade geomorfológica e de trazer parâmetros mais concretos, para que a avaliação paisagística ou estética não seja atrelada diretamente à percepção humana, e tenha um caráter mais objetivo.

Com o passar dos anos, percebe-se que a subjetividade ainda domina o cenário da estética, até pelo motivo da dificuldade de quantificar uma beleza cênica. Esse é o caso do trabalho de Belino, Beltrão e Marenzi (2018), que utilizaram a metodologia da Qualidade Visual da Paisagem (QVP) de Marenzi (1996), uma contemplação da paisagem através de fotografias, que são avaliadas entre moradores e usuários do local, que, para cada imagem, atribuem notas de 1 a 5 para numerar a beleza de determinado lugar.

Assim, com a intenção de diminuir a subjetividade e buscar critérios objetivos ou quantitativos, o Valor Estético (VEst) proposto neste capítulo organiza-se em cinco parâmetros: raridade, integridade, variedade de elementos da geodiversidade e/ou temáticas associadas, qualidade visual e condições de observações (Quadro 01). O valor estético será quantificado de 0 a 4, com um valor máximo de todos os critérios correspondendo a 20, apenas por soma, visto que todos os itens apresentam o mesmo grau de relevância.

A partir do resultado da soma da categoria, é possível enquadrar o local de interesse em três tipos de classes sobre o valor estético: baixo valor estético, médio valor estético e alto valor estético (Quadro 2). O intuito é avaliar e analisar o grau

de espetacularidade que o local de interesse geomorfológico apresenta em termos quantitativos, buscando não envolver parâmetros abstratos que dificultam cientificamente a comprovação da beleza cênica. Nessa proposta, considera-se geomorfossítio o sítio que tenha alto valor científico ou estético.

Os três primeiros parâmetros são derivados da metodologia de Pereira (2010), com adaptações. O primeiro item inicialmente estava ligado ao valor intrínseco, porém uma quantificação de raio de distância para representar melhor o local. O segundo também é correspondente ao valor intrínseco em Pereira (2010). Por fim, o terceiro item considera a variedade de elementos da geodiversidade e/ou temáticas associadas, que foi a junção de parâmetros do valor intrínseco (variedade de elementos da geodiversidade) e do valor científico (diversidade de interesses/temáticas associadas), elencando a eles apenas quantos aspectos existem no local.

**Quadro 1** - Categoria do valor estético

TÓPICOS	VALOR ESTÉTICO	0	1	2	3	4
1	<b>Raridade</b>	Geomorfossítio de ocorrência comum na área da investigação (mais de 10 ocorrências) em um raio de 200 Km.	Entre 6 e 10 exemplares com características similares na área, dentro do mesmo contexto geomorfológico em um raio de 200 Km.	Existência de até 5 exemplares com características similares na área, dentro do mesmo contexto geomorfológico em um raio de 200 Km.	Existência de até 3 exemplares com características similares na área, dentro do mesmo contexto geomorfológico em um raio de 200 Km.	Exemplar único na área em um raio de 200 Km ou $\geq 3$ ocorrências com raio de 500 Km.
2	<b>Integridade</b>	Geomorfossítio deteriorado e descaracterizado, de maneira que a observação dos elementos de interesse esteja comprometida e sem possibilidade de recuperação.	Geomorfossítio deteriorado, porém ainda permite a visualização dos aspectos de interesse, sem possibilidade de ser recuperado.	Geomorfossítio deteriorado, porém ainda permite a visualização dos aspectos de interesse com possibilidade de recuperação.	Geomorfossítio com alguma deterioração, porém permite a visualização dos aspectos de interesse e com possibilidade de ser recuperado.	Geomorfossítio íntegro e sem qualquer deterioração e sem necessidade de recuperação.
3	<b>Variedade de elementos da geodiversidade e/ou temáticas associadas</b>	Sem associação com elemento ou temática associada à geodiversidade.	Associação com apenas um elemento ou temática associada à geodiversidade.	Associação com dois elementos ou temáticas associadas à geodiversidade.	Associação com três ou quatro elementos ou temáticas associadas à geodiversidade.	Associação com mais de quatro elementos ou temáticas associadas à geodiversidade.

<b>4</b>	<b>Qualidade Visual</b>	Geomorfossítio sem qualquer relevância estética.	Geomorfossítio inserido em local aprazível ou dotado de algum elemento com apelo estético.	Geomorfossítio inserido em local aprazível, dotado de apelo cênico. Com verticalidade (<50m) ou contraste de cores de quatro ou mais.	Geomorfossítio inserido em local aprazível, dotado de apelo cênico. Com verticalidade (>50m), relevo montanhoso e contraste de quatro a seis cores.	Geomorfossítio dotado de espetacularidade estética e inserido em local aprazível, dotado de apelo cênico. Com verticalidade (>50m), relevo montanhoso e contraste de sete cores ou mais.
<b>5</b>	<b>Condições de observações</b>	Sem condições de visualização.	Apenas visível com equipamentos.	Limitado pela vegetação.	Boa, mas obriga deslocamento.	Excelente para todos os elementos geomorfológicos da paisagem.

**Fonte:** Adaptado de Pereira (2010) e Brilha (2016).

**Quadro 2** - Classes do valor estético

Classes do Valor Estético	
Baixo	0 – 9
Médio	9 < 16
Alto	16 – 20

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

Assim, todos os parâmetros do valor estético são avaliados como: raridade, que vai expressar a importância que o local apresenta em termos de sua ocorrência geomorfológica na área investigada, traçando um raio de distância; a integridade, que indicará o nível de conservação do sítio, ou seja, qual o estado em que se encontram os elementos geomorfológicos; a variedade de elementos da geodiversidade, e/ou temáticas associadas que aponta a quantidade de interesses e de elementos ou temáticas associadas ao patrimônio geomorfológico (hidrologia, mineralogia, petrologia, oceanografia, hidrografia etc.).

Tendo em vista que o patrimônio geomorfológico é essencialmente de caráter paisagístico, é necessário caracterizar e avaliar sua estética, de acordo com a espetacularidade. Diante disso, conforme mencionam Pereira (2006) e Lopes (2017), o valor estético é representado principalmente pela sua dimensão, estado de conservação, contraste de elementos geomorfológicos e cores, presença de água e interação com outros elementos. Contudo, a categoria criada como espetacularidade é derivada principalmente de dois parâmetros relevantes: o contraste de cores e a verticalidade. Reynard (2006), para definição do valor es-

tético, considerou a presença de mirantes, contraste de cores, desenvolvimento vertical e estruturação espaço do sítio.

Para esse critério, foram desenvolvidas técnicas para representar os dois itens. O primeiro ponto é mensurado a partir do número de cores contrastantes existentes na paisagem, ou seja, através de um documento icnográfico da área, é possível, por meio de programas de computador, capturar as cores existentes em fotografias retiradas em campo, e, assim, construir uma paleta de cores com a quantidade das cores mais representativas da paisagem, podendo exibir também o RGB de cada uma, como pode ser observado na Figura 20. Já a verticalidade é medida por altímetros ou mesmo receptores de GPS.

**Figura 20** - Contraste de cores da Praia de Picos, Icapuí/CE



**Fonte:** Elaborado por Matheus Dantas (2020), com foto de Diniz (2019).

Assim, a qualidade visual é avaliada a partir do contraste de cores e de verticalidade. Desse modo, o contraste de cores precisa obter a quantidade de sete cores ou mais, e a verticalidade precisa corresponder a >50 metros em relevo montanhoso (inclinação >45°), para que um geomorfossítio seja considerado como espetacular. E, por fim, as condições de observações refletem a melhor maneira de visualizar os elementos do patrimônio geomorfológico, utilizando os parâmetros desenvolvidos por Brilha (2016).

Comumente os geomorfossítios com alto valor estético têm paisagens espetaculares (**qualidade visual**), com relevo montanhoso e contraste de muitas cores.

Esse contraste reflete, em geral, uma grande **variedade de elementos da geodiversidade e/ou temáticas associadas**, pois essas várias cores são resultado da presença de água, vegetação, afloramentos rochosos, dentre outros elementos de interesse da geodiversidade e outras temáticas do patrimônio natural.

Esses locais espetaculares geralmente estão ainda bem preservados (**integridade**), são excepcionais no contexto regional (**raridade**), e, às vezes, até mundial, e apresentam boas **condições para observação** para o público em geral.

Assim, geomorfossítios são considerados principalmente pelo valor científico e valor estético. Caso apresentem valores gerais (turístico, cultural, histórico, religioso, ecológico) serão classificados como locais de interesse geomorfológico.

## **ESTÉTICA NO SEMIÁRIDO**

O clima semiárido no Nordeste Brasileiro tem um papel fundamental na estética do geopatrimônio. Nesse tipo de clima, o estresse hídrico permite o aparecimento de uma savana estépica, muitas vezes gramíneo-lenhosa a recobrir o relevo, excetuadas as paisagens de exceção, que, por condições excepcionais de disponibilidade de água de subsuperfície ou por rios alóctones como o São Francisco, podem abrigar matas. Em geral, no semiárido, ficam à mostra suas formas de relevo, contudo, a quantidade de chuvas são suficientes para ativar processos geoquímicos de oxidação e dissolução, por exemplo, responsáveis por exposição de cores contrastantes nos afloramentos rochosos, especialmente em escarpas em rochas sedimentares e em solos com presença de horizontes latossólicos e/ou plúnticos.

Assim, tanto os processos morfodinâmicos como as formas ficam aparentes, o que não ocorreria se o clima fosse mais úmido, pois, na maioria dos locais, a umidade propicia o aumento da cobertura vegetal, e, com isso, parte da geodiversidade é ocultada por essa vegetação. Mas isso não quer dizer que em clima úmido não exista o geopatrimônio, no entanto, nos locais que apresentam um clima semiárido, a geodiversidade se torna mais aflorante nos períodos de estiagem.

Não apenas áreas interioranas são beneficiadas com a exposição de elementos abióticos, mas também o é o litoral setentrional do Nordeste brasileiro, o único em todo a costa atlântica do continente a expor um clima semiárido. Desse modo, tem considerável representatividade tanto em costa alta, distinguindo um alto grau de espetacularidade, pois apresenta verticalidade significativa e contraste



de cores elevado, tendo como exemplo as dunas recobrimdo o tabuleiro, como em costa muito baixa, indicando extenso estirâncio e dunas de coloração variada.

Diante disso, no litoral setentrional do NE, tendo como exemplo o município de Icapuí/CE, é possível observar, conforme a metodologia mencionada neste capítulo, que existem as três classes de valor estético na área litorânea. Em ordem crescente, no primeiro nível (Baixo), se enquadra a Praia de Manibu, apresentando um valor estético total de 8.

O local, com referência à raridade, expressa uma ocorrência comum na área de investigação; quanto à integridade, é um local deteriorado, pois se trata de praia urbanizada, mas que permite a visualização dos aspectos de interesse; com relação à variedade de elementos da geodiversidade e temáticas associadas, só apresenta um tipo, que é a oceanografia; a qualidade visual corresponde à um local aprazível, devido à presença da água (mar) à inexistência de um contraste superior a sete cores, indicando apenas três - RGB (118; 115; 110), RGB (146; 137; 128) e RGB (186; 199; 216) e à inexistência de verticalidade, pois é um relevo plano (Figura 21); e por fim, expõe uma condição de visualização satisfatória para todos os elementos geomorfológicos.

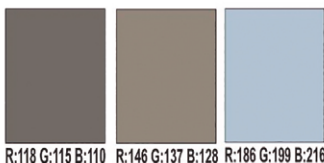
Para o segundo nível (Médio), é mencionado o Mirante da Serra do Mar, que obteve uma pontuação de 15. Sua raridade é referente à existência de até três exemplares com características semelhantes, em um raio de 200 Km; a integridade do local apresenta deterioração, mas com a possibilidade de visualização e de recuperação; a variedade de elementos da geodiversidade ou temáticas associadas corresponde a três aspectos (geologia, petrologia e oceanografia); a qualidade visual da área representa uma apelo cênico com verticalidade inferior aos 50 metros (paleofalésia) e contraste de nove cores - RGB (110; 177; 229), RGB (41; 58; 26), RGB (130; 157; 76), RGB (186; 216; 94), RGB (129; 101; 87), RGB (177; 154; 136), RGB (213; 196; 189), RGB (210; 152; 128) e RGB (252; 247; 151); e suas condições de visualização é excelente para todos os elementos geomorfológicos.

**Figura 21 - Cores contrastantes da Praia de Manibu**

**PRAIA DO MANIBU**



**CORES  
CONTRASTANTES**



**Fonte:** Elaborado por Matheus Dantas (2020). Foto de Araújo (2019).

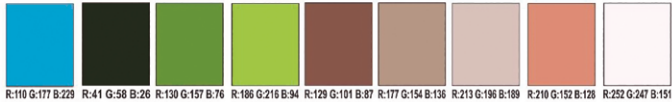
No terceiro nível (Alto), é enquadrada a Praia de Ponta Grossa, obtendo uma pontuação de 17. Na área investigada, a raridade do local é referente à ocorrência de até três exemplares semelhantes, em um raio de 200 Km. O estado de conservação da praia (Integridade) exhibe deterioração, mas permite a visualização dos elementos de interesse; a variedade de elementos da geodiversidade e temáticas associadas condiz a mais de quatro elementos (mineralogia, petrologia, geologia, oceanografia, hidrogeologia).

A qualidade visual do local é considerado espetacular, devido à verticalidade de 80 metros, contabilizando a falésia e as dunas e contraste de 11 cores - RGB (37; 91; 149), RGB (98; 162; 197), RGB (100; 171; 217), RGB (105; 81; 57), RGB (100; 100; 99), RGB (140; 90; 84), RGB (187; 118; 102), RGB (215; 140; 113), RGB (212; 161; 129), RGB (234; 182; 137) e RGB (255; 227; 189) (Figura 22). Finalizando, as condições de visualização são boas, porém necessitam de deslocamento.

Figura 22 - Cores contrastantes do Mirante da Serra do Mar  
**MIRANTE DA SERRA DO MAR**



CORES  
CONTRASTANTES

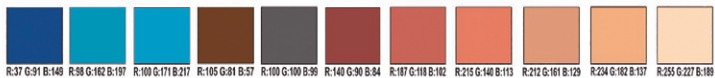


Fonte: Elaborado por Matheus Dantas (2020). Foto de Araújo (2019).

Figura 23 - Cores contrastantes da Praia de Ponta Grossa  
**PRAIA DE PONTA GROSSA**



CORES  
CONTRASTANTES



Fonte: Elaborado por Matheus Dantas (2020). Foto de Araújo (2019).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O patrimônio geomorfológico apresenta em seus conceitos e terminologias, tanto em nível mundial como na legislação brasileira, uma influência estética sobre os elementos não vivos. Assim, é demasiado restritivo descrever e avaliar o patrimônio geomorfológico apenas pelo valor científico, pois não abarca o aspecto mais importante do relevo que é o visual, tendo em vista que esse tipo de patrimônio é diretamente relacionado com o caráter paisagístico.

Diante disso, nos propusemos a avaliar o patrimônio geomorfológico tomando como base dois parâmetros principais, o científico e o estético, visando diminuir a subjetividade do segundo item, e propor algo mais concreto. Assim, um dos itens inserido reflete no grau de espetacularidade, que retrata um local espetacular quando se apresenta uma verticalidade superior a 50 metros e um contraste de mais de sete cores.

A estética apresentada nos locais tem uma influência direta com o clima, principalmente o semiárido, mas isso não quer dizer que em lugares mais úmidos não exista a geodiversidade. Tal fato também é observado em clima semiárido no Brasil visto que não só o sertão apresenta exuberância em suas estruturas, como também se observa no litoral setentrional nordestino. Tudo isso por exibir dois tipos de costas, o que muda a configuração da paisagem. A costa alta expõe um grau de espetacularidade elevado, conforme a verticalidade e contraste de cores, tendo como exemplo dunas em cima de tabuleiros; e, por fim, a costa baixa, representada principalmente por um extenso estirâncio e ampla presença de dunas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela bolsa de mestrado da primeira autora e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa do segundo autor e ao financiamento da pesquisa pelo edital universal.

## REFERÊNCIAS

BELINO, J. A. T; BELTRÃO, M. C; MARENZI, R. C. Análise da qualidade visual da paisagem de praias arenosas na orla de Itajaí-SC. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 21, n. 2, p. 19-25, 2018.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil (1988). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, out. 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm). Acesso em: 28 jan. 2020.

BRASIL. Decreto-Lei nº 25, de 30 de novembro de 1937. Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, nov. 1937. 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: 28 jan. 2020.

BRILHA, J. Inventory and Quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review. **Geoheritage** 8, p. 119-134, 2016.

BRILHA, J. **Patrimônio Geológico e Geoconservação**: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Palimage: Braga, 2005

CARTON, A.; CAVALLIN, A.; FRANCAVILLA, F.; MANTOVANI, F.; PANIZZA, M.; PELLEGRINI G. G.; TELLINI C. Ricerche ambientali per l'individuazione e la valutazione dei beni geomorfologici – metodi ed esempi. **Il Quaternario**, v. 7, n. 1, p. 365-372, 1994.

CLAUDINO-SALES, V. Morfopatrimônio, morfodiversidade: pela afirmação do patrimônio geomorfológico *strict sensu*. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 20, p. 3-12, 2018.

GONÇALVES, J. R. S. Monumentalidade e cotidiano: os patrimônios culturais como gênero de discurso. In: OLIVEIRA, L. (Org.). **Cidade: História e Desafios**. Rio de Janeiro: Editora FGV, p. 108-123, 2002.

GRANDGIRARD, V. L'évaluation des géotopes. **Geologia Insubrica**, Friburgo, n. 4, p. 59-66, 1999.

GRAY, M. **Geodiversity**: valuing and conserving abiotic nature. 2. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 495p, 2013.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). **O Patrimônio Natural no Brasil**, 2004. Disponível em: [http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/Patrimonio\\_Natural\\_no\\_Brasil.pdf](http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/Patrimonio_Natural_no_Brasil.pdf). Acesso em: 10 jan. 2020.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN)/ DEPARTAMENTO DE PATRIMÔNIO MATERIAL (DEPAM). **Paisagem Cultural**, 2009. Disponível em: [http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Livreto\\_paisagem\\_cultural.pdf](http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Livreto_paisagem_cultural.pdf). Acesso em: 10 jan. 2020.

LOPES, L. S. O. **Estudo metodológico de avaliação do patrimônio geomorfológico**: aplicação no litoral do estado do Piauí. 2017. 216 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

MARENZI, R. C. **Estudo da valoração da paisagem e preferências paisagísticas no município da Penha-SC**. 1996. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1996.

MEIRA, S. A.; MORAIS, J. O. OS CONCEITOS DE GEODIVERSIDADE, PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E GEOCONSERVAÇÃO: ABORDAGENS SOBRE O PAPEL DA GEOGRAFIA NO ESTUDO DA TEMÁTICA. **Boletim de Geografia**, v. 34, n. 3, p. 129-147,

Maringá, mai. 2016. Universidade Estadual de Maringá. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/29481>. Acesso em: 15 jan. 2020.

PANIZZA, M., PIACENTE, S. Geomorphological assets evaluation, *Zeitschr. Zeitschr Zeitschrift für Geomorphologie (ZfG)*, p. 13-18, 1993.

PANIZZA, M; PIACENTE, S. **Geomorfologia culturale**. Bologna: Ed. Pitagora, 2003.

PANIZZA, M. Geomorphosites: concepts, methods and examples of geomorphological survey. **Chinese Science Bulletin**, vol. 4-6, n. 46, 2001.

PEREIRA, A. R. Patrimônio geomorfológico no litoral sudoeste de Portugal. **Finis-terra**, n. 59-60, p. 7-25, 1995.

PEREIRA, D. C. Patrimônio natural. **Revista CPC**, v. 13, n. 25, p. 34-59, set. 2018. Universidade de São Paulo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBiUSP. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.1980-4466.v13i25p34-59>. Acesso em: 15 jan. 2020.

PEREIRA, P. J. S. **Patrimônio geomorfológico: conceptualização, avaliação e divulgação. Aplicação ao Parque Natural de Montesinho**. 2006, 370f. Tese (Doutorado em Geociências) – Escola de Ciência, Universidade do Minho, 2006.

PEREIRA, R. G. F. A. **Geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina (Bahia-Brasil)**. 2010. 318 f. Tese (Doutorado em Geologia). Universidade do Minho. Portugal, 2010.

REYNARD E.; CORATZA P. Geomorphosites and geodiversity: a new domain of research. **Geographica Helvetica**, 62, p. 138-139, 2007.

REYNARD, E.; CORATZA, P. Scientific research on geomorphosites. A review of the activities of the iag working group on geomorphosites over the last twelve years. **Geografia Física e Dinâmica Quartenária**, p. 159-168, 2013.

REYNARD, E. Géotopes, géo(morpho)sites et paysages géomorphologiques. *In*: Reynard, E.; Pralong, J. P. (Org.) **Paysages géomorphologiques**. Lausanne: Institut de géographie, Travaux et Recherches, v. 27, 2004, p. 124 136.

REYNARD, E. Géomorphosites et paysages. **Géomorphologie: relief, processus, environment**. Paris, n. 3, p. 181-188, 2005.

REYNARD, E. Fiche d'inventaire des géomorphosites. Université de Lausanne. **Institute Geographie, rapport non-publié**, 2006. Disponível em: <http://www.unil.ch/igul/page17893.html>. Acesso em: 25 fev. 2020.

REYNARD, E. Geomorphosites: definitions and characteristics. *In*: REYNARD, E.; CORATZA, P.; REGOLINIBISSIG, G. (Org.) **Geomorphosites**. Munique: Verlag Dr. Friedrich Pfeil, 2009, p. 63-71.

REYNARD, E; PANIZZA, M. Géomorphosites: définition, évaluation et cartographie: une introduction. **Géomorphologie: relief, processus, environment**. Paris, n. 3, p. 177-180, 2005.

RODRIGUES, M. L; FONSECA, A. A valoração do geopatrimônio no desenvolvimento sustentável de áreas rurais. *In*: VII COLÓQUIO IBÉRICO DE ESTUDOS RU-

RAIS, 2008, Coimbra. **Anais...Coimbra: A Sociedade Portuguesa de Estudos Rurais (SPER), 2008.**

SCIFONI, S. Os diferentes significados do patrimônio natural. **Revista Diálogos**. Maringá, v. 10, nº 3, p. 55-78, 2006.

SCIFONI, S. Paisagem cultural. *In*: GRIECO, Bettina; TEIXEIRA, Luciano; THOMPSON, Analucia (Org.). **Dicionário IPHAN de Patrimônio Cultural**. 2. ed. Rev. ampl. Rio de Janeiro, Brasília: IPHAN/DAF/Copedoc, 2016. (verbete). ISBN 978-85-7334-299-4.

UNESCO. **Convenção para o patrimônio mundial, cultural e natural**. Paris: Unesco, 1972.

VIEIRA, A. O patrimônio geomorfológico no contexto da valorização da geodiversidade: sua evolução recente, conceitos e aplicação. **Revistas Cosmos**. v. 7, n.1, 2014.





The background is a dark gray color with various white geometric elements. There are several thin white circles and arcs scattered across the page. A large, semi-transparent gray circle is centered on the page, serving as a backdrop for the text. In the top-left corner, there is a larger circle filled with diagonal white stripes. In the top-right corner, there are concentric white circles and a small striped circle. In the bottom-left corner, there are a few small white circles. In the bottom-right corner, there is a grid of small white dots.

# PARTE 3

## TEORIA E FATO GEODIVERSIDADE NO SEMIÁRIDO



# GEODIVERSIDADE E POTENCIAL GEOTURÍSTICO DA PAISAGEM CÁRSTICA DO SEMIÁRIDO DO RIO GRANDE DO NORTE (NE DO BRASIL)

**Wendson Dantas de Araújo Medeiros**

*Professor Doutor do Departamento de Gestão Ambiental e do Mestrado em Geografia da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN).*

*E-mail: wendsonmedeiros@uern.br*

**Jéssica Jessiana Ferreira Alves**

*Gestora Ambiental, Mestra em Geografia pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN).*

*E-mail: jessicajfa0@gmail.com*

## INTRODUÇÃO

Os primeiros trabalhos acadêmicos relacionados à geodiversidade no Brasil, sobretudo a partir de uma concepção restrita do termo, na área das geociências e da Geografia Física, são remetidos ao início do século XXI. Segundo Ruchkys *et al.* (2017), o primeiro trabalho foi realizado por Medeiros (2003) e envolvia sítios geológicos e geomorfológicos na região semiárida do Rio Grande do Norte. De lá para cá, a frequência de trabalhos apresentados em reuniões acadêmicas aumentou consideravelmente, tornando-se uma temática bem aceita no âmbito das geociências. Contudo, nem sempre foi assim, sobretudo, no Brasil.

Apesar de muito discutido nas últimas décadas, o termo geodiversidade ainda é alvo de muitas divergências, controvérsias e contradições. Muitas vezes, isso ocorre em função de ser trabalhado em diferentes áreas do saber e por profissionais diversos, o que poderia justificar a dificuldade de consenso em sua formulação. Porém, são comuns divergências dentro de uma mesma área científica, como nas geociências. E, tendo em vista que, juntamente com o conceito da geodiversidade, outros vêm à tona, como Geopatrimônio, Geoconservação, Geoturismo, as divergências são acompanhadas por esses termos associados, a depender dos objetivos de um dado grupo ou escola científica, seja por questões estratégicas ou ideológicas. Em consequência, isso pode dificultar a aplicação dos estudos de geodiversidade, sobretudo no que concerne à adoção de políticas públicas conservacionistas e de desenvolvimento turístico em áreas como o semiárido brasileiro.

Nesse contexto, pretende-se discutir aqui as questões relacionadas aos aspectos conceituais que envolvem a geodiversidade e seus termos associados e apresentar o potencial da geodiversidade cárstica de uma área no semiárido do estado do Rio Grande do Norte para o desenvolvimento do geoturismo como uma oportunidade de aplicação dos estudos de geodiversidade voltados ao desenvolvimento do semiárido nordestino.

## **ASPECTOS HISTÓRICO-CONCEITUAIS SOBRE A GEODIVERSIDADE**

As abordagens em relação ao termo geodiversidade envolvem desde concepções mais amplas a mais restritas. As mais restritas estão diretamente relacionadas à época em que foram concebidas.

A primeira utilização do termo foi feita através dos estudos realizados pelo geógrafo argentino Federico Alberto Daus, na década de 1940. Essa utilização possuía um enfoque mais amplo ao usar o termo para diferenciar áreas da superfície terrestre, no marco da Geografia Cultural, definindo geodiversidade como a diversidade geográfica dos lugares (MEDEIROS; OLIVEIRA, 2011; CAÑADAS; RUIZ FLAÑO, 2007).

Porém, a divulgação do termo geodiversidade, bem como do termo geoconservação, só passou a acontecer a partir dos anos 90, mais precisamente no ano de 1991, no ápice das discussões conservacionistas a nível mundial, através de uma exposição oral feita por Mick Stanley, no primeiro Simpósio Internacional sobre a Proteção do Patrimônio Geológico, em Digne Les Bains, na França. A partir de uma concepção mais restrita sobre geodiversidade, a divulgação foi realizada por geólogos e geomorfólogos mediante a necessidade de um termo que envolvesse os elementos geológicos e geomorfológicos do planeta Terra, uma vez que já havia um termo muito bem difundido para representar a diversidade de flora e fauna, sendo esse biodiversidade (BUREK; POTTER, 2002).

Um marco relacionado à divulgação dos termos geodiversidade e geoconservação foi a Conferência de Malvern sobre Conservação Geológica e Paisagística, ocorrida em 1993 no Reino Unido. Contudo, apesar da divulgação, não foi dada a devida atenção a um maior aprofundamento sobre suas discussões, os quais só passaram a ser mais utilizados a partir dos anos 2000, o que compreende conceitos muito recentes e também um novo paradigma das Geociências (BORBA, 2011; NASCIMENTO *et al.*, 2008; GRAY, 2008; BRILHA, 2005).

As concepções amplas e restritas da geodiversidade geraram, e ainda geram, divergências em relação a sua definição. Alguns autores, como Lopes e Araújo

(2011) e Silva *et al.* (2001), abordam o termo de forma ampla, abrangendo o conjunto de elementos abióticos, bióticos e, até mesmo, os elementos culturais. Essas concepções se aproximam da definição atribuída por Frederico Alberto Daus, quem primeiramente considerou a geodiversidade em uma perspectiva mais abrangente (CAÑADAS; RUIZ FLAÑO, 2007).

Há autores, contudo, que consideram a definição do termo de forma mais restrita, que é a corrente de pensamento atualmente mais utilizada e bem aceita. Nessa linha de pensamento, a geodiversidade é tida como o conjunto de elementos abióticos que constituem o planeta Terra, o que facilita o desenvolvimento de ações que visem ao planejamento territorial, bem como ações de geoconservação (MEDEIROS; OLIVEIRA, 2011; NASCIMENTO *et al.*, 2008; BRILHA, 2005; GRAY, 2004). Carcavilla, Durán e Lopez-Martínez (2008) apontam que os problemas de ordem conceitual e prática são decorrentes do fato de se considerar a geodiversidade associada à diversidade geográfica de lugares ou de considerá-la fora do âmbito.

Vários autores se propõem a conceituar o termo geodiversidade, alguns pautados em concepções mais restritas, e outros em concepções mais amplas. Porém, o foco na vertente abiótica tem sido ampliado em razão de um maior aprofundamento das discussões da temática, sobretudo nas duas últimas décadas. Destaca-se, por exemplo, a definição de Murray Gray (2004), autor do primeiro livro sobre a temática. Segundo esse autor, a geodiversidade é

a variedade natural (diversidade), geológica (rochas, minerais, fósseis) geomorfológica (formas de relevo, processos) e características do solo, envolvendo suas assembleias, relações, propriedades, interpretações e sistemas (GRAY, 2004, p. 8, tradução nossa).

Outra definição com foco nos elementos abióticos do meio bastante difundida no Brasil é dada pelo Serviço Geológico Brasileiro (CPRM, 2006), proposta através do lançamento do Mapa de Geodiversidade do Brasil, em escala 1:2.500.000, que considera a geodiversidade como a

natureza abiótica (meio físico) constituída por uma variedade de ambientes, composição, 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 va-

lores intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, o científico, o educativo e o turístico (CPRM, 2006).

Meira e Moraes (2016) afirmam que a geodiversidade se constitui como um dos termos que faz parte do processo de compreensão da paisagem, através de uma maior assimilação de sua vertente abiótica, uma vez que os elementos abióticos foram muito negligenciados no que concerne a sua conservação. Essa questão, por sua vez, não vem se mantendo, tendo em vista uma crescente importância desses elementos enquanto patrimônio natural que deve ser conservado. Concomitantemente ao desenvolvimento das discussões em relação à geodiversidade, em sua concepção mais restrita, e buscando dar-lhe uma maior visibilidade sobre a sua importância, são discutidos novos conceitos voltados à aplicação na área de uso e conservação destes importantes recursos não-renováveis e de caráter irrecuperável, como Geopatrimônio e Geossítios.

### **Geodiversidade, Geopatrimônio e os Geossítios**

Durante muitos anos, mesmo com a ascensão dos movimentos ambientalistas que eclodiram a partir do Clube de Roma (1968) e das Conferências das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (ECO-72) sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92), a geodiversidade teve sua importância relegada a segundo plano, principalmente, devido à importância atribuída à proteção da biodiversidade, historicamente assentada, valorizada e difundida no âmbito da sociedade (MEIRA, 2016; NASCIMENTO *et al.*, 2008).

Considerando que a natureza não é composta somente de elementos bióticos, mas sim do conjunto indissociável entre elementos geológicos, geomorfológicos, além de flora e fauna e seus processos correlatos, a geodiversidade passou a receber uma maior atenção, ainda que tardia, tendo em vista a necessidade de proteção dos elementos abióticos considerados essenciais para o desenvolvimento da vida em todas as suas formas. Seu reconhecimento também se deu por conta do seu caráter irrecuperável depois de sofrer alguma deterioração, ao contrário do que ocorria com elementos da biodiversidade, que poderiam ser recuperados.

Essa maior atenção deveu-se a preocupações de geocientistas em todo o mundo, que passaram a pensar em intervenções para a promoção da conservação de elementos geológicos e geomorfológicos de grande representatividade, tendo em vista sua importância, fragilidade e vulnerabilidade em razão das ameaças frente ao desenvolvimento de diversas atividades antrópicas, além do inexistente ou escasso conhecimento, por parte da sociedade, quanto à sua importância (GRAY, 2008).

Concomitante ao surgimento do termo geodiversidade, surge o termo patrimônio geológico, constituído pelas diferentes formas da geodiversidade que detêm valor significativo e que se sobressaem pelo seu caráter excepcional, necessitando de estratégias de conservação (NASCIMENTO *et al.*, 2015). Isto ocorreu em razão da noção de patrimônio ter sido associada à corrente ambientalista, passando a ganhar visibilidade a partir da década de 1960, no contexto das discussões acerca do patrimônio natural mundial da UNESCO. O reconhecimento do seu valor patrimonial, como elemento integrante da paisagem, garantiu que a geodiversidade deva ser alvo de conservação, da mesma forma que há muito ocorria com a biodiversidade (VIEIRA, 2014).

Brilha (2005) define patrimônio geológico como um conjunto de geossítios delimitados geograficamente em áreas ou regiões que apresentem um ou mais elementos da geodiversidade, que detenham algum tipo de valor, seja científico, pedagógico, cultural ou turístico.

É válido ressaltar que o patrimônio geológico não deve ser considerado como sinônimo de geodiversidade, pois a geodiversidade inclui todos os elementos que dão o suporte para a vida na Terra, enquanto o patrimônio geológico é apenas uma parcela da geodiversidade, que detém características especiais, necessitando de estratégias de geoconservação (NASCIMENTO; ROCHA; NOLASCO, 2013).

Em relação às terminologias utilizadas atualmente na literatura científica, há duas particularmente referidas ao patrimônio abiótico. A primeira, e já mais difundida, é o termo patrimônio geológico, e a segunda é o termo geopatrimônio, que é o equivalente ao termo em inglês “*geoheritage*” (SHARPLES, 2002). O geopatrimônio é definido pelo conjunto de locais de relevante interesse de natureza abiótica de um país, estado, município ou unidade de conservação que possui valores em razão dos objetivos de avaliação, sendo assim representativos tanto para a comunidade científica como para a comunidade local (LOPES, 2017; BORBA, 2011).

Brilha (2005) defende a importância do uso do termo patrimônio geológico como um conceito guarda-chuva para todos os tipos de patrimônio da diversidade abiótica. Porém, esse termo pode dar uma ideia mais restrita, incluindo-se apenas um dos elementos da geodiversidade, a geologia. Nesse sentido, ressalta-se a importância do uso do termo geopatrimônio, uma vez que traz uma ideia mais abrangente, permitindo envolver, de modo mais claro, vários campos das Ciências da Terra, como a geomorfologia, hidrologia, paleontologia, entre outros, garantindo, assim, a inclusão de vários elementos abióticos como possível patrimônio a ser conservado. Segundo Lopes (2017), o termo geopatrimônio seria

mais apropriado em relação ao termo patrimônio geológico, pela necessidade de ampliar o sentido restrito que pode ser atribuído ao termo “geológico”, podendo ser interpretado somente em relação a feições geológicas do substrato rochoso, não incluindo feições do relevo, por exemplo.

Numa concepção mais abrangente, os elementos constituintes do geopatrimônio são os geossítios, que são definidos por Brilha (2005) como ocorrências da geodiversidade, resultante de processos naturais ou não, que apresente algum valor singular, seja científico, cultural, turístico ou outro (BRILHA, 2005). Os geossítios, ao estarem associados ao caráter geomorfológico, podem ser denominados geomorfossítios, conforme discute Panizza (2001). Esses geomorfossítios, ao apresentarem valores, como o científico e o cênico, são importantes e relevantes para o desenvolvimento da atividade turística, que possui no geopatrimônio a base para o seu desenvolvimento, sendo este o segmento do turismo denominado de geoturismo.

### **Geoturismo e a Paisagem Cárstica**

O turismo é uma das atividades mais dinâmicas do mundo, sendo-lhe atribuída grande importância econômica, pelos valores que movimenta, e social, pela quantidade de pessoas que se desloca no espaço, principalmente, em busca de lazer, conhecimento e prazer fora dos seus lugares de origem. Como a grande maioria das atividades antrópicas, a atividade turística convencional foi responsável (e ainda é) por diversos impactos ambientais negativos que proporcionaram a degradação generalizada de muitos dos seus atrativos naturais, principalmente ao longo das décadas de 1950 e 1980. Essa degradação ocorreu devido à apropriação do espaço de forma inadequada e sem planejamento, provocando, assim, alterações e danos aos elementos naturais da paisagem mediante excessos de infraestrutura, causando a descaracterização de seus atrativos, geração de resíduos sólidos, desmatamento, dentre outros (NASCIMENTO *et al.*, 2008).

Com vista a desenvolver o turismo de forma sustentável, com menos danos ao meio ambiente, passam a surgir novas formas de turismo, menos predatórias. Isso se faz necessário uma vez que o turismo, para se manter, necessita do meio ambiente íntegro, pois é sua matéria prima fundamental (MEDEIROS, 2003). Surgem, portanto, diversas modalidades de turismo, como turismo pedagógico, ecoturismo e turismo de natureza, por exemplo, além de várias outras modalidades. Esses dois últimos são muitas vezes confundidos como sendo uma mesma modalidade, mas há grande diferença entre eles.

O turismo de natureza remete a qualquer tipo de visitação em que os elementos da natureza são o principal atrativo. Nesse tipo de turismo, a busca por áreas



naturais é a principal motivação. Por outro lado, o ecoturismo não restringe o seu desenvolvimento às áreas naturais e, contrapondo-se ao turismo de natureza, adota princípios conservacionistas, como desenvolver a atividade com responsabilidade socioambiental, gerar o mínimo impacto socioambiental possível e maximizar os benefícios, sobretudo econômicos e socioambientais para as comunidades locais que devem ser inseridas no processo.

O contato com a natureza, no entanto, tem garantido uma demanda crescente ao turismo realizado em áreas naturais, muitas vezes com o intuito de apreciação da paisagem onde se destacam importantes e valiosos elementos abióticos (MOREIRA, 2014). Contudo, esses elementos da geodiversidade são pouco referenciados na atividade, restando apenas a sua contemplação, embora, cada vez mais, os turistas mais exigentes busquem informações acerca deles. Surge aí uma oportunidade de desenvolvimento de outra modalidade de turismo, mais recente, denominada geoturismo, que nada mais é do que um segmento da atividade turística que tem na geodiversidade e, mais particularmente, no geopatrimônio o seu principal atrativo (MEDEIROS; OLIVEIRA, 2011).

Assim, o geoturismo deve ser encarado como um segmento do turismo que possui intuítos e potencialidades específicas que diferem do ecoturismo, por ter nos elementos do meio físico, seja *in situ*, seja por *ex situ*, o seu principal foco de atenção. Esse fator não impede que essas atividades (geoturismo e ecoturismo) possam ser desenvolvidas simultaneamente, pois, mesmo possuindo motivações distintas, ambas têm como base a sustentabilidade, sendo realizada de forma responsável, assim como outras segmentações do turismo de natureza.

Thomas Alfred Hose, quem primeiramente definiu o termo geoturismo, o define como sendo a “provisão de facilidades interpretativas e serviços para promover o valor e o benefício social de sítios geológicos e geomorfológicos e seus materiais, garantindo sua conservação, para o uso de estudantes, turistas e outros” (HOSE, 2000, p. 137, tradução nossa). Entende-se que o geoturismo é um segmento do turismo de natureza que possui bases nos princípios da sustentabilidade, tendo como principal motivação a apreciação e interpretação ambiental do geopatrimônio, seja por geocientistas, por estudantes ou pelo público em geral, promovendo a conscientização para a geoconservação de geossítios, através da geoeducação e do uso de meios interpretativos, constituindo uma importante atividade para o incremento da renda para o desenvolvimento local sustentável das comunidades do entorno (MOURA-FÉ *et al.*, 2017).

Nesse sentido, o geoturismo torna-se uma importante e estratégica oportunidade para a interiorização do turismo, possibilitando ao semiárido nordestino,

rico em geodiversidade e geopatrimônios, outras alternativas de desenvolvimento, nesse caso pautado nos princípios da sustentabilidade e com maior envolvimento das comunidades locais.

No estado do Rio Grande do Norte, onde o turismo predominante é do tipo sol e praia, fortemente concentrado no litoral em torno da capital do estado (SILVA; SONAGLIO, 2013), há uma rica geodiversidade no interior pouco explorada com o geoturismo, mas com grande potencialidade. Um exemplo é a paisagem cárstica da região do Alto Oeste Potiguar, onde se concentra a maior ocorrência de cavernas do estado (BENTO *et al.*, 2011a; BENTO *et al.*, 2011b), principalmente, nos municípios de Apodi, Felipe Guerra, Mossoró e Baraúna, que será objeto deste estudo.

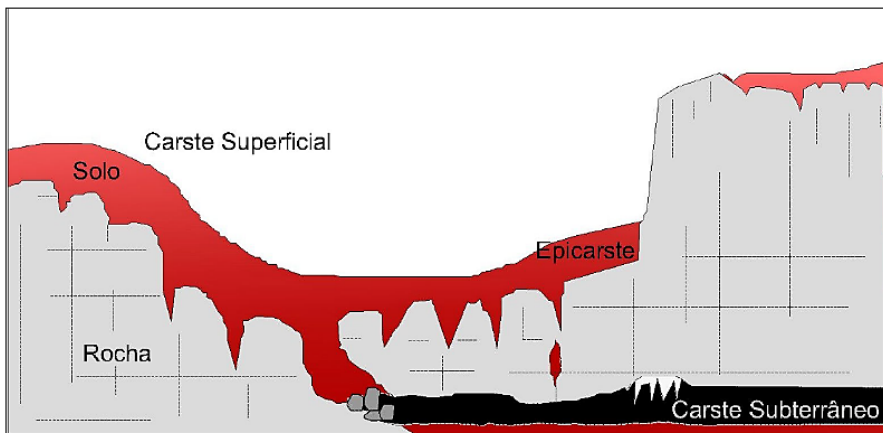
Uma paisagem é denominada cárstica quando se constata um conjunto de fatores (PILÓ, 2000), que são a representatividade do conjunto das formas de relevo, devendo ser típicas do processo de dissolução, que constitui a gênese da paisagem cárstica e o principal processo geomorfológico do carste; bem como a drenagem subterrânea. Outro fator é o tempo, que determinará o desenvolvimento dessa paisagem, que é única em cada região, pois depende das características geográficas e geológicas do local, assim como das condições climáticas e de uma cobertura vegetal favorável (BOSÁK, 2003).

O termo paisagem cárstica está relacionado à paisagem que apresenta as rochas carbonáticas, que são extremamente solúveis. Porém, processos cársticos também podem ocorrer em rochas menos solúveis, como arenitos e quartzitos. Entretanto, é válido ressaltar que a utilização do termo carste para regiões quartzíticas/areníticas, bem como outros tipos de rochas menos solúveis, se constitui como motivo de discussão e controvérsia, tanto na comunidade nacional, quanto na internacional, havendo distinções que atribuem a essas regiões o termo “pseudocarste” e, para regiões carbonáticas, o termo “carste clássico” (TRAVASSOS *et al.*, 2008).

A rocha constituinte da paisagem cárstica deve possuir propriedades petrográficas intimamente relacionadas com a dissolução. Dando destaque para a rocha calcária, ela é constituída primordialmente do mineral calcita ( $\text{CaCO}_3$ ) e é extremamente suscetível ao processo de dissolução. Isso ocorre em razão da ação do intemperismo químico, a partir da infiltração da água rica em ácido carbônico, advinda de chuvas ou de corpos d'água, nas fendas ou fraturas da rocha, o que resulta na dissolução do mineral, dando origem a diversas geometrias planares e lineares no ambiente.

A paisagem cárstica se constitui de três domínios: o exocarste (carste superficial), que é a superfície, detendo formas geradas pelo ataque químico de águas ácidas vindas das chuvas; o epicarste, sendo a subsuperfície, englobando o contato do solo, se existente, com a rocha carbonática; e o endocarste (carste subterrâneo), que se constitui pelo meio subterrâneo, gerado pela dissolução da rocha por águas subterrâneas de diversas origens (Figura 24). Tais domínios podem apresentar formações típicas e únicas da paisagem, como os lapíás, as dolinas e as cavernas, respectivamente (PILÓ; AULER, 2011; TRAVASSOS, 2010; PILÓ, 2000).

**Figura 24** - Perfil esquemático do sistema cárstico, demonstrando o exocarste, epicarste e endocarste



**Fonte:** Piló e Auler (2011).

Nesse contexto, a paisagem cárstica se configura como de alto potencial para o desenvolvimento do geoturismo, justificado pelo processo dinâmico de dissolução que ocorre continuamente nesses ambientes, bem como a deposição mineral, o que proporciona a compreensão da dinâmica da paisagem de uma forma ampla através das diversas formações geomorfológicas em micro, meso ou macroescala. Somam-se, também, os variados registros paleontológicos e arqueológicos que geralmente são encontrados nessas paisagens, podendo abranger diversos tipos de valores para o desenvolvimento do geoturismo, como o aspecto cênico, científico, educativo, ecológico, cultural, dentre outros (LOBO *et al.*, 2007; PILÓ, 2000).

Apesar de sua destacada importância para o geoturismo, essa paisagem se encontra constantemente ameaçada pelo avanço de atividades econômicas de alto potencial de degradação ambiental. É o caso da extração mineral para a produção de rochas ornamentais, da cal calcita e de cimento (MEDEIROS *et al.*, 2010), e para a produção de petróleo e gás, como predomina na paisagem da Ba-

cia Potiguar (PESSOA NETO *et al.*, 2007). Além disso, a exploração desordenada dos aquíferos para irrigação ou para o abastecimento humano e o turismo predatório em áreas frágeis do carste tendem a intensificar esse quadro de ameaças.

Essa ameaça é real no estado do Rio Grande do Norte, onde 90% de suas cavernas se encontram em áreas autorizadas para pesquisa ou lavra mineral, das quais, aproximadamente, 12% estão em blocos de produção petrolífera (BENTO *et al.*, 2013). Esses mesmos autores relatam, ainda, a existência de danos ao patrimônio espeleológico decorrentes da visitação turística desordenada. Tudo isso reforça a necessidade de adoção de medidas conservacionistas visando à manutenção da integridade do geopatrimônio legado pela evolução da paisagem cárstica.

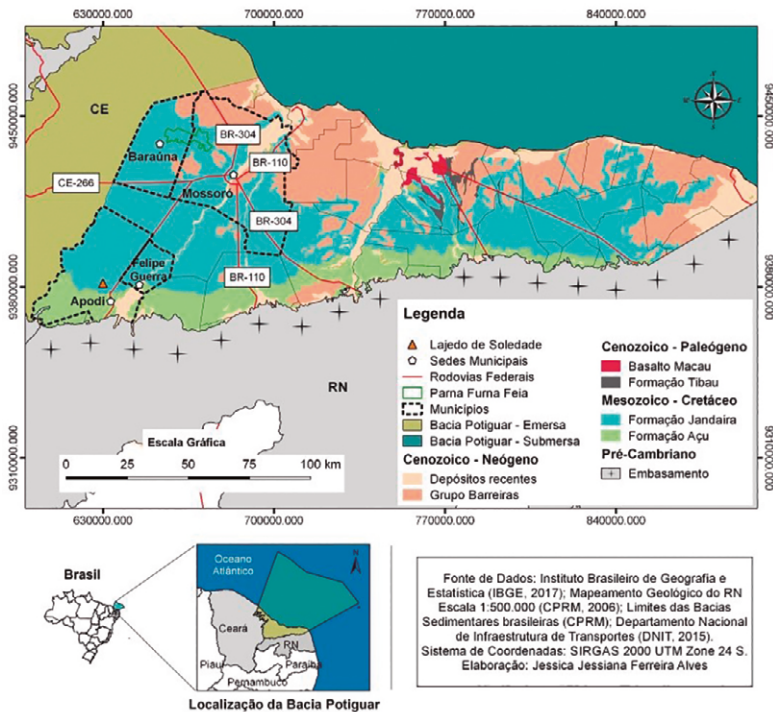
## **GEODIVERSIDADE CÁRSTICA DO ALTO OESTE POTIGUAR**

A geodiversidade cárstica do Alto Oeste Potiguar é caracterizada pelo contexto geológico da Bacia Potiguar e geomorfológico da Chapada do Apodi.

A Bacia Potiguar abrange uma área de 48.000 km<sup>2</sup> e é caracterizada por apresentar um contexto geológico com predominância de litotipos do Mesozoico (Figura 25). A litoestratigrafia resume-se, grosso modo, a três sequências sedimentares associadas ao sistema de riftes do Nordeste brasileiro, com idades que variam do Cretáceo inferior (supersequência rifte), passando pelo Andar Alagoas (super sequência pós-rifte) até ao Albiano e idades recentes (supersequência drifte) (PESSOA NETO *et al.*, 2007).

Os litotipos dominantes nessa porção do Alto Oeste estão associados ao Grupo Apodi, constituído pelas formações Açú e Jandaíra, depositadas em ambientes de transgressão marinha. A Formação Açú, mais antiga (Albiano), formou-se em ambiente de sedimentação mista (fluvial, plataforma, talude e bacia) e abrange os arenitos onde está armazenado o petróleo da bacia (ARARIPE; FEIJÓ, 1994), que já foi uma das maiores produtoras *onshore* do Brasil. A Formação Jandaíra, constituída por uma seção carbonática de alta energia, com predomínio de calcarenitos bioclásticos a foraminífero bentônico, tem o seu processo de deposição em ambiente de Plataforma, iniciado no Turoniano e finalizado no Campaniano. É nas rochas dessa formação em que estão as principais geoformas que permitem interpretar a evolução da paisagem cárstica nesta porção do semiárido potiguar.

Figura 25 - Esboço geológico simplificado da Bacia Potiguar no Rio Grande do Norte



Fonte: Elaborado por Jéssica Alves (2020).

Do ponto de vista geomorfológico, está assentado no domínio dos Baixos Platôs da Bacia Potiguar, onde predominam formas tabulares predominantemente planas associadas à Chapada do Apodi. A monotonia do relevo é quebrada, na porção sul, pelo acentuado desnível topográfico no contato com a depressão Sertaneja; e, na porção norte, pelo soerguimento tectônico da Serra Mossoró, o ápice topográfico de toda essa área (DANTAS; FERREIRA, 2010), que condiciona a drenagem e influencia a evolução da paisagem cárstica na região de Mossoró e Baraúna.

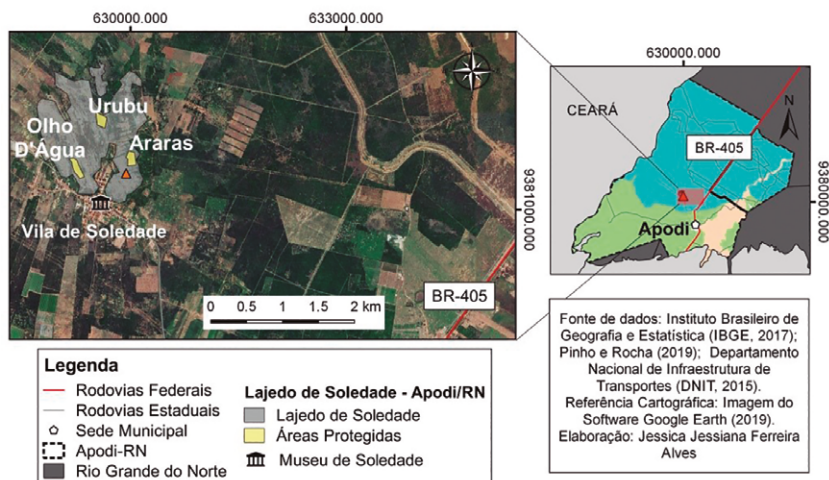
Todo esse contexto foi responsável pela gênese e evolução, ao longo do Tempo Geológico, de um conjunto de geossítios e geomorfossítios que integram o patrimônio do Alto Oeste Potiguar, sendo destacados aqui o Lajedo de Soledade (BAGNOLI, 1994; PORPINO *et al.*, 2009), a paisagem cárstica de Felipe Guerra

(SANTOS *et al.*, 2019) e as cavernas do Parque Nacional da Furna Feia (BENTO *et al.*, 2013; ALVES; MEDEIROS, 2019).

## O Lajedo de Soledade

O Lajedo de Soledade está localizado na comunidade de Soledade, município de Apodi/RN, distante 84 km a sudoeste de Mossoró/RN, sendo acessível pela BR-405 (Figura 26).

Figura 26 - Localização do Lajedo de Soledade, Apodi/RN



Fonte: Elaborado por Jéssica Alves (2020).

O Lajedo trata-se da maior exposição de rocha calcária da Bacia Potiguar, de idade Cretácea (BAGNOLI, 1994), onde se encontram registros geológicos, geomorfológicos, paleontológicos (PORPINO *et al.*, 2009) e arqueológicos que permitem evidenciar sua evolução geocientífica e reforçam a sua potencialidade geoturística (ALVES; MEDEIROS; TARGINO, 2016).

Sua origem remete a 90 milhões de anos, quando a região se encontrava coberta por um extenso mar raso que, com o processo de separação dos continentes africano e sul-americano, recuou e deixou expostos os sedimentos que, ao se consolidarem, originaram as rochas calcárias que atualmente constituem a paisagem local. Essas rochas foram soerguidas por processos tectônicos e expostas aos agentes intempéricos, desde o final do Mesocampaniano (PORPINO *et al.*, 2004). A atuação combinada de fatores endógenos e exógenos propiciou uma configuração paisagística dotada de recortes diversos, seguindo a orientação preferencial de falhas e fraturas NE-SW e NW-SE, que permitiram a evolução de ravinas e cavernas, a partir de um processo de carstificação de grande intensidade (PORPINO *et al.*, 2004).

Ocupando uma área de cerca de 127 ha, dos quais 10 ha se encontram preservados, sobretudo pelo seu conjunto de sítios arqueológicos, o Lajedo vem sendo apropriado pelo turismo ecológico desde a década de 1990, sendo um dos atrativos turísticos mais conhecidos do Alto Oeste Potiguar. Configura-se, portanto, como uma fonte de renda para a comunidade local de Soledade, que também abriga um centro de visitação turística e um museu aberto ao público. Nesse museu se encontram preservados elementos e registros da história evolutiva do lajedo, com foco e atenção maior aos sítios arqueológicos. Possui, portanto, ainda forte potencial de exploração pelo geoturismo, que objetiva difundir o conhecimento geocientífico sobre o Lajedo e a configuração da paisagem cárstica local.

A atividade turística desenvolvida na área ainda possui um caráter muito mais lúdico do que geocientífico propriamente dito. O geoturismo se configura em uma oportunidade de divulgação e popularização do conhecimento geocientífico acerca dos processos de evolução do ambiente cárstico, da formação das famosas ravinhas, dos abrigos para grupos nômades pretéritos e das cavernas ali existentes.

As principais áreas de visitação turística consolidadas são a área das Araras, Urubu e Olho d'Água. Na área das Araras, a erosão das águas meteóricas e processos de dissolução dos calcários originaram ravinhas e abrigos de teto baixo, onde povos pré-históricos, associados à Tradição Agreste de pinturas rupestres, deixaram seus vestígios a cerca de 5.000 anos antes do presente (MARTIN, 2000).

**Figura 27** - Aspectos da paisagem cárstica do Lajedo Soledade, com ênfase para a ravina da Dodora, à esquerda, e pinturas rupestres no painel das Araras, à direita



Fonte: Alves (2016).

Entre os registros rupestres mais famosos está o painel das Araras, que denomina o lugar, onde constam pinturas na cor vermelha e com simbologias diversas, desde aquelas que permitem associar a figuras conhecidas, como as araras ou ao sol, até outras de difícil interpretação, mas que ocupam espaço no imagi-

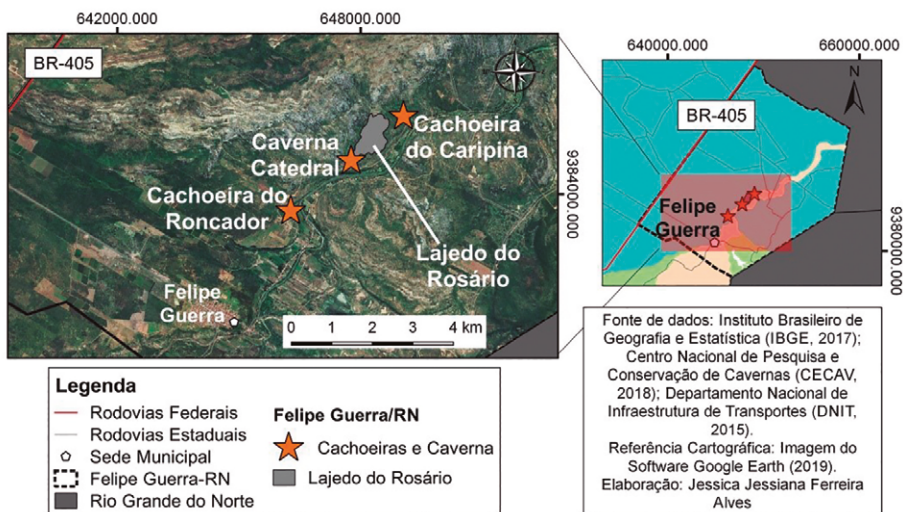
nário popular (Figura 27). A visitação nos geossítios ocorre de forma controlada, mediante o acompanhamento de guia com grupos de até 15 pessoas por vez, com o pagamento prévio de taxa de entrada e visitação (<http://www.lajedodesoledade.org.br>).

Além de servirem de telas para os artistas da época, as formações cársticas da área também abrigam importantes sítios paleontológicos. Escavações realizadas na área do Lajedo, sobretudo nas ravinas/cânions, evidenciaram a existência de fósseis da megafauna pleistocênica, com espécies de pequeno, médio e grande porte (PORPINO *et al.*, 2004). Parte do material coletado se encontra em exposição no Museu do Lajedo, e outra parte, no Museu Câmara Cascudo, na capital do Rio Grande do Norte.

### Paisagem cárstica de Felipe Guerra/RN

O município de Felipe Guerra, situado a 75 km a sudoeste de Mossoró/RN, é o que detém o maior número de cavernas no estado do Rio Grande do Norte, com 349 cavidades cadastradas (BENTO *et al.*, 2017). A paisagem cárstica do município é dotada de extensos lajedos de elevada beleza cênica, cavernas com dimensões e espeleotemas significativos e cachoeiras e balneários naturais que se formam no período das chuvas (Figura 28).

Figura 28 - Localização de elementos da geodiversidade no município de Felipe Guerra



Fonte: Elaborado por Jéssica Alves (2020).

As diversas cavernas de Felipe Guerra, *per si*, são importantes elementos da geodiversidade do município, bem como relevantes atrativos geoturísticos. Ao mesmo tempo, são espaços protegidos por lei e devem ter o seu uso restrito e dependente de aprovação de plano de manejo para a visitação. Atualmente, den-



tre o conjunto de cavernas do município, apenas três estão acessíveis à visitação do público, mediante autorização do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA e mediante acompanhamento de condutor local autorizado.

Importa destacar que são ambientes extremamente ameaçados pela ação antrópica, pois a rocha constituinte é muito apreciada, pela indústria de rochas ornamentais, para a produção de cimento Portland e para a produção informal artesanal, por pequenos produtores, da cal calcária (MEDEIROS *et al.*, 2010). Estas atividades tendem a avançar para as áreas do endocarste e para outras onde afloram os lajedos calcários que conferem exuberância à paisagem semiárida do município. Soma-se ao conjunto de ameaças aqui apontadas a produção de petróleo, haja vista que o município integra um importante campo de produção *onshore*.

As cachoeiras do Caripina e Roncador se encontram na zona rural de Felipe Guerra, e o seu acesso é facilitado por meio de estrada pavimentada e em leito natural, com sinalização turística, a uma distância de aproximadamente 5 km do centro da cidade. Não há infraestrutura para visitação turística, e o acesso às cachoeiras se dá por meio de uma trilha aberta de aproximadamente 200 metros, a partir do estacionamento (SANTOS *et al.*, 2019). São locais turísticos bastante visitados no período chuvoso e constituem afloramentos calcários cortados pela drenagem de pequenos afluentes do rio Apodi-Mossoró, estando a Caripina à montante do Roncador.

Em ambas ocorrem depósitos de tufas calcárias que permitem evidenciar a existência de paleoclimas no município. Os depósitos de tufas da Caripina são do tipo micrítico, composto por fragmentos de rochas com materiais orgânicos em uma matriz de sedimentos finos e sem estrutura deposicional (BARBOSA, 2013). Datações com  $^{14}\text{C}$  revelaram idades holocênicas, estando, portanto, associadas a processos mais recentes e que ocorrem na fase final do período chuvoso. Já no Roncador, os depósitos são do tipo intraclástico, com material detrítico, matriz muito fina e com alto grau de intemperismo (BARBOSA, 2013). Durante o período seco, o Roncador se apresenta como um paredão na paisagem, onde se consegue observar, além das tufas calcárias, diversas estalactites bastante intemperizadas (Figura 29).

Além de toda essa possibilidade interpretativa que confere alto potencial didático-científico aos geossítios, a diferença da fisionomia da paisagem em períodos seco e chuvoso conferem um atrativo a mais que reforça o potencial geoturístico.

**Figura 29** - Aspectos do carste nas cachoeiras do Roncador e Caripina. Nesta se forma um balneário frequentando por visitantes locais e turistas (à esquerda)



**Fonte:** Wendson Medeiros (2019).

Além das cachoeiras, o Lajedo do Rosário, localizado na comunidade rural homônima, possui acesso por estradas vicinais, trafegável por veículo. Constituído por uma grande extensão de rochas calcárias expostas na paisagem, apresenta diversas formas cársticas que permitem interpretar a evolução tanto do exocarste, como do endocarste, haja vista se constituir no teto de algumas importantes cavernas, como a Catedral (Figura 30), uma das que podem ser visitadas com autorização do IBAMA.

Nessa superfície, campos de lapiás e algumas dolinas de dissolução são facilmente observados. O acesso à caverna é difícil, sendo possível por meio de uma fratura estreita na rocha por onde se desce, verticalmente, por cerca de 6 metros. No endocarste, na Caverna da Catedral, pode-se observar um amplo salão com um exuberante conjunto de espeleotemas, considerado único por sua beleza cênica, e um túnel de pérolas, o único em toda aquela área (BENTO *et al.*, 2011b).

**Figura 30** - Aspectos do Lajedo do Rosário, à direita, com destaque para campo de lapiás e dolinas de dissolução. À esquerda, espeleotemas na Caverna Catedral



**Fonte:** Wendson Medeiros (2019).

Outros elementos da geodiversidade que reforçam a necessidade de geoconservação e o potencial geoturístico do município correspondem à existência de 4 cavernas com processos genéticos raros, em ambientes de brecha hidráulica/

de colapso (Caverna de Zé de Juvino) e de tufas calcárias (cavernas das Abelhas Italianas, das Folhas e do Maribondo) (BENTO *et al.*, 2011b). Essas cavernas em tufas calcárias possuem idades superiores a 40 mil anos antes do presente (BARBOSA, 2013).

Além dos processos genéticos raros, Bento *et al.* (2011b) ressaltam a importância da Caverna do Trapiá, a maior do estado, com 2.330 metros de desenvolvimento, onde se encontra o único registro de flores de gipsita do RN, estalagmites ativas e escorrimento calcítico em forma de sol; a maior dolina do RN, com mais de 30 metros de diâmetro e com profundidade superior a 20 metros (BENTO *et al.*, 2011b).

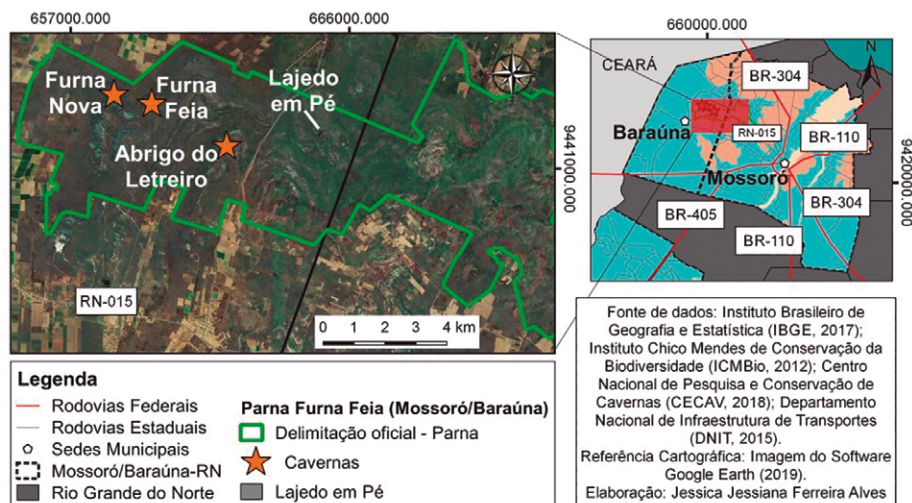
No município, convém destacar, ainda, que grande parte dessas cavernas foi classificada como de relevância máxima, devido ao suporte que dão à biota. Em muitas das cavidades, é possível encontrar espécies raras de troglóbios, endêmicos ou relictos (BENTO *et al.*, 2011b), bem como de diversas espécies de morcegos, responsáveis por manter o equilíbrio ecológico na área das cavernas e em seu entorno.

### **Parque Nacional da Furna Feia**

Situado entre os municípios de Mossoró e Baraúna, a cerca de 36 km do município de Mossoró, com acesso a partir da RN-015, que liga os dois municípios, o Parque Nacional da Furna Feia (Parna Furna Feia) (Figura 31) detém uma rica paisagem cárstica que compõe um geopatrimônio de grande interesse e relevância para o desenvolvimento da atividade geoturística. Na área da Zona de Amortecimento do Parque, destaca-se uma proeminência no relevo, marcada pela Serra Mossoró, a única formação geomorfológica positiva da região, que possui 274 m e que foi resultante de um soerguimento tectônico da Formação Jandaíra na Plataforma de embasamento Aracati (BENTO *et al.*, 2013).

Esse soerguimento proporcionou a exposição de extensos afloramentos calcários na área que, mediante a presença de fraturas e falhas na rocha através da ação de águas durante milhares de anos, promoveram o desenvolvimento de diversas formações em superfície e subsuperfície. Essa área, em razão de sua relevância em quantidade de cavernas que compõem uma paisagem cárstica que sustenta um grande remanescente do Bioma Caatinga, foram justificativas essenciais para a criação do Parque Nacional da Furna Feia, o primeiro do estado do Rio Grande do Norte.

**Figura 31** - Localização do Parque Nacional da Furna Feia, entre os municípios de Baraúna e Mossoró, com destaque para os elementos do geopatrimônio



**Fonte:** Elaborado por Jéssica Alves (2020).

O parque abrange um total de 250 cavernas, das quais 206 se situam na área oficial e 44 na sua zona de amortecimento. Desse total, três cavernas e um afloramento calcário se sobressaem, configurando-se como geomorfossítios que constituem um rico geopatrimônio e que detêm elevado potencial para o desenvolvimento da atividade geoturística. Estes geomorfossítios são: caverna da Furna Feia, caverna da Furna Nova, Abrigo do Letreiro e Lajedo em Pé, localizados na porção do parque situada no município de Baraúna. Cada geomorfossítio possui acesso considerado fácil, através de estradas locais e vicinais com posterior trilha que, em parte, podem ser realizadas por veículo e, em parte, mediante caminhada. Por se tratar de um Parque Nacional, a visitação atualmente só é permitida para fins de pesquisa científica.

A caverna da Furna Feia é a maior caverna da área do Parna e detém diversos atributos que a tornam relevante para o geoturismo, em razão de possuir acesso fácil e excelentes condições de observação de seus elementos. Apresenta-se ricamente ornamentada por espeleotemas, com grandes escorrimentos calcícticos, cortinas, colunas, travertinos métricos, dentre outros. Além disso, possui uma geoforma conhecida popularmente como “pedra da cabeça do tubarão” (Figura 32-A), originada de processos de dissolução associados às fraturas na rocha, que, durante milhares de anos, esculpiram a geoforma.

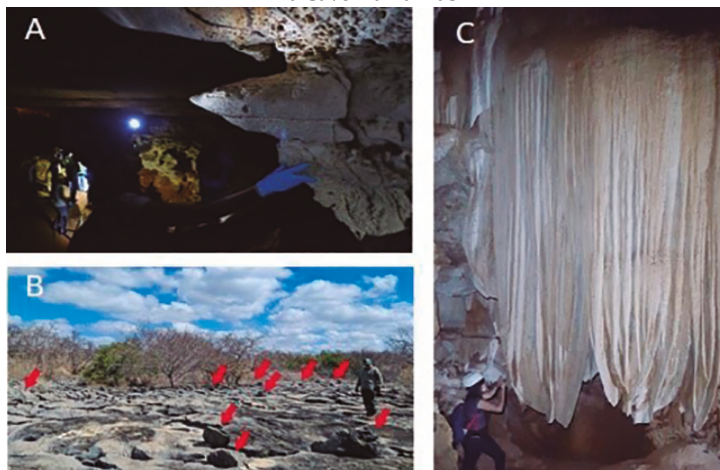
A caverna da Furna Nova, segunda maior caverna da área do Parna, também se apresenta amplamente ornamentada por espeleotemas, com estalactites de porte métrico, estalagmites, travertinos, pérolas e cortinas, sendo que a Furna

Nova abriga a maior cortina da área do Parna, com mais de seis metros de comprimento (Figura 32-C). A caverna apresenta, ainda, registros paleontológicos que podem ser facilmente observados, como troncos calcificados e esqueletos de animais calcificados em processo inicial de fossilização.

O Abrigo do Letreiro é o primeiro sítio arqueológico oficialmente reconhecido na área do Parna, em razão de haver, nas suas paredes e tetos, diversos registros rupestres, que atribuem grande relevância e valor cultural. Apesar de não ter havido estudos mais aprofundados sobre os registros, bem como sua datação, acredita-se que as simbologias estão relacionadas à Tradição Agreste de pinturas rupestres, pela semelhança com os registros encontrados no Lajedo de Soledade. Há, no abrigo, simbologias que demonstram a contagem no tempo, bem como a relação a zoomorfos.

Outro geomorfossítio de aspecto curioso e enigmático é o Lajedo em Pé. Apesar de não haver confirmação oficial, há uma probabilidade de vir a se constituir o segundo sítio arqueológico do Parna Furna Feia. Constituído por um vasto afloramento calcário bastante carstificado, apresenta rochas calcárias dispostas verticalmente em relação ao solo (Figura 32-B), que segundo relatos da população local, podem ter sido colocadas nessa posição por povos pré-históricos que habitaram aquela região. Essa tese é reforçada pelo fato de a rocha apresentar, na sua base, uma coloração natural mais clara, enquanto, em toda a superfície do lajedado, predomina uma coloração escura, demonstrando a atuação de processos intensos de intemperismo químico ao longo do tempo.

**Figura 32** - Aspectos dos elementos cársticos do Parna Furna Feia. Em A, a geoforma Pedra do Tubarão; em B, aspectos do lajedado em pé, onde as setas indicam os locais com rochas posicionadas verticalmente em relação ao solo; e, C, a maior cortina do Parque, na Caverna Furnas



**Fonte:** Wendson Medeiros (A e C) e Jéssica Alves (B).

Estes geomorfossítios, futuramente, podem se constituir como importantes pontos de visitação para o geoturismo na região, devido   sua relevância em termos de demonstrar processos e formas da paisagem cárstica local, o que poderá trazer retorno econômico e outros diversos benefícios para a popula o e para seu entorno. Vale ressaltar que, atualmente, os geomorfossítios apenas recebem visita o no que concerne ao desenvolvimento de pesquisas científicas, tendo previsão de abertura para a visita o do público em geral a partir da conclusão do plano de manejo que se encontra em processo de finaliza o, com previsão de conclusão para o segundo semestre do ano de 2020.

## **CONSIDERA OES FINAIS**

A Geodiversidade, quando compreendida a partir de uma concep o restrita, com foco nos elementos abióticos do meio, possibilita o desenvolvimento de novos conceitos e contribui para a evolu o das geociências, sobretudo da geologia e da geografia física. Novos conceitos como geopatrimônio, geossítios, geoconserva o e geoturismo constituem paradigmas e estimulam a produ o científica nesses campos do saber, exigindo uma abordagem integrada e interdisciplinar com outras ciências ou campos do conhecimento, como a educa o/pedagogia, turismo, gestão ambiental, história entre outros.

Além disso, permite a aplica o em locais diversos do mundo, seja a partir de projetos de geoconserva o, seja a partir de projetos de implementa o de roteiros geoturísticos. Em ambas as situa oes, há uma contribui o para a prote o de importantes geossítios de valor patrimonial, seja do ponto de vista global/internacional, seja do ponto de vista local, principalmente devido   importância que podem assumir nos processos de constru o de identidade local junto às popula oes das áreas onde estão inseridas.

No caso do semiárido brasileiro, a geodiversidade, a partir do conjunto de geossítios dotados de valor científico, didático-paisagístico, turístico, oportuniza alternativas de desenvolvimento sustentável para os municípios, possibilitando reduzir as desigualdades sociais por meio da integra o e do envolvimento das popula oes locais em atividades de geoconserva o e geoturismo. Possibilita, ainda, popularizar conhecimento geocientífico e reforçar a conscientiza o ambiental necessária para garantir o emergente equilíbrio ambiental que passa, prioritariamente, pela preserva o do meio ambiente como um todo, incluindo, principalmente, a geodiversidade que   a base de sustenta o de toda a vida na Terra.

Os exemplos aqui demonstrados evidenciam a potencialidade da paisagem cárstica do Alto Oeste do estado do Rio Grande do Norte, uma região carente de investimentos voltados ao desenvolvimento sustentável, no intuito de melhoria da qualidade de vida de sua população. Essa mesorregião apresenta um rico geopatrimônio altamente ameaçado pelo avanço de atividades de extração mineral, com destaque para a indústria cimenteira, para a extração artesanal da cal e para o desenvolvimento da atividade petrolífera.

Tal ameaça coloca em risco a manutenção da integridade de toda essa rica geodiversidade e torna urgente reconhecer e popularizar a importância do geopatrimônio, de modo a permitir que ações conservacionistas, a partir de projetos de geoconservação, sejam, de fato, efetivas. Dessa maneira, será possível preservar importantes registros que constituem a memória evolutiva da Terra, ainda que em escalas locais ou regionais.

## **REFERÊNCIAS**

ALVES, J. J. F.; MEDEIROS, W. D. A.; TARGINO, D. R. Geodiversidade e geoturismo no município de Apodi: o caso do Lajedo de Soledade. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 2, número especial, 1201-1210, 2016.

ALVES, J. J. F.; MEDEIROS, W. D. A. Ecogeoturismo e geodiversidade no Parque Nacional da Furna Feia: estratégias para a conservação do patrimônio natural. **Turismo: estudos e práticas (RTEP UERN)**, v. 8, n. 2, jul./dez., Mossoró/RN, 2019. p. 59-91.

ARARIPE, P. T.; FEIJÓ, F. J. Bacia Potiguar. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, 8(1), jan./mar., Rio de Janeiro, 1994. p. 127-141.

BAGNOLI, E. O Lajedo de Soledade, Apodi (RN) um exemplo de preservação do patrimônio cultural brasileiro. **Revista de Arqueologia**, São Paulo, 1994. p. 239-253.

BARBOSA, V. A. C. **Tufas calcárias de Felipe Guerra**: caracterização e classificação. 2013. 130 f. Dissertação (Mestrado em Geologia)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

BENTO, D. M. *et al.* Complexo Espeleológico da Furna Feia e áreas cársticas adjacentes: a maior concentração de cavernas do Rio Grande do Norte. **ANAIS do 31º Congresso Brasileiro de Espeleologia**. Ponta Grossa-PR, 21-24 de julho de 2011a – Sociedade Brasileira de Espeleologia.

BENTO, D. M. *et al.* Parque Nacional da Furna Feia – o parque nacional com a maior quantidade de cavernas do Brasil. *In*: RASTEIRO, M. A.; MORATO, L. (Org.). Congresso Brasileiro De Espeleologia, 32, 2013. Barreiras. **Anais [...]**. Campinas: SBE, 2013. P. 31-43.

BENTO, D. M.; CRUZ, J. B.; FERREIRA, R. L.; VERÍSSIMO, C. U.; XAVIER NETO, P. Mapeamento e caracterização ambiental e relevância do patrimônio espeleológico de Felipe Guerra/RN. *In*: **ANAIS do 31º Congresso Brasileiro de Espeleologia**,

Ponta Grossa/PR, 21-24 de julho de 2011b, Sociedade Brasileira de Espeleologia. p. 485-499.

BENTO, D. M.; *et al.* A mais de 1000! O patrimônio espeleológico potiguar após a descoberta da milésima caverna. *In*: RASTEIRO, M.A.; TEIXEIRA-SILVA, C.M.; LACERDA, S.G. (Org.). CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 34, 2017. Ouro Preto. **Anais** [...]. Campinas: SBE, 2017. p. 227-237. Disponível em: [http://www.cavernas.org.br/anais34cbe/34cbe\\_227-237.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais34cbe/34cbe_227-237.pdf). Acesso em: 04 mar. 2019.

BORBA, A. W. Geodiversidade e geopatrimônio como bases para estratégias de geoconservação: conceitos, abordagens, métodos de avaliação e aplicabilidade no contexto do Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisas em Geociências**, v. 38, n. 1, p. 3-13, 2011.

BOSÁK, P. Karst processes from the beginning to the end: How can they be dated? **Speleogenesis and Evolution of Karst Aquifers**, Czech Republic, v. 1, n. 3, set. 2003.

BRILHA, J. **Patrimônio Geológico e Geoconservação**: A Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica. Palimage Editores, Viseu-PT. 2005. 190 p.

BUREK, C. POTTER, J. Local geodiversity action plans. Setting the context for geological conservation. **BioScience**, Uberlândia, v. 52, n. 6, p. 499-512, 2002.

CAÑADAS, Serrano; RUIZ FLAÑO, P. Geodiversidad: concepto, evaluación y aplicación territorial. El caso de Tiermes Caracena (Soria). **Boletín de la A.G.E.**, Madrid, nº 45, p. 79-98, 2007.

CARCAVILLA, L.; DURÁN, J. J.; LOPEZ-MARTÍNES, J. Geodiversidade: concepto y relación com el patrimônio geológico. **Geo-Temas**. VII Congreso Geológico de España. Las Palmas de Gran Canaria. V. 10, p. 1299-1303, 2008.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Geodiversidade**. Mapa Geodiversidade do Brasil Escala 1:2.500.000. Brasília: CPRM. 2006. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/10169>. Acesso em: 16 jul. 2018.

DANTAS, M. E.; FERREIRA, R. V. Relevô. *In*: PFALTZGRAFF, P. A. S.; TORRES, F. S. M. (Org.). **Geodiversidade do estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM, 2010. P. 79-91.

GRAY, M. Geodiversity. Valuing and conserving abiotic nature. Chichester: John Wiley & Sons, 2004.

GRAY, J. M. **Geodiversity**: developing the paradigm. Proceedings of the Geologists' Association, 119, 287-298. 2008.

HOSE, T. A. "Geoturismo" europeo. Interpretación geológica y promoción de la conservación geológica para turistas. *In*: BARETTINO, D.; WIMBLEDON, W. A. P.; GALLEGRO, E. (Eds.). **Patrimonio geológico**: conservación y gestión. Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid, 137-159. 2000.

LOBO, H. A. S. *et al.* Potencial Geoturístico da paisagem cárstica. **Global Tourism**. V. 3, n. 2, nov. 2007.

LOPES, L. S. O.; ARAÚJO, J. L. L. Princípios e estratégias de geoconservação. **Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 3, n. 7, p. 66-78, 2011.



LOPES, L. S. O. **Estudo Metodológico de Avaliação do Patrimônio Geomorfológico**: aplicação no litoral do estado do Piauí. 2017. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2017.

MARTIN, G. **Pré-história do Nordeste do Brasil**. Ed. 4. Recife: Universidade UFPE, 2000.

MEDEIROS, V. C.; NESI, J. R.; NASCIMENTO, M. A. L. Recursos Minerais. *In*: PFALTZGRAFF, P. A. S.; TORRES, F. S. M. (Org.). **Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Norte**: Programa Geologia do Brasil – Levantamento da Geodiversidade. Rio de Janeiro: CPRM, 2010. p. 49-66.

MEDEIROS, W. D. A. **Sítios geológicos e geomorfológicos dos municípios de Acari, Carnaúba dos Dantas e Currais Novos, Região Seridó do Rio Grande do Norte**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2003.

MEDEIROS, W. D. A.; OLIVEIRA, F. F. G. Geodiversidade, Geopatrimônio e Geoturismo no município de Currais Novos/RN, Nordeste do Brasil. **Mercator**, Fortaleza, v. 10, n. 23, p. 61-71, 2011.

MEIRA, S. A. **“Pedras que cantam”**: O patrimônio geológico do Parque Nacional de Jericoacoara, Ceará, Brasil. 2016. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, 2016.

MEIRA, S. A. MORAIS, J. O. Os conceitos de Geodiversidade, Patrimônio Geológico e Geoconservação: abordagens sobre o papel da Geografia no estudo da temática. **Bol. efini.**, Maringá, v. 34, n. 3, p. 129-147, 2016.

MOREIRA, J. C. **Geoturismo e Interpretação Ambiental**. 1. Ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2014.

MOURA-FÉ, M. M. *et al.* **Geoeducação**: princípios teóricos e bases legais. XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Campinas-SP, 2017.

NASCIMENTO, A. M. L.; ROCHA, A. J. D.; NOSLACO, M. C. Patrimônio geológico e mineiro no nordeste do Brasil. **Boletim Paranaense de Geociências**. Paraná, v. 70, 2013. P. 103-119.

NASCIMENTO, M. A. L.; MANSUR, K. L.; MOREIRA, J. C. Bases conceituais para entender Geodiversidade, Patrimônio Geológico, Geoconservação e Geoturismo. **Revista Equador**. V. 4, n. 3, 2015.

NASCIMENTO, M. A.L.; RUCHKYS, Ú. A.; MANTESSO NETO, V. **Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo**: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 2008.

PANIZZA, M. Geomorphosites: concepts, methods and examples of geomorphological survey. **Chinese Science Bulletin**, n. 46, p. 4-5, 2001.

PESSOA NETO, O. C., SOARES, U. M., SILVA, J. G. F., ROESNER, E. H., FLORENCIO, C. P.; SOUZA, C. A. V. Bacia Potiguar. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, v. 15, n. 2, 357-369, 2007.

PILÓ, L. B. Geomorfologia Cárstica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 1, n. 1. P. 88-102, 2000.

PILÓ, L. B.; AULER, A. Introdução à Espeleologia. *In*: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade; Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas. **III Curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental**. Brasília – DF, 2011, p. 7-23.

PORPINO, K. O.; SANTOS, M. F. C. F.; BERGQVIST, L. P. Registros de mamíferos fósseis no Lajedo de Soledade, Apodi, Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Paleontologia**, 7(3), 2004. p. 349-358.

PORPINO, K. O.; SANTOS JR., V.; SANTOS, M. F. C. F. Lajedo de Soledade, Apodi, RN. *In*: WINGE, M. (Ed.) *et al.* **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Vol. II. Brasília: CPRM, 2009.

RUCHYS, U.A.; MANSUR, K.L.; BENTO, L.C.M. *et al.* (2017). A Historical and Statistical Analysis of the Brazilian Academic Production, on Master's and PhD Level, on the Following Subjects: Geodiversity, Geological Heritage, Geotourism, Geoconservation and Geoparks. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, Vol. 40 - 1 / 2017 p. 180-190.

SANTOS, A. B.; SANTOS, E. L. B.; MEDEIROS, W. D. A. Avaliação dos geossítios do município de Felipe Guerra/RN para uso geoturístico. **Anais da VII Semana de Ciência, Tecnologia e Inovação da UERN, Mossoró/RN, 2019** (no prelo).

SHARPLES, C. **Concepts and Principles of Geoconservation**. Documento em PDF disponibilizado na Tasmanian Parks & Wildlife Service website, 2002. Disponível em: <https://parks.tas.gov.au>. Acesso em: 26 nov. 2018.

SIGEP – **Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos do Brasil**, 2018. Disponível: <http://sigep.cprm.gov.br>. Acesso em 20 de abr. 2018.

SILVA, J. X.; PERSSON, V. G.; LORINI, M. L. L.; BERGAMO, R. B. A.; RIBEIRO, M. F.; COSTA, A. J. S. T.; IERVOLINO, P.; ABDO, O. E. Índices de geodiversidade: aplicações de SGI em estudos de biodiversidade. *In*: GARAY, I.; DIAS, B. F. S. (Org.). **Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais**. Petrópolis: Vozes, 2001.

SILVA, J. E.; SONAGLIO, K. E. A dinâmica do “Roteiro Seridó” em Currais Novos/RN. **Caderno Virtual de Turismo**. Rio de Janeiro, v. 13, n. 3., p. 391-408, dez. 2013.

TRAVASSOS, L. E. P. *et al.* Áreas cársticas, Cavernas e a Estrada Real. Campinas, SeTur/SBE. **Pesquisa em Turismo e Paisagens Cársticas**, v. 1, n. 2, 2008.

TRAVASSOS, L. E. P. **Considerações sobre o carste da região de Cordisburgo, Minas Gerais, Brasil**. Belo Horizonte: Tradição Planalto, 2010. 102p.

VIEIRA, A. O patrimônio geomorfológico no contexto da valorização da geodiversidade: sua evolução recente, conceitos e aplicação. **Revistas Cosmos**. V. 7, n. 1, 2014.

# PAISAGEM E GEOMORFOSSÍTIOS: PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E GEOMORFOLÓGICO NO ESTADO DO CEARÁ, NORDESTE DO BRASIL

**Abraão Levi dos Santos Mascarenhas**

*Professor Doutor da Faculdade de Geografia do Instituto de Ciências Humanas da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - Unifesspa*  
E-mail: abraaolevi@unifesspa.edu.br

**Maria Rita Vidal**

*Professora Doutora da Faculdade de Geografia do Instituto de Ciências Humanas da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - Unifesspa*  
E-mail: ritavidal@unifesspa.edu.br

## INTRODUÇÃO

O patrimônio geológico-geomorfológico é o substrato que possui o maior valor agregado para as atividades turísticas, pois seus atributos são elementos paisagísticos enaltecedores dos ambientes naturais e apresentam variações de elementos mineralógicos e feições geomorfológicas que devem ser analisadas em suas dinâmicas e geoformas.

Os elementos da geodiversidade formam a estrutura das paisagens, por isso permitem ser analisados pelos seus atributos sistêmicos, ou seja, por suas estruturas, dinâmicas, processos e também por suas geometrias. Essa perspectiva de formas e dinâmica servem de parâmetros para pensar índices de geodiversidade a serem usados na gestão do patrimônio geológico-geomorfológico.

Em ensaio mais recente, Mascarenhas e Vidal (2019) apontaram índices de geodiversidade com vista a quantificar valores de geopatrimônio que pudessem servir à construção de padrões de geodiversidade em ambientes tropicais. Essa iniciativa teve como marco teórico autores como Gray (2004) e Brilha (2016). Esses padrões de geodiversidade prestam-se a construir metodologia quali-quantitativa de avaliação das paisagens com base sistêmica (DIAMANTINO, 2013).

Um novo ensaio é feito para o Semiárido Nordestino Brasileiro, em especial para o Estado do Ceará, onde busca-se demonstrar um outro semiárido, diferente daquele que é sinônimo de miséria, flagelo ou de falta d'água. Um semiárido com um amplo patrimônio, geodiverso e complexo, que guarda herança dos processos evolutivos da epiderme terrestre e que necessita ser melhor inventariado

para a proteção e preservação, em paridade com sua distribuição, frequência e quantificação dos processos e dinâmicas das paisagens.

A paisagem, em sua perspectiva dinâmica, é a face visível que sobressai no horizonte da geodiversidade e possibilita integrar estudos interdisciplinares. Porém, a dificuldade de um olhar sistêmico para a natureza favoreceu, historicamente, os aspectos bióticos em detrimento dos abióticos. Biodiversidade (biótico) e geodiversidade (abiótico) têm assim uma relação indissociável pela qual as diferentes paisagens são geradas. Daí, surge a necessidade de construir ferramentas que possibilitem equalizar esses aspectos, associando indicadores de geodiversidade que auxiliem na proteção, conservação e manejo dos ambientes naturais e que levem em consideração não apenas a orientação biocêntrica como a principal saída para a preservação e conservação da natureza, expressa sobretudo nos modelos atuais de Unidades de Conservação (UC).

As Unidades de Conservação (UCs) são espaços territoriais, legalmente instituídos pelo Poder público (BRASIL, 2000). Esses espaços têm (historicamente) levado em consideração, para sua criação, sobretudo os aspectos bióticos e suas expressivas belezas cênicas. As medidas de conservação e preservação em Unidades de Conservação que levem em consideração os componentes abióticos ainda são insuficientes. Porém, esses espaços protegidos são áreas em potenciais para a proteção e preservação também da geodiversidade, patrimônio geológico e os geomorfossítios que resguardam os aspectos abióticos.

O reconhecimento da importância do relevo como capital natural a ser preservado é recente no Brasil. Trata-se de um novo paradigma científico que desponta desde a década de 1990, no qual geodiversidade, geoconservação e patrimônio geológico são conceitos-chaves que constituem formas diferentes de compreender a paisagem através da vertente abiótica (MEIRA; MORAIS, 2016; SHAPLES, 2002; BRILHA, 2005).

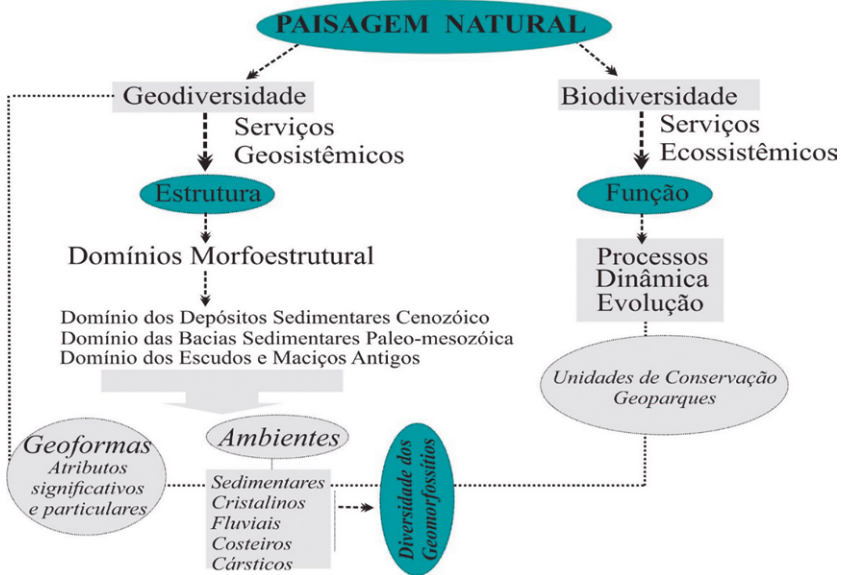
Esse paradigma científico, nos últimos anos, vem se consolidando com o periódico *Geoheritage*, sob a responsabilidade da Editora *Springer Nature*, que, desde o ano de 2009, tem fomentado e divulgado pesquisas em Geodiversidade e Geoconservação, de maneira que, nesses pouco mais de dez anos, esse periódico mantém um canal ativo de produção científica nessa área, tendo sido publicado mais de quatrocentos artigos em seus onze volumes.

Para a presente seção, leva-se em consideração os conceitos e temas sobre a potência das concepções que envolvem os geomorfossítios e, em especial ao do estado do Ceará, sobre as Unidades de Conservação nas esferas estadual e federal e conseqüentemente sobre a sua distribuição espacial sobre a compartimentação morfoestrutural.

## METODOLOGIA

As imagens orbitais e os sistemas geoinformativos cumprem importante papel na fase de inventário do patrimônio geológico/geomorfológico, pois, a partir de ferramentas de geoprocessamento, é possível revelar tipologias, padrões de arranjos estruturais e formas da paisagem. Tomou-se como palco de análise o mapa morfoestrutural do Ceará, elaborado a partir das bases de Souza (1988). A morfoestrutura do Ceará compartimenta três domínios específicos: a) Domínio dos depósitos sedimentares cenozoicos (planícies fluviais, formas litorâneas e tabuleiros pré-litorâneos); b) Domínio das bacias sedimentares paleo-mesozoica (Planalto da Ibiapaba, chapada do Apodi e Chapada do Araripe); c) Domínio dos escudos e maciços antigos (Planaltos Residuais e Depressão Sertaneja). Sobre o mapa morfoestrutural, nove (09) unidades de conservação (das esferas estadual e federal) que detêm geomorfossítios representativos foram elencadas e discutidas, de modo que representem uma parcela mesmo que pequena das três unidades morfoestruturais do estado do Ceará, as quais possam ser discutidas e tomadas como exemplos de paisagem significativa que exercem dinâmicas e funções específicas de acordo com o domínio morfoestrutural ao qual pertencem.

**Figura 33** - Estrutura conceitual e arcabouço metodológico levando em conta a tríade: morfoestrutura, geoformas e unidades de conservação



**Fonte:** Elaborado pelos autores.

Dada a imensa variedade geológica e geomorfológica que ocorre no estado do Ceará, a escolha dos geomorfossítios não foi uma tarefa fácil, pois não se trata de destacar as áreas mais relevantes. Dessa forma, a seleção obedeceu critérios como foco na representatividade dos geomorfossítios nos domínios morfoestruturais (Figura 33).

A paisagem natural é assim formada por estrutura e função, que, somadas, estabelecem os elementos da biodiversidade e da geodiversidade. A estrutura é expressa pelo arranjo ou padrão espacial da paisagem, como: forma, tamanho, correlações e tipos de configurações que levam a delimitações claras na superfície do terreno, como os domínios morfoestruturais (Figura 34). Em cada domínio, os arranjos de seus componentes criam geofomas específicas, típicas de cada ambiente. Sejam eles sedimentares, cristalinos, fluviais, costeiros e cársticos, esses arranjos propiciam as diversidades dos geomorfossítios. A função se expressa pelas inter-relações existentes entre as interconexões e mecanismos de retroalimentação, ou entropia, que conferem a variabilidade dinâmica dos diferentes processos, dinâmicas e evolução que ocorrem na paisagem (VIDAL, 2014; MASCARENHAS; VIDAL, 2019).

Importa saber que a diversidade e a biodiversidade de uma paisagem se alteram através dos tempos por meio de adaptações, adequando-se às novas exigências de cada situação temporal. Dessa forma, são de fundamental importância o conhecimento e a compreensão da estrutura e função que servem de diagnóstico, planejamento e gestão em Unidades de Conservação. Por isso, quando se pensa no manejo da geodiversidade, há de se levar em conta os atributos da paisagem natural. Conforme Reynard (2005), o inventário de geossítios vem com a prerrogativa da análise integrada, dando suporte ao planejamento e ao ordenamento territorial/ambiental.

Em específico, a Geomorfologia a partir das rugosidades topográficas, por meio de chaves interpretativas da superfície imageada, é capaz de auxiliar no planejamento de gerenciar pesquisas dos elementos de geodiversidade.

Optou-se, então, por utilizar imagens *Sentinel-2B* com sensor *MultiSpectral Instrument/MSI* e resolução espacial de 10 metros, além das imagens *RapidEye* com sensor *REIS* para destacar porções da superfície do estado do Ceará. Apesar de os produtos *Sentinel* terem sido projetados para captar comportamento de vegetação e monitoramento atmosférico, a composição colorida em filtro de cores verdadeiras (RGB) ressaltou bem as características de geomorfossítios elencados. O uso das imagens *RapidEye* possibilitaram a análise dos geomorfossítios

em menor extensão territorial; já as cenas *ALOS-PALSAR* com instrumentos interferométricos permitiram retirar dados de gradientes topográficos das áreas elencadas.

## **SÍTIOS GEOMORFOLÓGICOS E PATRIMÔNIO GEOLÓGICO: CONCEITOS E MÉTODOS EM QUESTÃO**

Há uma tendência em acrescentar mais uma perspectiva sobre a geodiversidade que é o conceito de Geomorfofossítio (CLAUDINO-SALES, 2018; PANIZZA, 2001; PANIZZA; PIACENTE, 2009), no sentido de ampliar a perspectiva abiótica do termo geodiversidade, com a vantagem de que, quando se fala em atributos geomorfológicos, estão implícitas as variabilidades climáticas no processo de esculturação do relevo, além de aspectos cênicos.

Para associarmos demandas de proteção ambiental e a valorização do patrimônio geológico/geomorfológico do Ceará, há que se pensar também em serviços ecossistêmicos, pois tais serviços permitem integrar fatores abióticos (suporte à vida) e fatores bióticos capazes de valorizar a epiderme da Terra (GRAY; GORDON; BROWN, 2013; GORDON; BARRON, 2013).

Então, há uma relação intrínseca entre serviços ecossistêmicos, geodiversidade e a questão da diversidade espacial (GRAY, 2011), seja por conta das funções sistêmicas ou econômicas, ou por questões científicas e culturais, que demandam uma visão espacial junto aos elementos heterogêneos e homogêneos que formam paisagens espetaculares e que, em conjunto, fornecem elementos que guardam as dinâmicas geológicas-geomorfológicas do passado e presente, evidenciando a evolução do sistema Terra.

A despeito da tríade Natureza-Sustentabilidade-Diversidade espacial, como face geográfica, revela-se como elemento capaz de atuar como força motriz para reerguer as questões ambientais que vêm passando por um arrefecimento político e que urge ser retomada nas agendas globais. No bojo da questão, é necessário e urgente promover formas de divulgação dos elementos de geodiversidade (PIACENTE, 2005) e, de forma mais abrangente, as questões da cultura (ERHARTIC, 2010; 2012; BRILHA, 2016).

A Geografia Física é atualizada por meio do instrumental que auxilia no entendimento sistêmico da geodiversidade, envolvendo ainda técnicas dos sistemas de informação geográficas em uma perspectiva de uma cartografia digital, que leva em consideração *softwares* de geoprocessamento, cenas de radar, imagens orbitais etc. A análise espacial é a identidade da Geografia no campo disciplinar das Ciências Ambientais.

No Brasil, o processo de quantificação do patrimônio geológico/geomorfológico vem avançando sob a égide dos sistemas geoinformativos e das ferramentas de geoprocessamento que têm logrado resultados bastante expressivos como produto da cartografia digital.

Diversos autores vêm trabalhando no aprimoramento de metodologias que abordem os sistemas geoinformativos, como é o caso dos trabalhos de Bétard e Peulvast (2019) e Araújo e Pereira (2018) para o estado do Ceará. Para a região Sul e Sudeste, os trabalhos em geoturismo, geodiversidade, assim como os de inventários geológico/geomorfológico, são descritos em Pereira *et al.* (2013), Garcia *et al.* (2018) e Ragel *et al.* (2019). E, para a região Amazônica, podemos destacar as pesquisas de Silva, Rodrigues e Pereira (2015) na bacia do rio Xingu e, mais recentemente, as pesquisas de Mascarenhas e Vidal (2019), na Bacia Itacaiúnas/Tocantins.

Aspectos do relevo associados a seus atributos “significantes” e “particulares” (culturais e patrimoniais), conforme Claudino-Sales (2018), são encontrados nos ambientes sedimentares, cristalinos, costeiros, fluviais e cársticos, revelando diversidade de geomorfossítios e valorização do patrimônio geomorfológico. Para Panizza e Piacente (2009), a inventariação de tais atributos deve seguir critérios científicos que comportem ativos ambientais e não-ambientais em perspectivas quali-quantitativas para o âmbito do planejamento territorial/avaliação ambiental.

Proposta e métodos de classificação de sítio geomorfológico vêm ganhando força desde o início dos anos 2000. Um extenso e valioso levantamento sobre o tema foi realizado por Mucivuna, Reynard e Garcia (2019), que analisaram os critérios e avaliação de geomorfossítios em perspectiva qualitativa e quantitativa de patrimônio geológico e geomorfológico utilizados por diversos pesquisadores mundo afora. Ao final, os autores propõem uma metodologia que busca diminuir a subjetividade que vem atravessando esses métodos.

Assim, os métodos de avaliação de geomorfossítios usam como critério os elementos de *scientific quality* (qualidade científica). Estes podem ser vistos em Coratza e Giusti (2005) e, em certo sentido, instrumentalizam ferramentas para o planejamento e gestão territorial. O essencial dessa proposta é analisar aspectos geográfico-geomorfológicos dos geomorfossítios, com a finalidade de avaliar sítios geomorfológicos que tenham uma área a qual realce o território e que tenham certa raridade geomorfológica/cênica que esteja conservada, com capacidade de possibilitar seu uso.

A questão da extensão territorial e dos atributos visíveis da paisagem podem ser observados na análise de Reynard (2005), agora pensando os critérios



naturais e físicos da paisagem, bem como no critério humanístico com o qual a sociedade atribui valor à Geodiversidade. A dinâmica da paisagem, com seus valores de uso e valores científicos agregando as perspectivas ecológica e humana, ajudam a construir critérios avaliativos de geomorfossítios, além de criar sinergia entre a valorização do patrimônio geológico/geomorfológico, ecológico e cultural (REYNARD, 2004).

Pode-se referendar quatro características recorrentes atribuídas aos geomorfossítios, de acordo com Reynard (2004, p. 129):

- a) nem toda feição geomórfica pode ser considerada como geótopo<sup>1</sup>, mas precisa apresentar certo valor geomorfológico - atributo de raridade;
- b) para definir um geótopo, é necessário construir critérios de avaliação capazes de dar a ele uma avaliação puramente subjetiva - atributo representatividade;
- c) traz uma extensão e uma escala espacial - atributo integridade e;
- d) se distinguem conforme tipologias e processos dentro do sistema Geomorfológico - valor paleogeográfico.

Os valores paisagísticos e valores das formas de relevo articulam aspectos geomorfológicos e os atributos da paisagem capazes de dar suporte às análises, proteção ou aprimoramento da paisagem (REYNARD, 2005). O referido autor de-  
tém-se na caracterização dos sítios geomorfológicos como elementos que, reunidos em conjunto, possibilitam a compreensão das formas de pensar o patrimônio cultural e natural. Os geomorfossítios podem ser recurso econômico, e seus atributos podem ser: estético, cultural, científico e ecológico.

Tais atributos permitem construir valores de proteção a um determinado patrimônio geológico/geomorfológico, bem como atribuir caráter científico ou turístico aos geomorfossítios, pois guardam as assinaturas ambientais que deixam à mostra toda a evolução da superfície terrestre. É por essa razão que nem todos elementos geológico/geomorfológico podem vir a ser um Geomorfossítio.

A tendência de analisar valores estéticos e cênicos dos geomorfossítios é aludida por Bojan Erhartic (2010) que, ao comparar os métodos de avaliação de patrimônio geológico (suíço, português, espanhol e eslovênia) em seus resultados,

---

1 Aqui, um sítio geomorfológico ou “geótopo geomorfológico” pode ser definido como uma porção da superfície terrestre de particular importância para a compreensão da história da Terra, do clima e da vida (REYNARD, 2004).

afirma que não se pode olvidar de valores espirituais que constam nos atributos culturais por sua difícil mensuração.

Mais adiante, apresentamos alguns sítios geomorfológicos que trazem valores estéticos, culturais, científicos e econômicos dentro das Unidades de Conservação do estado do Ceará. Tais sítios precisam de uma maior divulgação para potencializar a política de uso público dessas unidades e reforçar os aspectos de geoconservação e de atividades geoturísticas nas mesmas.

### **O CONTEXTO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E SUA FUNÇÃO DE PROTEGER A GEODIVERSIDADE - IMAGENS ORBITAIS REVELADORAS DE GEOMORFOSSÍTIOS NO CEARÁ**

Como forma de diminuir a perda de biodiversidade, tem-se recorrido à criação de Unidades de Conservação. A crítica reside no fato de que nessa estratégia de conservação e preservação – mesmo com os avanços que as Geociências trouxeram por meio da aproximação com correntes ambientalistas e do desenvolvimento da temática da Geodiversidade na década de 1990 – nas UCs ainda predomina o propósito reducionista de conservação e preservação da biodiversidade, a exemplo dos objetivos propostos para a criação das Unidades de Conservação estabelecidos nas tipologias Refúgios da Vida Silvestre, Reservas Biológicas, Reservas de Fauna e Florestas Nacionais, categorias justificadas unicamente pela preservação e conservação de elementos da biodiversidade. Para a temática aqui exposta, a tipologia de Unidade de Conservação que melhor se adequa à conservação da geodiversidade é o Monumento Natural que estabelece como objetivo principal “preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica” (BRASIL, 2000).

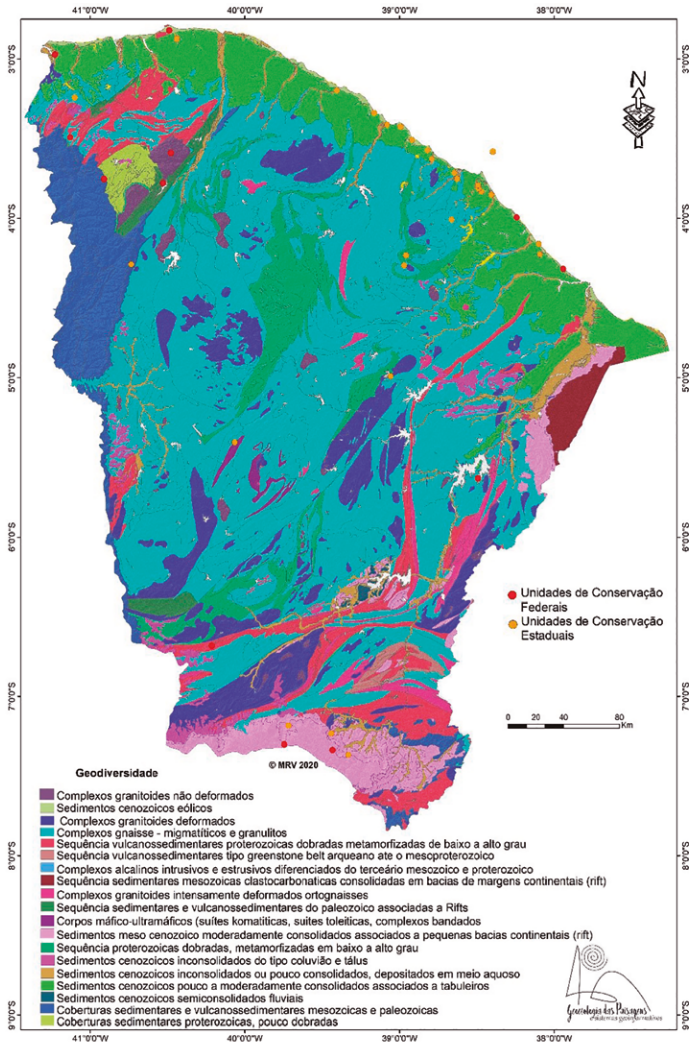
No Estado do Ceará, a história da conservação inicia-se com o Decreto-Lei nº. 9.226, de 2 de junho de 1946, criando a primeira unidade de conservação do Estado, a Floresta Nacional do Araripe, no Sul do Ceará.

É através da Lei Estadual nº 12.488 de 13/09/1995, que dispõe sobre a Política Florestal Estadual, que inicia-se a criação de inúmeras Unidades de Conservação na década de 1990, sobretudo, no tocante às unidades de uso sustentável como as Áreas de Proteção Ambiental (APAs). Essas unidades predominam ainda hoje em números e se localizam, em sua grande maioria, em áreas costeiras. Esse desequilíbrio espacial implica baixa capacidade de proteção da biodiversidade e geodiversidade no estado como um todo (Figura 34).

Além da distribuição espacial voltada para a zona costeira, nota-se ainda a disparidade entre a extensão (em hectares) das áreas de proteção ambiental cea-

rensens, algumas perfazendo grandes áreas, como é o caso da APA da Bica do Ipu, com 3.484.665 de hectares, em contraposição à APA do Estuário do Rio Curu, que tem apenas 881,94 hectares. Outro fator relevante reside no fato de que, em seus decretos de criação, a grande maioria das Unidades de Conservação não dispõe de estratégias e princípios relacionados à Geodiversidade.

**Figura 34** - Distribuição espacial das unidades de conservação e da geodiversidade no estado do Ceará



Fonte: adaptado de CPRM (2019).

Mesmo com todas essas fragilidades, as Unidades de Conservação se erguem como principais instrumentos legais da proteção da geodiversidade, pois essas

áreas resguardam importantes elementos, tanto da biodiversidade, como da geodiversidade (Figura 35).

**Figura 35** - Biodiversidade e geodiversidade em Unidades de Conservação do Estado do Ceará-Elementos da Geodiversidade: A) Geomorfologia – Campo de Dunas Móveis da APA da Dunas de Lagoinha (Foto de 2016); B) Hidrografia da APA da Serra de Baturité (Foto de 2014)



**Fonte:** Elaborado pelos autores.

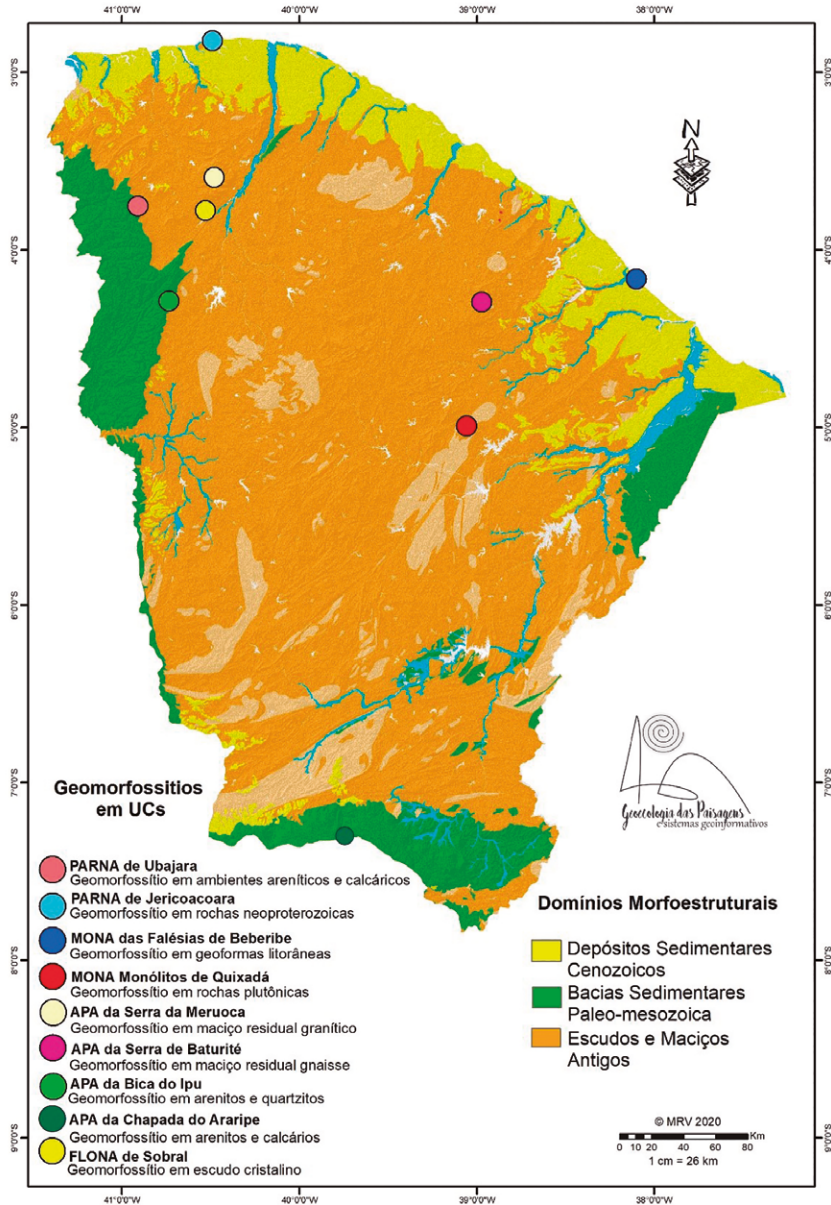
Certos relevos contribuem para a beleza cênica das paisagens (campo de dunas, tabuleiros, planícies fluviais, lagoas interdunares, terraços), outros relevos criam paisagens espetaculares (cachoeiras, cânions, cavernas, abrigos de pedras, dolinas, inselbergs). A composição da paisagem vai além da beleza cênica e de seu valor estético; ela é composta por elementos que compõem sua estrutura, seu funcionamento, sua dinâmica e sua evolução (VIDAL, 2014). Nessa multifuncionalidade da paisagem, atribui-se ao relevo uma variedade de serviços ecossistêmicos. Esse também apresenta valores culturais (PANIZZA; PIACENTE, 2009) que podem ser histórico-arqueológicos, religioso ou estético por conterem pinturas rupestres.

Todas as questões relacionadas às Unidades de Conservação nos levam a pensar que boa parte dos geomorfossítios estão “resguardados” nesses espaços protegidos (Figura 36). Então, em que medida esses geomorfossítios estão distribuídos especialmente nos domínios morfoestruturais que compõem o Território Cearense?

Biodiversidade e geodiversidade são vertentes indissociáveis para a conservação da natureza. A identificação e preservação dos geomorfossítios já pertencentes às Unidades de Conservação se fazem necessários para o fortalecimento da conservação desses espaços, pois a função precípua de um espaço

protegido deve ser resguardar a biodiversidade e os elementos abióticos com valor significativo.

**Figura 36** - Os geomorfossítios e os domínios morfoestruturais no estado do Ceará



Fonte: adaptado de IBGE (2018).

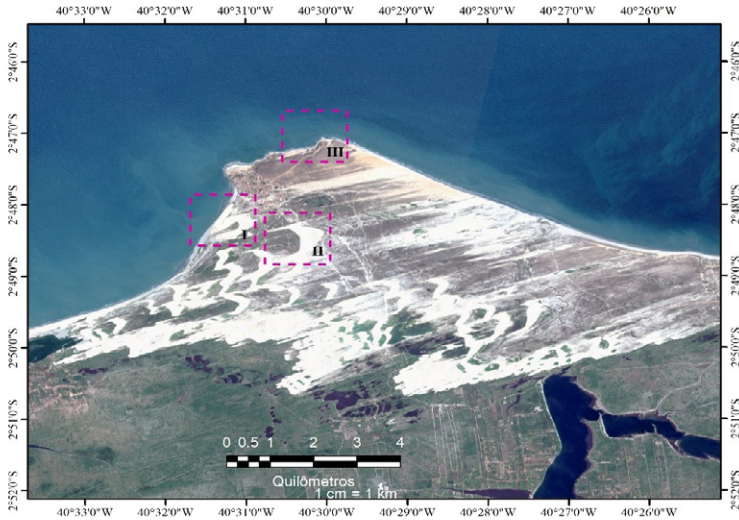
Um termo bastante apropriado para enxergar a importância da geodiversidade foi cunhado por Gray (2011), é de uma “outra natureza”, no sentido de dar importância aos conjuntos de geomorfossítios (geodiversidade) o mesmo peso que tem a biodiversidade e, assim, possibilitar construir instrumentos mais efetivos e integrados de ordenamento/gestão do patrimônio Geológico (ERTHARTIC, 2010; 2012; ERIKSTAD, 2013). Por isso, Mick Stanley (2000) também chamou atenção para a existência de um elo entre paisagem, pessoas e cultura, em interação com os atributos do patrimônio geológico e geomorfológico, que permite a sociedade construir prédios, calçadas, arruamentos, dentre outros.

Por essa razão, vê-se a importância de impor limites às explorações dos recursos naturais, mesmo porque a manutenção de serviços ecossistêmicos são conduzidos pelos atributos de geodiversidade dentro da dinâmica sistêmica da paisagem. Ou seja, essa imposição de limites tem função de suporte, regulação, evolução e transformação, provedora de conhecimento científico (GRAY, 2011) e de bem-estar psicoemocional (PIACENTE, 2005). Esse último revela o valor que a sociedade dá a um determinado patrimônio natural, assentado em características cênicas e estéticas (SELLIER, 2016).

O critério de significância vem acompanhado da possibilidade de refletir/planejar as ocorrências de riscos de perda do patrimônio geológico (vulnerabilidade). Assim, não se deve pensar em valor cênico e na necessidade de conservação simplesmente pelas questões de beleza paisagística, é preciso, em vez disso, observar os critérios econômicos e culturais, conforme Sharples (1993; 2002). A dimensão da vulnerabilidade do patrimônio geomorfológico foi ponderada na pesquisa de Bétard e Peulvast (2019).

Para além das questões da moral, há uma necessidade premente de preservar as formas e assinaturas da geodinâmica do Planeta. Tal preocupação tem nas premissas aportadas por Sharples (1993) possibilidade de manter funções essenciais das geoformas que sustentam as variedades bióticas, ou seja, a geodiversidade é suporte *sine qua non* da reprodução da vida.

## PARNA de Jericoacoara: Geomorfossítio em Rochas Neoproterozoicas



O PARNA de Jericoacoara consiste em um dos sítios geomorfológicos mais expressivos do litoral Oeste do Ceará, contendo várias gerações de megadunas do tipo Barcanas, com alturas que podem alcançar até 20 a 40 metros e extensões acima de 2,5km, sendo elas: I) Megaduna barcana conhecida como “Duna do Pôr do Sol”; II) “Duna Arraia”; III) área de *bypass* (área de passagem de fluxos litorâneos com a presença de afloramento de rochas vulcânicas-sedimentares com idade Neoproterozoicas, onde encontram-se formações conhecidas como “Pedra Furada” e “Pedra do Frade”, apresentando cavidade de subsuperfícies - Caverna da Princesa -, podendo ser encontrado antigas linhas de costas (paleopraias).

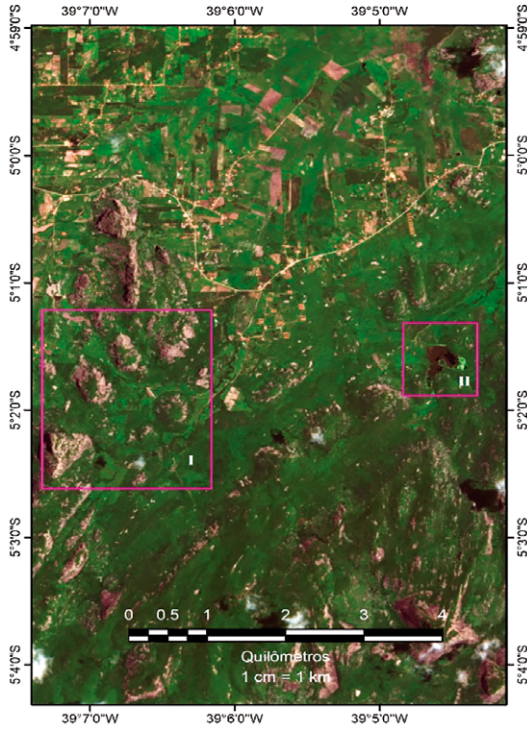
## **MONA das Falésias de Beberibe: Geomorfossítio em geformas litorâneas**



Com extensão de 31,29ha, é uma típica paisagem natural da Planície Litorânea Cearense com suas geformas litorâneas trabalhadas pela ação dos ventos e das ondas. Campos de dunas móveis, semifixas, recobrem falésias vivas, formando extensos labirintos, formados por areias coloridas. Em seu decreto de criação (Decreto Nº 27.461, de 04/06/2004), possui objetivo específico em proteger o patrimônio geológico – que versa sobre a proteção das falésias, justificando apenas sua “beleza cênica”.

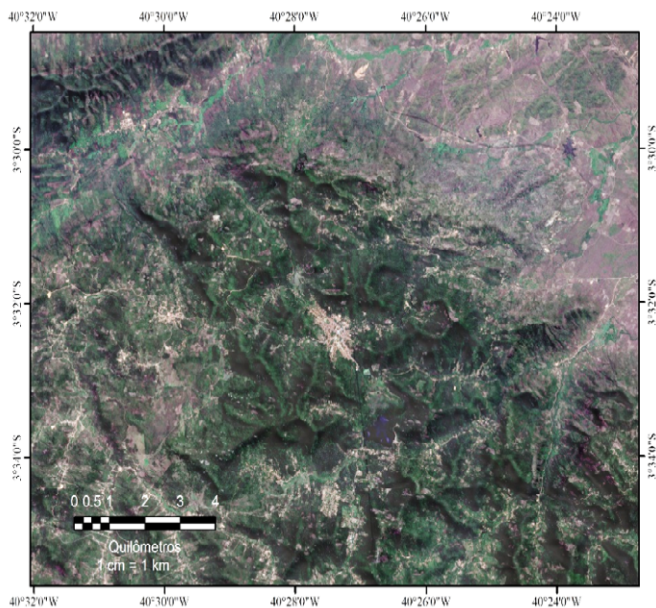


## MONA Monólitos de Quixadá: Geomorfossítio em Rochas Plutônicas



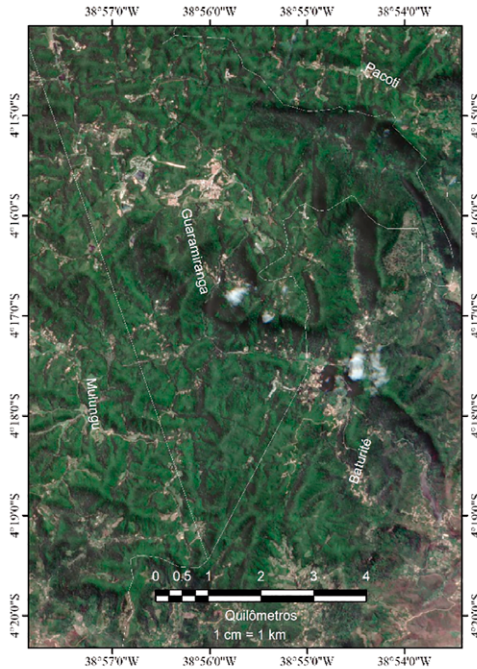
Trata-se de uma área de aproximadamente 31.146 há, composta por rochas intrusivas de dimensões variadas. Ao centro da imagem orbital, apresenta singulares processos termoclásticos presentes nas paisagens tropicais. Esses processos, em regiões semiáridas, revelam feições geomórficas que animam a superfície sertaneja. Aponta-se para um geomorfossítio bem representativo: Campos de Inselberges, escarpas e *playas* que guardam as formas esculpidas durante as variabilidades climáticas (erosões em rochas graníticas).

## APA da Serra da Meruoca: Geomorfossítio em Maciço Residual Granítico



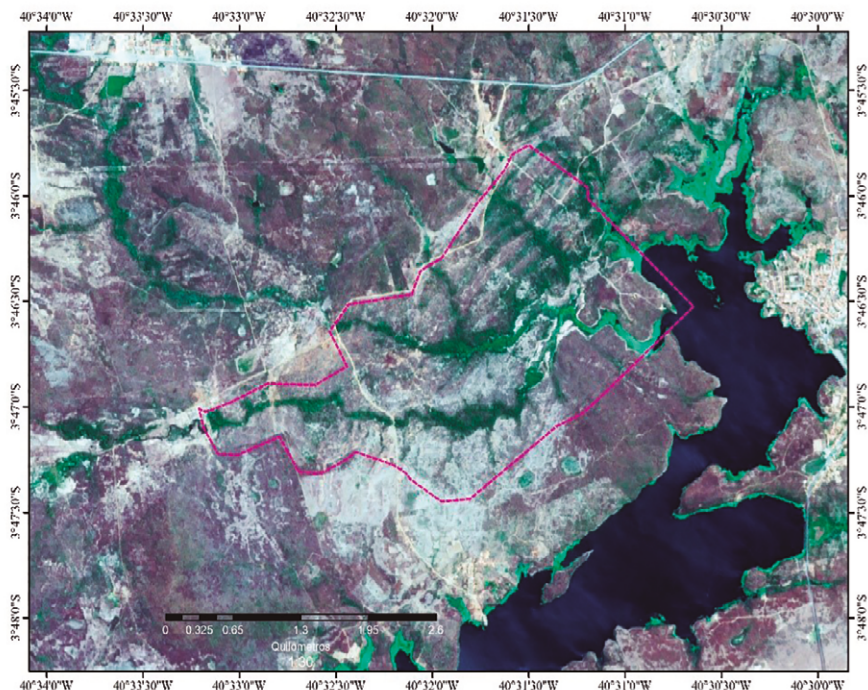
Serra úmida em granitoides, apresenta características edafoclimáticas de ambientes úmidos e secos. Sua geodiversidade guarda significativas geoformas em cristas, vertentes e morros testemunhos, em uma extensão de 608,0ha, onde os geomorfossítios são bem característicos, pois seus gradientes topográficos variam entre 0 m a 1000 metros.

## APA da Serra de Baturité: Geomorfossítio em Maciço Residual Gnaisses



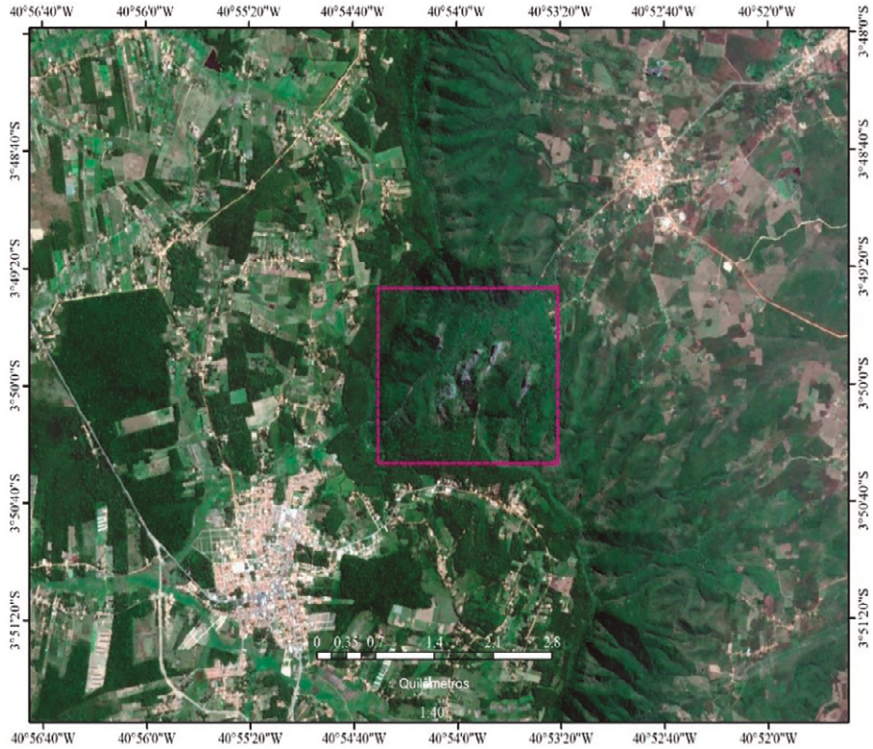
Trata-se de uma das mais expressivas florestas pluvionebulares, recobrimdo maciços úmidos em litologias cristalinas que chegam a receber pouco mais de 1.500mm de precipitações anuais. Seus vales encaixados em forma de “V”, podendo também apresentar formas em “U”, deixam à mostra relevos dissecados formados por Platôs intensamente intemperizados. Compreendendo uma área de 32690,0ha, na parte inferior, à direita da imagem anterior, ainda é possível ver a superfície interplanáltica em ambiente mais seco em um tipo enclave úmido. O gradiente topográfico da área pode variar de 160 a 1000. A paisagem, por ser bastante drenada, forma inúmeras quedas d’águas, a exemplos dos municípios de Mulungu e Baturité.

## FLONA de Sobral: geomorfossítio em Escudo Cristalino



A FLONA de Sobral está localizada em plena depressão interplanáltica (Sertão Norte cearense), representada pelas cores esbranquiçadas, com afloramentos rochosos de gnaisses, granitos, xistos e quartzíticos intercortados por matas ciliares, encravados na planície fluvial do rio Jaibas (cores em verdes). As áreas periféricas comportam pequenos maciços residuais com altimetria que não excedem os 120 metros (cores em cinza), tendo ao Norte o Planalto de Ibiapaba e, ao Nordeste, Serra da Meruoca. A presença de um patrimônio geológico e geomorfológico deve ser incluído nos critérios de avaliação de geomorfossítios em relevos residuais em rochas cristalinas.

## PARNA de Ubajara: geomorfossítio em ambientes Areníticos e Calcários



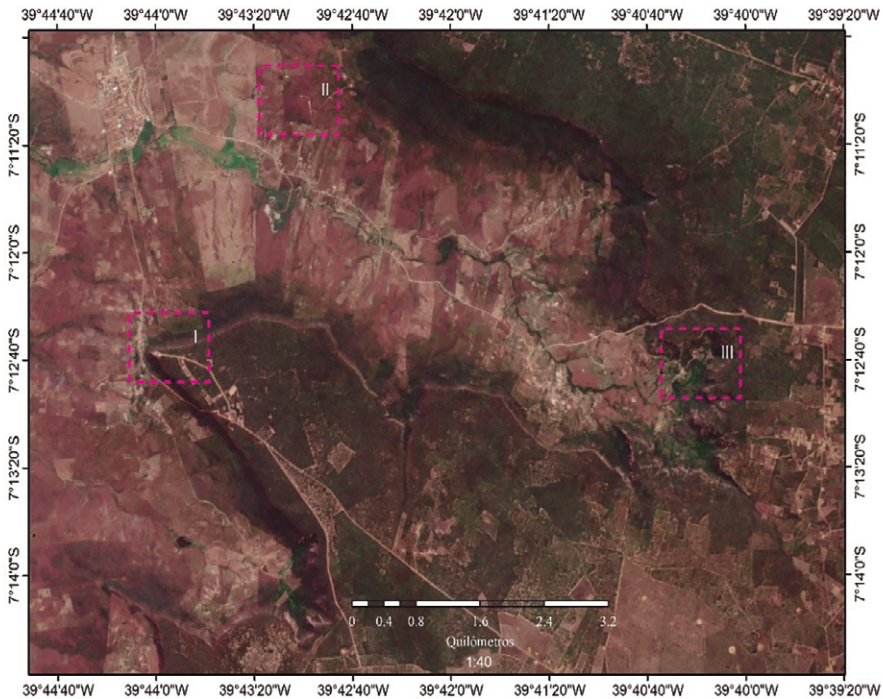
Sua importância reside na proteção das áreas úmidas da *Cuesta* da Ibiapaba, apresentando-se também como superfície de cimeira. É um geomorfossítio entalhado no Domínio das Bacias sedimentares paleo-mesozoica, oriundas de relevos policíclicos, os quais são bastantes expressivos, no centro da imagem orbital, sendo possível identificar afloramentos de rochas calcárias em patamares dissecados que formam um anfiteatro na borda do relevo cuestiforme. Em seu topo é possível identificar as geofomas em cornija, e nas adjacências é possível apontar para rampas de colúvios e para a superfície de aplainamento ocupada e animada pela ação humana.

## APA Bica do Ipu; Geomorfossítio em arenitos



Trata-se de um geomorfossítio de queda d'água de mais ou menos 120 metros, entalhada em bacia sedimentar da Serra da Ibiapaba. O riacho Ipuçaba tem drenagem retilínea, e, no seu médio curso, forma-se um *knick point* conhecido como Bica do Ipu. As geoformas sedimentares guardam características de relevo cuestasiforme bastante proeminente. Os patamares dissecados e a rede de drenagem são responsáveis por intensos processos erosivos.

## APA ARARIPE: Geomorfossítio em Arenitos e Calcários



Um complexo de outras Unidades de Conservação faz parte desse conjunto de geossítio, que guarda rochas com uma variedade de litologias entre folhelhos, arenitos e calcário sobre depósitos em estratigrafias que revelam um passado de 120 milhões de anos. Entre as

principais feições geomorfológicas, é possível identificar, na borda da Chapa do Araripe: I) Pontal de Santa Cruz; II) área do MONA Sítio Cana Brava, que é uma unidade de preservação do tipo Proteção integral, com exemplares de fósseis que guardam mudanças ambientais do período Cretáceo; III) área de extração mineral, onde são comercializadas rochas conhecidas como Pedra Cariri, um Geossítio dentro do Geoparque Araripe, o qual revela a importância da geodiversidade como recurso natural com valor econômico.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ciência pode contribuir com o conhecimento das formas evolutivas da epiderme da Terra de sua evolução no passado/presente, projetando-se para o futuro, daí a importância de se falar de ativos de geodiversidade e de patrimônio geológico-geomorfológico, já que o semiárido guarda os processos cíclicos das mudanças ambientais, que definem as morfoestruturas. A convivência com o Semiárido deve vir acompanhada de instrumentos que possibilitem tirar proveitos sociais e econômicos desse ambiente potencializador de dinâmicas regionais capazes de empreender ganhos para sua população, mas que é hostil quando não se tem recursos técnicos e financeiros.

O recorte das Unidades de Conservação como espaços protegidos capazes de resguardar a conservação e informações sobre o patrimônio geológico-geomorfológico se mostra um instrumento eficaz de conhecimento produzido sobre geofformas sedimentares, cristalinas, cársticas, fluviais etc., e introjeta a necessidade de conservar a história Geológica da Terra.

Geomorfossítios, geopatrimônio, patrimônio geomorfológico são temas que devem ser elencados nas políticas de proteção ambiental para que se alcance uma visão mais integrada dos componentes da paisagem, uma paisagem dinâmica e que é animada por fatores morfoestruturais e ecológicos, os quais possibilitam entendê-la como entidade possuidora de estrutura, forma e dinâmica própria da qual a sociedade é dinamizadora e construtora.

O mosaico formado pelas morfoestruturas revela paisagens significantes com altos valores cênicos que potencializam ganhos econômicos, mas que também permitem refletir sobre a necessidade de conhecer melhor os geomorfossítios do estado e desvelar novos elementos geomorfológicos que levem a delimitar outros patrimônios geológico-geomorfológico, em especial a Porção Central do estado do Ceará e dos domínios das bacias sedimentares.

Os mapas de morfoestruturas são reveladores dessa problemática. Quando olhamos as unidades de escudos e maciços antigos, podemos aferir que há poucas Unidades de Conservação. Essa contradição revela a falta de vinculação de informações sobre esse rico patrimônio geológico-geomorfológico de relevos policíclicos retrabalhados desde a formação da Terra.

A importância da tentativa de fortalecer a tríade Natureza-Sustentabilidade-Diversidade espacial por meio das discussões de geomorfossítios e da concepção de paisagem natural reside no agrupamento da delimitação da diversidade dos geomorfossítios como elemento essencial à gestão e ao ordenamento ambiental e territorial.



## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A. M.; PEREIRA, D. I. A New Methodological Contribution for the Geodiversity Assessment: Applicability to Ceará State (Brazil). **Geoheritage**, v. 10, 2018.
- BÉTARD, F.; PEULVAST, J. P. Geodiversity Hotspots: Concept, Method and Cartographic Application for Geoconservation Purposes at a Regional Scale. **Environmental Management**, v. 63, 2019.
- BRASIL. **Lei 9.985 de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília: MMA, 2000.
- BRILHA, J. **Património Geológico e Geoconservação**. Braga, Portugal: Palimage Editores, 2005.
- BRILHA, J. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. **Geoheritage**, n. 8, 2016.
- CLAUDINO-SALES, V. Paisagens geomorfológicas espetaculares: geomorfossítios do Brasil. **Rev. Geografia**, Recife, v. especial VIII SINAGEO, n. 3, set. 2010.
- CLAUDINO-SALES, V. Morfopatrimônio, morfodiversidade: pela afirmação do patrimônio geomorfológico strictu sensu. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 20, n. 3, p. 3-12, 1 dez. 2018.
- CORATZA, P.; GIUSTI, C. Methodological proposal for the assessment of the scientific quality of geomorphosites. **Il Quaternario**, p. 18-1, 2005.
- CPRM. Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais. Sistema de geociências do Serviço Geológico do Brasil. Mapas da Geodiversidade Estaduais. **Geodiversidade do Estado do Ceará**. Brasília/DF, 2019. Disponível em: <http://geosgb.cprm.gov.br/geosgb/downloads.html>. Acesso em: 27 jan. 2020.
- DIAMANTINO, *et al.* Geodiversity Assessment of Parana' State (Brazil): An Innovative Approach. **Environmental Management**, n. 52, 2013.
- ERHARTIC, B. Geomorphosite assessment. **Acta Geographica Slovenica**, v. 50, n. 2, 2010.
- ERHARTIC, B. Geodiversity and geomorphosite research in Slovenia. **Geografski Vestnik**, v. 84, n. 1, 2012.
- ERIKSTAD, L. Geoheritage and geodiversity management – the questions for tomorrow. **Proceedings of the Geologists' Association**, v. 12, 2013.
- GARCIA, *et al.* The Inventory of Geological Heritage of the State of São Paulo, Brazil: Methodological Basis, Results and Perspectives. **Geoheritage**, v. 10, 2018.
- GORDON, J. E.; BARRON, H. F. The role of geodiversity in delivering ecosystem services and benefits in Scotland. **Scottish Journal of Geology**, v. 49, n. 1, 2013. <https://doi.org/10.1144/sjg2011-465>.
- GRAY, M. Other nature: geodiversity and geosystem services. **Environmental Conservation**, 38 (3): 271–274. Foundation for Environmental Conservation. 2011.

GRAY, M. **Geodiversity**: valuing and conserving abiotic nature. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd, 2004.

GRAY, M.; GORDON, J. E.; BROWN, E. J. Geodiversity and the ecosystem approach: the contribution of geoscience in delivering integrated environmental management. **Journal Proceedings of the Geologists' Association**, v. 124, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Informações ambientais**. Brasília/DF. 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>. Acesso em: 27 jan. 2020.

MASCARENHAS, A. L. S.; VIDAL, M. R. Medindo padrões de geodiversidade da região hidrográfica do Tocantins e Itacaiúnas, Pará, Amazônia-Brasil. **Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Pará (IHGP)**, Belém-PA, 2019.

MEIRA, S. A.; MORAIS, J. O. Os conceitos de geodiversidade, patrimônio geológico e geoconservação: abordagens sobre o papel da Geografia no estudo da temática. **Boletim De Geografia**, v. 34, n. 3, p. 129-147, 2016.

MUCIVUNA, V. C.; REYNARD, E.; GARCIA, M. G. M. Geomorphosites Assessment Methods: Comparative Analysis and Typology. **Geoheritage**, v. 11, 2019.

PANIZZA, M. Geomorphosites: concepts, methods and examples of geomorphological survey. **Chinese Science Bulletin**, v. 46, 2001.

PANIZZA, M.; PIACENTE, S. **Cultural Geomorphology an geodiversity**. (Edts) Reynald. E.; Coratza. P.; Regolini-Bissig. G.; Geomorphosites. Munique: Pfeil, 2009.

PEREIRA, D. I. *et al.* Geodiversity Assessment of Parana' State (Brazil): An Innovative Approach. **Environmental Management**, v. 52, 2013.

PIACENTE, S. Geosites and geodiversity for a cultural approach to geology. **II Quaternario**, v. 18, n. 1, 2005.

RANGEL, L. A. *et al.* Geotourism and Soil Quality on Trails Within Conservation Units in South-East Brazil. **Geoheritage**, v. 11, 2019.

REYNARD, E. *et al.* Integrated Approach for the Inventory and Management of Geomorphological Heritage at the Regional Scale. **Geoheritage**, v. 8, 2016.

REYNARD, E. Géomorphosites et paysages. **Revue Géomorphologie: relief, processus, Environnement**, v. 3, 2005.

REYNARD, E. **Geótopes, géo(morpho)sites et paysages géomorphologiques**. In paysages géomorphologiques. Reynard e Pralong (Org.). Institut de Géographie de l'université de Lausanne, 2004.

SILVA, J. P.; RODRIGUES, C.; PEREIRA, D. I. Mapping and Analysis of Geodiversity Indices in the Xingu River Basin, Amazonia, Brazil. **Geoheritage**, v. 7, 2015.

SALLIER, D. A Deductive Method for the Selection of Geomorphosites: application to Mont Ventoux (Provence, France). **Geoheritage**, n. 8, 2016.

SOUZA, M. N. J. Contribuição ao estudo das unidades morfoestruturais do estado do Ceará. **Revista de Geologia**, Fortaleza, v. 1, 1988.

SHARPLES, C. **A Methodology for the Identification of Significant Landforms and Geological Sites for Geoconservation Purposes**, Forestry Commission Tasmania, 1993.

SHARPLES, C. **Concepts and principles of geoconservation**, v. 3, published electronically on the Tasmanian Parks & Wildlife Service website, 2002.

STANLEY, M. Geodiversity and why we need it. **Earth Heritage**, v. 14, 2000.

VIDAL, M. R. **Geocologia das paisagens: fundamentos e aplicabilidades para o planejamento ambiental no baixo curso do rio Curu-Ceará-Brasil**. 2014. 190f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, 2014.



# GEODIVERSIDADE, PATRIMÔNIO E SUSTENTABILIDADE NA REGIÃO METROPOLITANA DO CARIRI (RMC), CEARÁ

**Marcelo Martins de Moura-Fé**

*Professor Doutor do Departamento de Geociências da Universidade Regional do Cariri (DEGEO/URCA) e do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável (Proder/UFCA), e pesquisador e bolsista produtividade da FUNCAP. E-mail: marcelo.mourafe@urca.br*

**Mônica Virna de Aguiar Pinheiro**

*Professora Doutora do Departamento de Geociências da Universidade Regional do Cariri (DEGEO/URCA). E-mail: monivirna@yahoo.com.br*

**João Victor Mariano da Silva**

*Graduado em Geografia (URCA) e mestrando do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável (Proder/UFCA). E-mail: joaovictormarianods@gmail.com*

**Raquel Landim do Nascimento**

*Graduada em Geografia (URCA). E-mail: raquellandimnasc123@gmail.com*

## INTRODUÇÃO

Na região Nordeste do país, caracterizada por sua predominante semiaridez hidroclimatológica, há exceções a essa regra. Dentre elas, apresenta-se a região sul do estado do Ceará, popularmente conhecida como “Cariri cearense” e historicamente demarcada como a região dos “Cariris Novos” (PINHEIRO, 2010). Nela, a Região Metropolitana do Cariri (RMC) foi instituída oficialmente através da Lei Complementar nº 78, de 26 de junho de 2009 (CEARÁ, 2009).

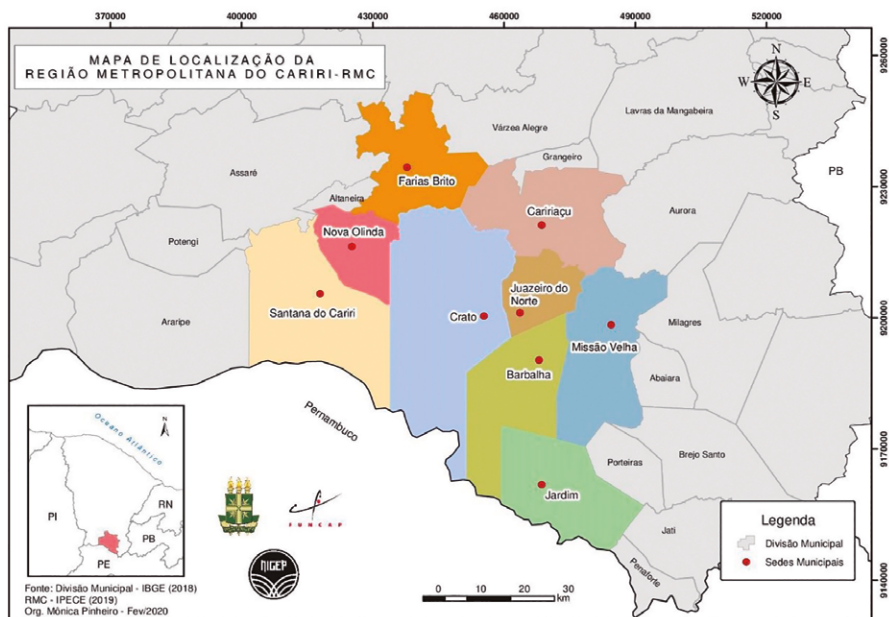
Desde então, a RMC é composta pelo agrupamento dos municípios de Missão Velha, Jardim, Caririaca, Farias Brito, Nova Olinda e Santana do Cariri, além de Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha, que, particularmente, formam o núcleo urbano mais desenvolvido da região, o chamado “Crajobar” (NASCIMENTO; CHACON, 2016).

Seus 9 (nove) municípios compõem um território de 5.460 km<sup>2</sup> no sul do Ceará (Figura 37), um território ocupado por cerca de 601 mil habitantes (IBGE, 2018), formando uma região que ascende economicamente e que tem contribuído para correlatos índices de crescimento do PIB cearense.

Analisando as economias das oito macrorregiões de planejamento do Governo do estado do Ceará, verifica-se que, nos anos 2002 a 2010, a economia cearen-

se cresceu, impulsionada, sobretudo, pelas economias concentradas na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), nas zonas litorâneas leste e oeste e na RMC, com destaque para Juazeiro do Norte (R\$ 1,9 bilhão) e Crato (R\$ 846,4 milhões), ao passo que, considerando apenas a macrorregião Cariri, houve contribuição de cerca de 9,4% do PIB estadual em 2002, crescendo para 9,72% do PIB cearense em 2010 (IPECE, 2012). Mantendo uma projeção proporcional, pode-se ter uma noção desse percentual no final deste ano de 2020.

Figura 37 - Mapa político da Região Metropolitana do Cariri (RMC)



Fonte: IBGE (2018) e IPECE (2019).

Esse crescimento econômico está intrinsecamente relacionado a processos significativos de reconfiguração dos padrões de uso e ocupação do espaço regional, notadamente causado pelo crescimento da malha urbana das cidades, distritos e localidades mais representativas da RMC (MOURA-FÉ *et al.*, 2019). As cidades na região estão, cada vez mais, ocupando espaços que se notabilizam histórica, ambiental e cientificamente como detentoras de um conjunto de atributos naturais que fazem da região do Cariri um patrimônio natural reconhecido nas escalas estadual, nacional e internacional (BÉTARD *et al.*, 2017).

De forma correlata, um quadro complexo de problemáticas ambientais vem se estabelecendo na RMC, *pari passu* ao seu crescimento econômico e urbanístico, colocando em risco tanto a manutenção ambiental da geodiversidade, quanto a qualidade de vida de seus habitantes, uma geodiversidade que ainda requer maior conhecimento, mas que já se apresenta em um quadro de risco socioam-

biental, o que, *per se*, justifica a realização de trabalhos como este. Assim, o objetivo aqui é discutir elementos específicos da geodiversidade regional do sul do Ceará, entendidos como parte do patrimônio natural do Nordeste brasileiro, considerando a sua sustentabilidade no contexto socioambiental da RMC.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O roteiro metodológico desenvolvido para buscar o supracitado objetivo é de abordagem qualitativa, sendo compartimentado em duas linhas: (1) embasamento teórico-conceitual, estruturado nas conceituações da Geodiversidade (e seus ramos), do Patrimônio (natural, sobretudo) e da Sustentabilidade; (2) contingente técnico-científico, subdividido, por sua vez, em etapas inter-relacionadas de gabinete, campo e laboratório.

Em **gabinete**, realizou-se um levantamento documental e bibliográfico dos diplomas legais e trabalhos científicos relevantes e atuais, presentes nas literaturas científicas nacional e internacional que tratam das temáticas discutidas. Para tanto, foram utilizados os *sites* de busca Google Acadêmico e o portal de Periódicos da Capes, através dos descritores: geodiversidade, patrimônio e sustentabilidade, para os anos de 2000 a 2020, prioritariamente. Por sua vez, o levantamento cartográfico deteve-se na busca de bases relacionadas ao contexto territorial da RMC e seus nove municípios.

Para o desenvolvimento do inventário, especificamente, foi realizada uma pré-seleção com base nos levantamentos feitos. A caracterização dos pontos identificados foi feita após a etapa de campo, considerando os valores da geodiversidade indicados por Gray (2004) e Brilha (2005).

A etapa de **campo** se deu em diversos períodos na RMC ao longo dos últimos anos, com ênfase em locais pré-selecionados na etapa de gabinete, apoiados em resultados de outros projetos de pesquisa e extensão desenvolvidos na região. Os dados adquiridos vêm sendo tratados em **laboratório**, objetivando georreferenciar e espacializar os resultados das pesquisas em desenvolvimento, com destaque para o inventário da geodiversidade da RMC, com apoio de imagens de satélite e de tratamento do *software* QGis.

## PARA SE CONHECER: A GEODIVERSIDADE REGIONAL

A **geodiversidade** pode ser entendida como o resultado da interação de diversos fatores, como as rochas, o clima, os seres vivos, entre outros, possibilitando o aparecimento de paisagens distintas no mundo (GRAY, 2004; BRILHA,

2005), integrando a diversidade geológica, geomorfológica e pedológica, além dos processos que lhes originaram (BÉTARD; PEULVAST; MAGALHÃES, 2011) e lhes modelam atualmente (MOURA-FÉ, 2015a), além das águas.

Em função do valor econômico atrelado, são muitas as ameaças à geodiversidade, da qual a sociedade é o principal agente modificador e degradador (GRAY, 2005). Em função dessa vulnerabilidade, têm sido criadas estratégias visando a conservação dos principais elementos da geodiversidade ou, dito de outra forma, a **geoconservação**, cujo principal objetivo é a conservação dos geossítios como unidades básicas do patrimônio natural, cuja implementação requer a criação de uma sistematização metodológica criteriosa e dividida em: inventariação específica, avaliação, conservação, valorização, divulgação e procedimentos de monitoramento (BRILHA, 2005; LIMA, 2008; HENRIQUES *et al.*, 2011).

Quais são as estratégias de geoconservação? Pode-se destacar o geoturismo, a geoeducação e a geocultura. O **geoturismo** é a atividade do turismo com conotação geocientífica, ou seja, a visita organizada e orientada a locais onde ocorrem recursos da geodiversidade que testemunham uma fase do passado ou da história de origem e evolução da Terra de suas paisagens, que, por conseguinte, se notabilizam como uma herança coletiva que deve ser preservada (SILVA; PERINOTTO, 2007; VIEIRA; CUNHA, 2004).

A **geoeducação**, conforme Moura-Fé *et al.* (2016), se apresenta como um ramo específico da educação ambiental (EA) a ser aplicado na geoconservação do patrimônio natural e tratado, fomentado e desenvolvido nos âmbitos formais e/ou não formais do ensino, considerando sua diversidade geológica, geomorfológica e pedológica. Nesse sentido, é uma proposta mais específica do que aquela apresentada por Andrasanu (2006), tendo suporte na EA e em seus pressupostos teóricos e metodológicos, assim como nas suas bases legais já estabelecidas (MOURA-FÉ; NASCIMENTO; SOARES, 2017), presentes na legislação vigente (SOARES; NASCIMENTO; MOURA-FÉ, 2018).

Por sua vez, a **geocultura** foi conceituada por Moura-Fé; Silva e Brasil (2017) como uma estratégia de geoconservação baseada no arcabouço teórico geográfico (no conceito de paisagem e na geografia cultural), para analisar a geodiversidade com ênfase na influência que as rochas, minerais, fósseis, relevos, geoforamas e solos tiveram e têm sobre as manifestações culturais, sejam elas materiais ou imateriais, assim como analisar as implicações associadas e suas possíveis aplicabilidades.

A partir de tais conceituações, é importante frisar dois pontos que antecedem a adoção de uma das estratégias de conservação, a saber:



1. **Inventário** dos sítios de geodiversidade ou geossítios (BRILHA, 2016), ou seja: o levantamento sistemático dos principais elementos da geodiversidade (UCEDA, 2000; BRILHA, 2005; NASCIMENTO; AZEVEDO; MANTESSO-NETO, 2008).
2. **Quantificação**, isto é, a aplicação de metodologias quantitativas para criação de um *ranking* de critérios e prioridades dos geossítios inventariados (UCEDA, 2000; BRILHA, 2005; 2016; NASCIMENTO; AZEVEDO; MANTESSO-NETO, 2008; SANTOS, 2016).

A Geodiversidade do Cariri cearense, diretamente relacionada com o contexto territorial da RMC, tem seu berço em uma história geológica e paleontológica de milhões de anos, fomentada significativamente pelos processos de junção e separação dos continentes da América do Sul e África, os quais estruturaram a maior bacia sedimentar interior do Nordeste brasileiro, a bacia sedimentar do Araripe (ASSINE, 2007), dotada de dois dos principais depósitos fossilíferos do Brasil e do mundo: as formações Crato e Romualdo, do grupo Santana (CARMO *et al.*, 2010; KELLNER, 2002; VIANA; NEUMANN, 2002; ASSINE *et al.*, 2014), cuja importância justificou a criação do GeoPark Araripe na região (CEARÁ, 2012).

A história geológica/paleontológica foi acompanhada pela formação do relevo regional, uma história geomorfológica que tem capítulo importante no processo de soerguimento, para mais de 900 metros de altura, das rochas da bacia sedimentar do Araripe na forma de um modelado que emoldura a região do Cariri, a chapada do Araripe (PEULVAST; BÉTARD; MAGALHÃES, 2011). Por sua vez, a estruturação da chapada e das bacias hidrográficas propiciou a convergência para o lado cearense das águas subterrâneas e superficiais (BRASIL, 1996) que vêm direta e indiretamente das chuvas que caem na região, ora infiltrando e brotando sob a forma de nascentes, ora escoando e modelando as paisagens como cursos d'água, fomentando a também notável diversidade paisagística e pedológica.

Nesse contexto, considerando a necessidade de se fomentar uma maior visibilidade, tem-se desenvolvido a inventariação da geodiversidade regional, tendo como recorte a RMC, o que se entende como passo obrigatório para o posterior trabalho de quantificação. Nesse contexto, apresentamos um inventário qualitativo em sua versão inicial (Quadro 3), resultados de pesquisas desenvolvidas, ilustrando a relevância regional.

**Quadro 3 - Inventário da Geodiversidade da RMC**

MUNICÍPIO		SÍTIO DE GEO-DIVERSIDADE OU GEOSSÍTIO	CARACTERÍSTICAS	VALORES*
BARBALHA	01	Geossítio Riacho do Meio	Afloramentos dos arenitos da Fm. Exu, sobrepondo às rochas da Fm. Araripina (camadas de topo da bacia), com surgência de nascentes. Alguns afloramentos apresentam registros de deposição eólica e fluvial.	Estético, funcional, cultural, intrínseco, científico e didático.
	02	Arajara	Surgência de nascentes, no mesmo contexto litoestratigráfico apresentado acima, usadas para o abastecimento de um complexo aquático, sobretudo.	Estético, funcional, intrínseco, científico e didático.
	03	Caldas	Surgência de nascentes, no mesmo contexto litoestratigráfico apresentado acima, usadas para o abastecimento público local.	Estético, econômico, intrínseco, científico e didático.
CRATO	04	Geossítio Caldeirão da Santa Cruz do Deserto	Afloramento de rochas da borda da bacia sedimentar do Araripe, filitos, por vezes, modeladas na forma de caldeiras/caldeirões”; marmitas, que deram nome à localidade, as quais retêm água de curso d’água intermitente com a ajuda de pequenos barramentos.	Estético, cultural, funcional, intrínseco, científico e didático.
	05	Pedra do Belmonte	Mirantes formados por arenitos da Fm. Exu, modelados na forma de pequenos pontais com vista para parte do vale do Cariri - superfície erosiva de contato com a encosta da chapada do Araripe.	Estético, funcional, intrínseco, científico e didático.
	06	Nascente do Rio Batateira	Conhecida pela lenda da Pedra da Batateira, se destaca por sua configuração geoambiental. É possível observar a diferença microclimática, além da presença de blocos areníticos próximos a nascente, que origina (em conjunto com seus outros afluentes) a microbacia hidrográfica do rio Batateiras.	Estético, funcional, intrínseco, científico e didático.
	07	Cascata do Lameiro	Planície fluvial do rio batateiras, com afloramentos de folhelhos, em meio ao domínio de arenitos. Um dos principais pontos geoturísticos visitados no município devido a sua beleza singular e a sua geoforma.	Estético, funcional, intrínseco, científico e didático.

MUNICÍPIO		SÍTIO DE GEO-DIVERSIDADE OU GEOSSÍTIO	CARACTERÍSTICAS	VALORES*
CRATO	08	Geossítio Batateiras	Afloramentos de folhelhos betuminosos, de brechas carbonáticas e de feições geomorfológicas fluviais, com um microcanyon. As lendas dos índios Kariris, assim como os engenhos e casarão de taipa, destacam o aspecto cultural do local.	Estético, funcional, intrínseco, científico e didático.
	09	Trilha da Lagoinha	Lagoinha ou trilha do Lago situa-se a cerca de 750 metros de altitude, próximo ao ponto de cimeira da chapada do Araripe. Trata-se de uma trilha de 1,5 km, que chega a um antigo “barreiro”, construções rudimentares de barramento e acúmulo de água, comuns durante o séc. XVII na região.	Estético, funcional, intrínseco, didático e cultural.
CARIRIAÇU	10	Distrito Miguel Xavier	Afloramento de rochas metamórficas da Fm Santana dos Garrotes, borda da bacia do Araripe. Geomorfologicamente, o destaque é a serra de São Pedro, estruturalmente associada aos lineamentos de direção E-W, que começam a predominar nesta região em direção às porções mais meridionais do Nordeste brasileiro.	Estético, intrínseco, científico e didático.
	11	Distrito de Miragem / sede municipal	Presença de inselbergues formados, de maneira geral, por granitos da suíte granitoide Itaporanga, de idade brasileira.	Estético, intrínseco, científico e didático.
	12	Cachoeira de Umari	Feição geomorfológica modelada em rochas graníticas, com vazão intermitente, associada ao período de concentração as chuvas.	Estético, intrínseco, científico e didático.
FARIAS BRITO	13	Serra do Quincuncá	Feição geomorfológica de porte regional disposta na direção E-W, onde encontra-se o Pontal do Padre Cicero, local onde vem se desenvolvendo atividades voltadas ao turismo religioso, científico e educacional.	Estético, cultural, intrínseco, científico e didático.
	14	Forno do Contínuo	Área com afloramento e registros de uso (histórico e atual) de mármore para produção de cal, que marcou o processo de desenvolvimento econômico local. Trata-se de um contexto de excepcionalidade regional.	Estético, cultural, intrínseco, funcional, econômico, científico e didático.

MUNICÍPIO		SÍTIO DE GEO-DIVERSIDADE OU GEOSSÍTIO	CARACTERÍSTICAS	VALORES*
FARIAS BRITO	15	Pedra Redonda	Geoforma do tipo bolder, modelado em rochas ígneas, expostas por ação dos processos exógenos. Sobre a rocha, existe a presença de um pequeno memorial religioso ao padroeiro do município (Padre Cícero).	Estético, cultural, intrínseco, científico e didático.
JUAZEIRO DO NORTE	16	Geossítio Colina do Horto	Afloramento de rochas graníticas, datadas de 600 Ma (ciclo brasileiro tardio), base da bacia do Araripe, expostos na forma de blocos em diversos estágios e processos intempérico-erosivos, notadamente associados a processos físicos, dada maior influência da temperatura. Visão panorâmica do vale do Cariri e da chapada do Araripe, assim como presença de geoformas, com destaque para a Pedra do Pecado, um bloco arenítico que sofreu processo de termoclastia.	Estético, cultural, intrínseco, científico e didático.
JARDIM	17	Sítio Cana Brava	Ocorrência de nascentes em considerável estado de conservação.	Estético, intrínseco, científico e didático.
	18	Sítio Boa Vista	Ocorrência de nascentes no sopé da serra da Boa Vista.	Estético, intrínseco, científico e didático.
	19	Sobradinho	Ocorrência de fósseis da Araripe-naeustimidus, datada do período cretáceo.	Científico, intrínseco e didático.
	20	Olho d' Água	Geomorfologicamente destaca-se a serra do Olho d'água e a nascente do olho d'água.	Estético, intrínseco, científico e didático.
	21	Boca da Mata	Nesse sítio de geodiversidade, encontra-se a nascente de maior importância do município. Além da nascente principal, outras cinco se encontram na localidade, todas usadas para o abastecimento público.	Estético, funcional, intrínseco, científico e didático.

MUNICÍPIO		SÍTIO DE GEO-DIVERSIDADE OU GEOSSÍTIO	CARACTERÍSTICAS	VALORES*
MISSÃO VELHA	22	Geossítio Cachoeira de Missão Velha	Destaque para os amplos afloramentos dos arenitos da Fm. Cariri, base sedimentar da bacia do Araripe, pontualmente com a existência de icnofósseis, sendo esses invertebrados aquáticos. Apresenta a ocorrência de quedas d'água modeladas pelas águas do rio Salgado, mas que devem ter origem estrutural, além da ocorrência de marmitas de diversos portes. Além desses aspectos, o local é dotado de importância estética, histórica e cultural, uma vez que suas águas foram usadas como fonte de sobrevivência para os povos pré-coloniais e coloniais do Cariri.	Estético, cultural, intrínseco, científico e didático.
	23	Geossítio Floresta Petrificada	Afloramentos dos arenitos da fm. Missão Velha em uma área de feições erosivas interfluviais, com fragmentos de troncos petrificados de pinheiros e feições erosivas.	Científico; didático, intrínseco.
NOVA OLINDA	24	Geossítio Ponte de Pedra	Geoforma modelada em rochas areníticas com notável variação faciológica e diferentes padrões de resistência intempérica-erosiva, condição básica para a formação da feição similar a uma ponte. Além desse aspecto, o local é conhecido pela presença de lendas.	Estético, intrínseco, cultural, científico e didático.
	25	Geossítio Pedra Cariri	Ocorrência de perfil estratigráfico de rochas sedimentares, com predomínio do calcário - Fm. Crato - com a ocorrência de fósseis.	Intrínseco, cultural, científico e didático
	26	Memorial do Homem Kariri	Museu arqueológico com artefatos indígenas de grupos que viviam no Cariri, relatando sua cultura, seu modo de vida e sua relação com a natureza por meio de apresentação de feições geomorfológicas e litologias associadas.	Intrínseco, cultural, científico e didático.

MUNICÍPIO		SÍTIO DE GEO-DIVERSIDADE OU GEOSSÍTIO	CARACTERÍSTICAS	VALORES*
SANTANA DO CARIRI	27	Geossítio Pontal da Santa Cruz	Rochas areníticas da Fm Exu, modeladas estruturalmente como um pontal nas escarpas da chapada, com a ocorrência de um mirante com vista para o vale do rio Cariús, a encosta e o topo tabuliforme da chapada do Araripe. Local de lendas, mitos e crenças populares.	Intrínseco, estético, cultural, científico e didático.
	28	Museu de Paleontologia Plácido Cidades Nuvens	Local dotado de uma notável coleção de fósseis vegetais e animais, sobretudo, datadas do Cretáceo, parcialmente expostas.	Intrínseco, estético, cultural, científico e didático.
	29	Geossítio Parque dos Pterossauros	Local de escavações de fósseis, embutidos nas concreções carbonáticas da Fm. Romualdo do Grupo Santana.	Intrínseco, científico e didático.
	30	Vale do Buriti	Local de ocorrência de nascente e águas superficiais, berço do riacho Brejo Grande, afluente do rio Cariús.	Intrínseco, estético, científico e didático.

A relevante geodiversidade regional, sucintamente apresentada nesse quadro, corresponde espacialmente a uma das regiões metropolitanas do Nordeste, notabilizada por seu crescimento econômico, populacional e urbano, uma tríade que, conforme visto em outras porções do território brasileiro, causa diversos impactos ambientais, colocando em risco essa geodiversidade e sua sustentabilidade socioambiental.

### **PARA SE PREOCUPAR: A SUSTENTABILIDADE SOCIOAMBIENTAL**

Os termos “sustentabilidade” ou “desenvolvimento sustentável” foram usados pela primeira vez no Relatório Brundlant – “Nosso Futuro Comum”, da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da Organização das Nações Unidas - ONU. Nesse documento, o Desenvolvimento Sustentável (DS) é compreendido como aquele que atende às necessidades atuais sem comprometer a capacidade das futuras gerações em satisfazer suas próprias necessidades (WCED, 1987), um paradigma que procura integrar e harmonizar as ideias e os conceitos relacionados ao crescimento econômico, à justiça, ao bem estar social, à conservação ambiental e à utilização racional dos recursos naturais (BRASIL, 2002).

Para tanto, devem-se considerar as dimensões social (equidade social), ambiental (proteção ao meio ambiente), econômica (crescimento econômico) e

institucional como principais componentes do DS, pois nesses se inserem as dimensões da sustentabilidade (ABREU *et al.*, 2016; BRASIL, 2002) e a importância de um desenvolvimento econômico, considerando sempre a importância da natureza, as necessidades da população e a distribuição de renda igualitária (CAVALCANTI, 2001).

Regionalmente, a população da RMC parece crescer a uma velocidade que a administração pública, em suas mais diversas instâncias, não consegue acompanhar, falhando em disciplinar eficazmente os padrões de uso e ocupação, o que pode ser confirmado pelos problemas que atingem as cidades, destacando-se a ocupação inadequada das áreas de encostas (BANDEIRA; NUNES; LIMA, 2016), no sopé da chapada do Araripe, o chamado “vale do Cariri” (MAGALHÃES; PEULVAST; BÉTARD, 2010), e, mesmo, no topo da chapada, em que pese a dificuldade de se conseguir água, um significativo e histórico empecilho à ocupação.

Na encostas mais elevadas da chapada, nos municípios de Barbalha e Crato, sobretudo, a ocupação tem-se dado, principalmente, em função das amenidades climáticas locais, causando o parcelamento do solo e implementação de loteamentos. Em Juazeiro do Norte, devido à influência da industrialização, da expansão imobiliária e de políticas públicas e econômicas, verifica-se um notável processo de urbanização, que não tem considerado a necessidade de manutenção da sustentabilidade socioambiental e da qualidade de vida das populações (MOURA-FÉ *et al.*, 2019). Por exemplo, as águas das chuvas alcançam os leitos maiores nas planícies dos rios, apresentando maiores áreas de inundação (MAGALHÃES; PEULVAST; BÉTARD, 2010).

O fato é que a criação da RMC há dez anos, ao invés de possibilitar um revés (quicá, um atenuante) para o processo histórico e atual de degradação ambiental, ao fomentar o aporte de investimentos em obras de grande envergadura, além da chegada de grandes empresas, produziu um dinâmico crescimento econômico que vem provocando maior pressão aos recursos naturais da região (NOBRE, 2016; 2017), dentre eles, significativos elementos da geodiversidade, como as águas superficiais e subterrâneas.

São queimadas, supressão da vegetação, assoreamento de corpos d’água, atividades mineradoras, degradação das paisagens, indícios de contaminação do solo, do ar e das águas, fomento de processos erosivos, degradação de áreas protegidas, impactos sobre corpos d’água, a partir de seu uso e ocupação indevidas, dentre outros (MOURA-FÉ *et al.*, 2019), os impactos sintetizados no Quadro 4.

**Quadro 4 - Impactos ambientais sobre a Geodiversidade da RMC**

GEODIVERSIDADE	SEGMENTOS	IMPACTOS AMBIENTAIS
GEOLOGIA	<b>Minerais e Rochas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atividades de mineração, com extração para construção civil;</li> <li>- Parcelamento do solo, principalmente através de loteamentos, com abertura de arruamentos, pavimentação e implementação de equipamentos urbanos (iluminação pública, saneamento, distribuição de água, sistema de drenagem etc.);</li> <li>- Terraplanagem ou ocorrência de movimentos de massa;</li> <li>- Queimadas e alteração físico-química.</li> </ul>
	<b>Fósseis e Icnofósseis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atividades de mineração em áreas de depósitos fossilíferos, sem observância e triagem de achados;</li> <li>- Construção civil;</li> <li>- Ocorrência de movimentos de massa;</li> <li>- Queimadas e descaracterização de peças;</li> <li>- Tráfego;</li> <li>- Quebra de peças por pisoteio ou martelagem.</li> </ul>
	Águas subterrâneas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inumação de nascentes, associadas à movimentos de massa e processos antrópicos;</li> <li>- Construção civil e impermeabilização de superfícies;</li> <li>- Queimadas e supressão vegetal de espécies que facilitam a reposição dos aquíferos;</li> <li>- Contaminação dos lençóis freáticos;</li> <li>- Perfuração de poços, sobre-uso e exaustão de reservas;</li> <li>- Disposição indevida de resíduos sólidos e efluentes.</li> </ul>
	Águas superficiais	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atividades de mineração de areia e, principalmente, argila nos leitos dos cursos d'água;</li> <li>- Ocorrência de movimentos de massa e assoreamento de margens dos cursos d'água, lagoas ou reservatórios artificiais;</li> <li>- Construção civil e ocupação das margens;</li> <li>- Queimadas e supressão vegetal de espécies que protegem as margens dos cursos d'água, lagoas ou reservatórios artificiais (principalmente as APPs – matas ciliares);</li> <li>- Disposição indevida de resíduos sólidos e efluentes;</li> <li>- Sobre-uso e contaminação das águas.</li> </ul>



GEOMORFOLOGIA	<b>Paisagens</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Degradação de paisagens com o avanço de um conjunto de atividades de mineração em uma dada região;</li> <li>- Ocorrência de movimentos de massa de diferentes portes e intensidades;</li> <li>- Queimadas e supressão da vegetação e ampla descaracterização natural;</li> <li>- Decapeamento e terraplanagem.</li> </ul>
	<b>Formas de relevo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Descaracterização de relevos por atividades de mineração específicas;</li> <li>- Queimadas e supressão da vegetação, possibilitando o fomento dos processos erosivos;</li> <li>- Ocorrência de movimentos de massa pontais e de tipologias mais específicas;</li> <li>- Decapeamento e terraplanagem.</li> </ul>
	<b>Geoformas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risco de descaracterização irreversível dessas formas de relevo peculiares (formas específicas, com possível conotação lúdica, cultural), notadamente, por atividades de mineração, implantação de construções civis;</li> <li>- Vandalismo, pichações, queimadas ou dilapidações.</li> </ul>
PEDOLOGIA	<b>Depósitos / Regolito</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retirada da camada R dos perfis pedológicos para uso na construção civil ou para a implantação de fundações;</li> <li>- Supressão da vegetação e fomento dos processos erosivos, e remobilização de depósitos;</li> <li>- Decapeamento e terraplanagem.</li> </ul>
	<b>Paleossolos / solos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retirada das camadas mais desenvolvidas dos perfis pedológicos para uso <i>ex-situ</i> ou para a implantação de construções civis (terraplanagem e perda de solo vegetal);</li> <li>- Supressão da vegetação, fomento dos processos erosivos, e mobilização de materiais;</li> <li>- Queimadas e alteração físico-química das camadas mais superficiais;</li> <li>- Decapeamento e terraplanagem.</li> </ul>

**Fonte:** elaborado pelos autores.

Derivados de processos atuais e/ou históricos de uso e ocupação, tais impactos demandam (re)pensar diretrizes de ordenamento territorial na RMC, bem como um contínuo planejamento ambiental, uma maior eficácia na gestão ambiental, além da implementação de políticas públicas regionais, dentre outras ações e estratégias, sob pena de se estabelecer um quadro de degradação irreversível.

Se, por um lado, tal quadro parece descrever uma curva ascendente que tende a se agravar, na medida que a população urbana cresce e passa a ocupar tanto áreas ambientalmente conservadas quanto áreas que já apresentam maior suscetibilidade ambiental, por outro lado, elementos da geodiversidade estão

parcialmente resguardadas nos limites de algumas Unidades de Conservação da Natureza (UCs) (MOURA-FÉ *et al.*, 2019), fundamentais na conservação do patrimônio natural, junto de outros projetos e iniciativas de (geo)conservação.

## **PARA SE CONSERVAR: PATRIMÔNIO NATURAL**

De forma ampla, **patrimônio** é um conceito legal relacionado ao conjunto de bens e direitos de uma pessoa ou instituição, produto de uma escolha que depende do que é considerado como significativo para a sociedade. Nesse sentido, “[...] vão ser os valores atribuídos às coisas e lugares que vão dar um significado a tais coisas e lugares em relação a outros, o que os transformam em ‘patrimônio’” (CASTRIOTA, 2004, p. 24). O processo de “patrimonialização” tem correlação direta com a preocupação das pessoas em conservar algum aspecto cultural e/ou natural (BENTO; RODRIGUES, 2011).

Se nos ativermos especificamente aos elementos abióticos do patrimônio natural, ou seja, à geodiversidade, a RMC apresenta uma significativa diversidade geológica - rochas, minerais, fósseis, icnofósseis, águas subterrâneas (surgentes como nascentes) e águas superficiais (cursos d’água) -, geomorfológica - paisagens, formas de relevo diversas, além de geofomas; e pedológica - solos e paleosolos (MOURA-FÉ *et al.*, 2019), cujo conjunto, nunca é demais frisar, se configura como um inigualável patrimônio natural do estado do Ceará (BRANDÃO, 2014).

O fato que estamos ressaltando é, caso o crescimento urbano dos municípios da RMC seja mantido nos padrões atuais, sobretudo daqueles que compõem o Crajubar, o patrimônio natural regional está sob risco de degradação ambiental, que pode resultar em perda de patrimônio de qualidade ambiental e, por conseguinte, em perda de qualidade de vida para a população, prejudicando significativamente um projeto de desenvolvimento regional sustentável para a RMC (MOURA-FÉ *et al.*, 2019).

Além disso, vale ressaltar que estamos tratando de uma região metropolitana caracterizada pela rica biodiversidade, notável geologia, excepcional paleontologia, dotada de importantes e potenciais polos turísticos, limas e locais mais amenos, de uma significativa diversidade e riqueza paisagística. Trata-se, portanto, de uma região produtora de água para o estado do Ceará, um serviço ambiental de imensurável valor e que condiciona diretamente a qualidade ambiental de qualquer lugar, região, território.

Considerando esse quadro patrimonial, parece ser inquestionável a necessidade de se pensar e implementar procedimentos e elementos norteadores que garantam à RMC diretrizes e/ou regulamentações ao seu processo de desenvol-

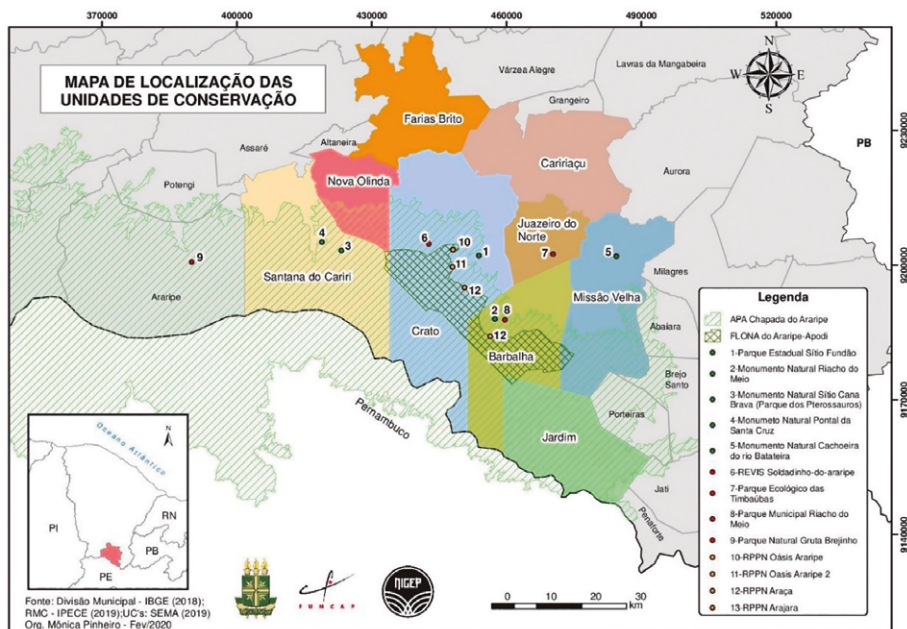
vimento e equidade social, o que pode se dar através de um planejamento estratégico consistente, seja por meio de planos plurimunicipais ou de outros documentos e legislações (NASCIMENTO *et al.*, 2013), tais como planos diretores, respeito integral à legislação ambiental vigente, seja em nível federal, estadual ou dos próprios municípios integrantes da região metropolitana; ou, ainda, com as criações e reais implementações de UCs e seus planos de manejo.

Ao longo das últimas décadas, as áreas protegidas legalmente se tornaram os locais prioritários para conservação do patrimônio natural, mas tiveram sua hierarquização e organização legal se dando apenas no início da década de 2000, através da lei federal nº 9.985/2000 (BRASIL, 2000), que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), estabelecendo critérios e normas para a criação, implantação e gestão das UCs, definidas como:

I - Unidade de Conservação: espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2000, art. 2º).

Especificamente na região sul do Ceará como um todo, alcançando territórios dos estados vizinhos, tem-se o registro de 13 (treze) UCs das três esferas administrativas (federal estadual, municipal), além das reservas particulares, incluindo 07 (sete) dos 09 (nove) municípios que fazem a RMC (Figura 38; Quadro 5).

Figura 38 - Mapa das Unidades de Conservação da região sul do Ceará, com destaque para a RMC



Fonte: IBGE (2018); ICMBio (2019); IPECE (2019); SEMA (2019).

De forma associada a esse conjunto de UCs, a região conta ainda com o Geopark Araripe, o primeiro geoparque do Hemisfério Sul e das Américas, englobando 06 dos 09 municípios da RMC em uma área de aproximadamente 3.796 km<sup>2</sup>. Conforme o dossiê encaminhado à Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura - UNESCO (CARDOSO *et al.*, 2007), o geoparque foi criado para proteger, conhecer e divulgar, a priori, esse patrimônio paleontológico da Bacia do Araripe (FÉRRER, 2011), mas suas ações geoconservacionistas têm alcançado todas as esferas da geodiversidade presente em seu território, notadamente, a partir dos seus geossítios.

A partir de diretrizes da Rede Mundial de Geoparques, o Geopark Araripe tem como objetivos fundamentais: (1) a promoção da conservação do seu patrimônio natural (com ênfase na geodiversidade e considerando a biodiversidade) e cultural, em consonância com (2) o desenvolvimento socioeconômico sustentável das comunidades locais (MOURA-FÉ, 2016), um projeto fundamental para o fomento à geoconservação regional.

**Quadro 5** - Unidades de Conservação do Cariri Cearense

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	MUNICÍPIO(S)	ADMINISTRAÇÃO
Área de Proteção Ambiental (APA) Chapada do Araripe	Crato, Barbalha, Jardim, Jati, Porteiras, Penaforte, Brejo Santo, Abaiara, Missão Velha, Nova Olinda Santana do Cariri, Araripe, Potengi, Campos Sales	Federal
Floresta Nacional do Araripe-Apodi	Crato, Barbalha, Jardim, Missão Velha, Santana do Cariri	
Parque Estadual do Sítio Fundão	Crato	Estadual
Monumento Natural Cachoeira do Rio Batateira	Missão Velha	
Monumento Natural Pontal da Santa Cruz	Santana do Cariri	
Monumento Natural Sítio Cana Brava (Parque dos Pterossauros)		
Monumento Natural Sítio Riacho do Meio	Barbalha	
Parque Natural Municipal Gruta do Brejinho	Araripe	Municipal
Parque Ecológico das Timbaúbas	Juazeiro do Norte	
Parque Municipal Ecológico do Riacho do Meio	Barbalha	
Refúgio da Vida Silvestre Soldadinho-do-araripe	Crato	
Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Arajara Park	Barbalha	Particular
Reserva Particular do Patrimônio Natural Oásis Araripe	Crato	
Reserva Particular do Patrimônio Natural Oásis Araripe 2		
Reserva Particular do Patrimônio Natural Araçá.		

**Fonte:** Diplomas Legais de criação.

## **POR FAZER: CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A RMC e seus 9 municípios apresentam diferentes índices de crescimento populacional, assim como correlatos e preocupantes níveis de expansão urbana e ocupação de áreas, outrora classificáveis como ambientalmente conservadas. Em que pese sua importância socioeconômica no Ceará, a região apresenta um quadro complexo de problemáticas ambientais que vem se estabelecendo, colocando

em risco a manutenção ambiental da geodiversidade, bem como a sustentabilidade do modelo socioeconômico estabelecido.

Considerando esses quadros e analisando a região, a sensação clara é de que há muito por se fazer: repensar e elaborar novas políticas públicas (ambientais, urbanísticas, sociais e econômicas), ampliar o número de UCs, elaborar e consolidar os planos de manejo das UCs existentes, fomentar educação patrimonial e ambiental em todos os níveis de ensino formais e nos espaços não-formais, dentre outras estratégias.

Nessa região de excecionalidade hídrica no contexto semiárido do Nordeste brasileiro, “conservar”, “proteger”, “preservar” devem ser verbos que precisam alcançar o cotidiano da região sob pena de se perder essa geodiversidade e a sustentabilidade socioambiental do patrimônio natural da Região Metropolitana do Cariri.

## **AGRADECIMENTOS**

O primeiro autor agradece ao apoio concedido pelo Programa de Bolsas de Produtividade em Pesquisa, Estímulo à Interiorização e à Inovação Tecnológica (BPI 03/2018) da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP. Agradecemos também ao apoio concedido pelo Programa de Bolsas Universitárias da URCA – PBU, Programas Institucionais de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC/URCA e de Extensão – PIBEX/URCA, cujos resultados apresentados aqui derivam parcialmente de projetos financiados com bolsas para discentes. Os autores agradecem ainda aos demais pesquisadores e membros do NIGEP (URCA/CNPq).

## **REFERÊNCIAS**

ABREU, M. K. F.; NASCIMENTO, V. S.; BRASIL, A. A.; ANDRADE, D. P. Protagonismo social e suas contribuições para o desenvolvimento rural sustentável: um estudo de caso no município de Caririaçu – Ceará (Brasil). **Sustentabilidade em Debate**, v. 7, Edição Especial, p. 152-168, 2016.

ANDRASANU, A. **Basic Concepts in Geoconservation. Mesozoic and Cenozoic Vertebrates and Paleoenvironments** – Tributes to the career of Dan Grigorescu, ed. Csiki, Z, Ed Ars Docendi. ISBN (10) 973-558-275-9, p. 37-41, 2006.

ASSINE, M. L. Bacia do Araripe. **Boletim Geociências**. Petrobras, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 371-389, 2007.

ASSINE, M. A. *et al.* Sequências deposicionais do Andar Alagoas da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 22, n. 1, p. 3-28, jan./jun. 2014.

BANDEIRA, A. P. N.; NUNES, P. H. S.; LIMA, M. G. S. Gerenciamento de riscos ambientais em municípios da Região Metropolitana do Cariri (Ceará). **Ambiente & Sociedade**, v. 19, n. 04, p. 65-84, 2016.

BENTO, L. C. M.; RODRIGUES, S. C. Geoturismo nas quedas d'Água do município de Indianópolis. **Mercator**, v. 10, n. 21, p. 147-160, 2011.

BÉTARD, F.; PEULVAST, J-P. e MAGALHÃES, A. O. **Biodiversité, géodiversité et enjeux de leur conservation dans les montagnes humides du Nordeste brésilien**. BAGF. Géographies, p. 17-26, Paris: 2011.

BÉTARD, F.; PEULVAST, J. P.; MAGALHÃES, A. O.; CARVALHO NETA, M. L.; FREITAS, F. I. Araripe Basin: A Major Geodiversity Hotspot in Brazil. **Geoheritage**, DOI 10.1007/s12371-017-0232-5, 2017.

BRANDÃO, R. L. (Org.). **Geodiversidade do Estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2014.

BRASIL. Casa Civil. Lei Federal<sup>o</sup> 9.985, de 18 de julho de 2000. **Regulamenta o art. 225, § 1<sup>o</sup>, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências**. Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil. Poder Executivo. Brasília, DF, 2000.

BRASIL. Depto. Nacional de Produção Mineral - DNPM. **Projeto Avaliação Hidrogeológica da Bacia Sedimentar do Araripe**. Recife: DNPM, 1996.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Agenda 21 brasileira - ações prioritárias**. v. 2. Brasília, DF: MMA/PNUD, 2002. 133 p.

BRILHA, J. B. R. **Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. Braga: Palimage, 2005. 190 p.

BRILHA, J. B. R. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a review. **Geoheritage**, v. 8, n. 2, p. 119-134, jun. 2016.

CARDOSO, A. L. H.; SILVA NETO, D. C.; SALES, A. M. F.; HILLMER, G. **Dossiê do Geopark Araripe para concorrer ao prêmio Rodrigo Melo Franco de Andrade, na categoria Proteção do Patrimônio Natural e Arqueológico**. Crato: Urca, 2007.

CARMO, D. A. *et al.* Jazigos fossilíferos do Brasil: legislação e cooperação científica internacional. *In*: CARVALHO, I. S. (Ed.). **Paleontologia: conceitos e métodos**. 3 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2010. p. 561-584.

CASTRIOTA, L. B. Patrimônio: conceito e perspectiva. *In*: BESSA, A. S. M. (Coord.). **Preservação do patrimônio cultural: nossas casas e cidades, uma herança para o futuro**. p. 10-12. Belo Horizonte: CREA-MG, 2004.

CAVALCANTI, C. **Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas**. São Paulo: Cortez, 2001.

CEARÁ. Casa Civil. Lei Complementar nº 78, de 26 de junho de 2009. **Dispõe sobre a criação da Região Metropolitana do Cariri, cria o Conselho de desenvolvimento e Integração e o fundo de Desenvolvimento e integração da Região Metropolitana do Cariri - FDMC, altera a composição de Microrre-**

**giões do Estado do Ceará e dá outras providências.** Fortaleza: DOE publicado em 03 de julho de 2009. Série 3, Ano I, n. 121. Caderno 1/2.

CEARÁ. Governo do estado do Ceará. **Geopark Araripe: histórias da Terra, do Meio Ambiente e da Cultura.** Projeto Cidades do Ceará, Crato-CE: 2012.

FÉRRER, J. A. C. **O Geopark Araripe e a paleontologia do Cariri.** Especialização em Paleontologia e Geologia Histórica, Universidade Federal do Ceará, Monografia. 2011.

GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature.** John Wiley and Sons. Chichester, England. 2004.

GRAY, M. **Geodiversity and Geoconservation: what, why, and how?** *Geodiversity and Geoconservation*, p. 4-12, 2005.

HENRIQUES, M. H.; REIS, R. P.; BRILHA, J.; MOTA, T. **Geoconservation as an Emerging Geoscience. Geoheritage**, v. 3, p. 117-128, 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malhas territoriais.** 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais> Acesso em: 13 fev. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama das Cidades.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/panorama>. Acesso em: 12 mai. 2018.

ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Mapa Temático e Dados Geoestatísticos das Unidades de Conservação Federal.** 2019. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/geoprocessamentos>. Acesso em 13 fev. 2020.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará / Secretaria do Planejamento e Gestão. **A Evolução do PIB dos Municípios Cearenses no Período 2002-2010.** Informe n. 49. Fortaleza: IPECE, 2012.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará / Secretaria do Planejamento e Gestão. **Ceará em Mapas.** 2019. Disponível em: <http://mapas.ipece.ce.gov.br>. Acesso em 13 fev. 2020.

KELLNER, A. W. A. Membro Romualdo da Formação Santana, Chapada do Araripe, CE. *In: SCHOBENHAUS, C. et al. (Edit.). Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil.* Vol. I. Brasília: DNPM/CPRM - SIGEP, 2002. 554p.

LIMA, F. F. **Proposta Metodológica para a Inventariação do Patrimônio Geológico Brasileiro** (Dissertação). Escola de Ciências da Universidade do Minho, Braga (POR), 2008. 90 p.

MAGALHÃES, A. O.; PEULVAST, J-P.; BÉTARD, F. **Geodinâmica, perigos e riscos ambientais nas margens úmidas de planaltos tropicais: levantamento preliminar na região do Cariri oriental (Ceará, Brasil).** **VI Seminário Latino Americano de Geografia Física II Seminário Ibero Americano de Geografia Física Universidade de Coimbra**, p. 1-15, 2010.

MOURA-FÉ, M. M. **Evolução Geomorfológica da Ibiapaba setentrional, Ceará: Gênese, Modelagem e Conservação.** Tese de Doutorado apresentado ao PPGG da UFC, Fortaleza-CE, 2015a. 307 p.



MOURA-FÉ, M. M. Geoturismo: uma proposta de turismo sustentável e conservacionista para a Região Nordeste do Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 27, n. 1, p. 53-66, Uberlândia-MG: 2015b.

MOURA-FÉ, M. M. GeoPark Araripe e a geodiversidade do sul do Estado do Ceará, Brasil. **Revista de Geociências do Nordeste**, 2(1): 28-37. 2016.

MOURA-FÉ, M. M.; NASCIMENTO, R. L.; SOARES, L. N. Geoeducação: princípios teóricos e bases legais. In: PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R. R. (Org). **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**. Campinas: Instituto de Geociências - UNICAMP, 2017, p. 3054-3065. DOI - 10.20396/sbgfa.v1i2017.1953 - ISBN 978-85-85369-16-3. Disponível em: <https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/1953>. Acesso em: 26 mar. 2019.

MOURA-FÉ, M. M.; PINHEIRO, M. V. A.; JACÓ, D. M.; OLIVEIRA, B. A. Geoeducação: a educação ambiental aplicada na geoconservação. In: SEABRA, G. (Org.). **Educação Ambiental & Biogeografia**. 1 ed. Ituiutaba-SP: Barlavento, 2016, v. II, p. 829-842.

MOURA-FÉ, M. M.; SILVA, J. V. M.; BRASIL, J. G. Geocultura: proposta de estudo da relação entre geodiversidade e cultura. In: PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R. R. (Org.). **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**. Campinas: Instituto de Geociências - UNICAMP, 2017, p. 3066-3075. DOI - 10.20396/sbgfa.v1i2017.1954 - ISBN 978-85-85369-16-3. Disponível em: <https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/1954>. Acesso em: 26 mar. 2019.

MOURA-FÉ, M. M.; SILVA, M. J. A.; DIAS, V. P.; MONTEIRO, D. A.; SILVA, J. H. M.; RODRIGUES, R. M. Região Metropolitana do Cariri (RMC), Ceará: meio ambiente e sustentabilidade. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (Sobral/CE)**, v. 21, n. 2, Dossiê: Estudos da Geografia Física do Nordeste brasileiro, p. 1198-1216, Set. 2019. Disponível em: <http://www.uvanet.br/rcgs/index.php/RCGS/article/view/469/465>. Acesso em: 29 jan. 2020.

NASCIMENTO, D. C.; CHACON, S. S. Sustentabilidade na Região Metropolitana do Cariri – RMC: análise a partir dos objetivos de desenvolvimento do milênio – ODMs. **Sociedade e Natureza**, v. 28, n. 3, p. 443-456, 2016.

NASCIMENTO, D. C.; ROCHA, G. A.; COSTA, C. T. F.; CHACON, S. S. Planejamento Estratégico e Desenvolvimento Regional Sustentável: Análise da Necessidade de Mecanismos de Gestão na Região Metropolitana do Cariri – Ceará. **Revista NAU Social**. v. 3, n. 5, p. 107-119, 2013.

NASCIMENTO, M. A. L.; AZEVEDO, Ú. R.; MANTESSO-NETO, V. **Geodiversidade, geoconservação e geoturismo**: trinômio importante para a conservação do patrimônio geológico. Rio de Janeiro: Edição SBGeo, 2008.

NASCIMENTO, R. L.; SILVA, J. V. M.; CAVALCANTE, A. E. S.; MOURA-FÉ, M. M. Levantamento dos principais elementos da geodiversidade do município de Jardim-CE. In: PINHEIRO, L. S.; GORAYEB, A. (Org.). **Geografia Física e as Mudanças Globais**. Fortaleza: Editora UFC, 2019. ISBN: 978-85-7282-778-2. Disponível em: <http://www.editora.ufc.br/catalogo/28-geografia/982-geografia-fisica-e-as-mudancas-globais>. Acesso em: 28 nov. 2019.

NOBRE, F. W. **Os efeitos do Cinturão das Águas do Ceará - CAC no distrito de Baixo das Palmeiras – Crato-CE.** Dissertação. Mestrado em Desenvolvimento Regional Sustentável – PRODER. Juazeiro do Norte: Universidade Federal do Cariri – UFCA, 2016.

NOBRE, F. W. Das águas que convergem às águas que divergem: mercadorização da água na Região do Cariri Cearense. **Revista de Geografia**, v. 34, n. 3, p. 201-206, 2017.

PEULVAST, J-P.; BÉTARD, F. e MAGALHÃES, A. O. Scarp morphology and identification of large-scale mass movements in tropical tablelands: the eastern Araripe basin (Ceará, Brazil). **Géomorphologie: relief, processus, environnement**, n. 1, p. 33-52, 2011.

PINHEIRO, I. **Efemérides do Cariri.** Série Memória (Coedição Secult/Edições Urca). Fac-símile da edição de 1963, publicada pela Imprensa Universitária do Ceará. Fortaleza: Edições UFC, 2010.

SANTOS, E. M. **A geoconservação como ferramenta para o desenvolvimento sustentável em regiões semiáridas:** estudo aplicado à mesorregião do agreste de Pernambuco, Nordeste do Brasil (tese). Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2016.

SEMA. Secretaria do Meio Ambiente do Ceará. **Cadastro de Unidades de Conservação do Estado do Ceará.** 2019. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/cadastro-estadual-de-unidade-de-conservacao-ceuc>. Acesso em: 13 fev. 2020.

SILVA, J. R. B. e PERINOTTO J. A. J. O geoturismo na geodiversidade de Paraguaçu Paulista como modelo de geoconservação das estâncias. **Revista Global Tourism**, v. 3, n. 2, 40 p., 2007.

SILVA, J. V. M.; NASCIMENTO, R. L.; MOURA-FÉ, M. M. Inventário da geodiversidade da Região Metropolitana do Cariri (RMC): uma estratégia geoconservacionista. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral/CE, v. 21, n. 2, Dossiê: Estudos da Geografia Física do Nordeste brasileiro, p. 62-80, Set. 2019a. Disponível em: <http://www.uvanet.br/rcgs/index.php/RCGS/article/view/494/381>. Acesso em: 10 out. 2019.

SILVA, J. V. M.; NASCIMENTO, R. L.; MOURA-FÉ, M. M. Proposta de roteiro geoturístico do município do Crato/CE: valorização e divulgação da geodiversidade. In: PINHEIRO, L. S.; GORAYEB, A. (Org.). **Geografia Física e as Mudanças Globais.** Fortaleza: Editora UFC, 2019b. ISBN: 978-85-7282-778-2. Disponível em: <http://www.editora.ufc.br/catalogo/28-geografia/982-geografia-fisica-e-as-mudancas-globais>. Acesso em: 28 nov. 2019.

SILVA, J. V. M.; MOURA-FÉ, M. M. M. Geocultura: a relação da geodiversidade com a cultura no “território GeoPark Araripe”. Crato/CE: Universidade Regional do Cariri – **Anais de Trabalhos Completos do XII Simpósio Nacional de Geomorfologia**, 2018. Disponível em: <http://www.sinageo.org.br/2018/>. Acesso em: 22 ago. 2019.

SOARES, L. N.; NASCIMENTO, R. L.; MOURA-FÉ, M. M. Proposta de aplicação da Geoeducação no Geopark Araripe. Crato/CE: Universidade Regional do Cariri – **Anais de Trabalhos Completos do XII Simpósio Nacional de Geomorfologia**, 2018. Disponível em: <http://www.sinageo.org.br/2018/>. Acesso em: 09 abr. 2019.

UCEDA, A. C. **Património geológico; diagnóstico, clasificación y valoración.** *In:* SUÁREZ-VALGRANDE, J. P. (Coord.). **Jornadas sobre Património Geológico y Desarrollo Sostenible**, Soria, 22-24 Septiembre 1999, Serie Monografías, Ministerio de Medio Ambiente, España, p. 23-37. 2000.

VIANA, M. S. S.; NEUMANN, V. H. L. Membro Crato da Formação Santana, Chapada do Araripe, CE. *In:* SCHOBENHAUS, C. *et al.* (Edit.). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Vol. I. Brasília: DNPM/CPRM - SIGEP, 2002. 554p.

VIEIRA, A. B.; CUNHA, L. Património Geomorfológico: tentativa de sistematização. **Actas** do III Seminário Latino Americano de Geografia Física, Puerto Vallarta, México, 2004.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT – WCED. **Our Common Future**. Brundtland Report, Berna: WCED.



# GEOMORFODIVERSIDADE E GEOMORFOPATRIMÔNIO NO NORDESTE BRASILEIRO: GEOMORFOSSÍTIO HÍDRICO BICA DO IPU (GLINT DA IBIAPABA, ESTADO DO CEARÁ)

**Vanda de Claudino-Sales**

*Professora Doutora do Mestrado Acadêmico em Geografia  
da Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA).  
E-mail: vcs@ufc.br*

**Francisca Lusimara Sousa Lopes**

*Geógrafa, Mestre em Geografia e Superintendente  
do Meio Ambiente de Quixadá, Ceará.  
E-mail: marageografia@yahoo.com.br*

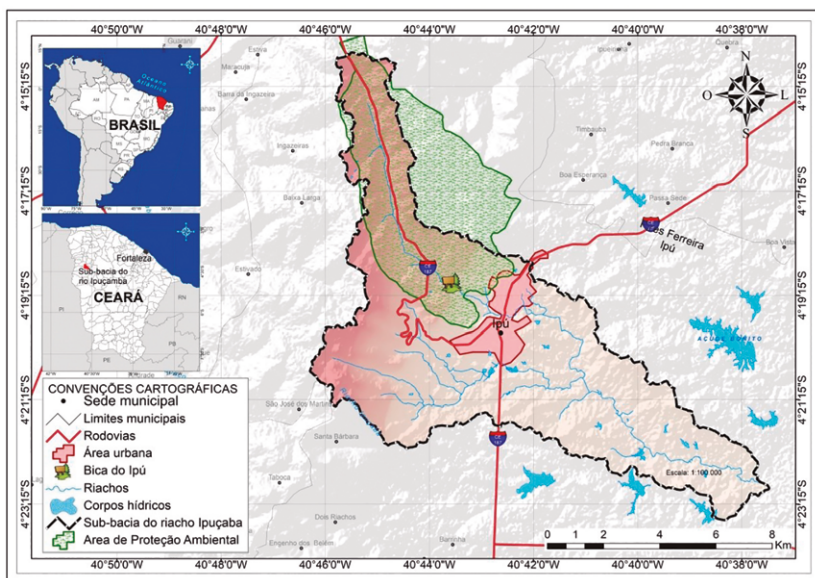
## INTRODUÇÃO

Por geomorfodiversidade se entende a parcela da geodiversidade da Terra que se encontra associada com processos e paisagens geomorfológicas (PANIZZAZZA, 2001). Geomorfopatrimônio, por outro lado, está associado com o patrimônio geomorfológico de uma região, tal qual preconizado por Panizza (2009). O presente trabalho trata da geomorfodiversidade e do geomorfopatrimônio da área de ocorrência da Bica do Ipu e seu entorno, a qual está localizada na parte central do Planalto (Glint) da Ibiapaba, no noroeste do Estado do Ceará.

A bica acha-se inserida em uma Área de Proteção Ambiental Estadual - a APA da Bica do Ipu -, uma unidade de conservação de uso sustentável. A APA, criada em 1999, abrange uma área de 403 km<sup>2</sup>, e se localiza no município de Ipu, limitando-se com os municípios de Pires Ferreira, Croatá, Ipueiras, Guaraciaba do Norte, Reriutaba e Hidrolândia (Figura 39).

A perspectiva do trabalho é, especificamente, definir os valores da geodiversidade na APA da Bica do Ipu e no leito do Riacho Ipuçaba, que cria a bica, sobretudo do ponto de vista da geomorfodiversidade, e analisar a bica e seu entorno enquanto geomorfossítio - isto é, enquanto geomorfopatrimônio que apresenta um elevado valor científico, para além do interesse econômico, turístico e cultural. Em relação ao primeiro aspecto, trabalhou-se com os conceitos de Gray (2004) e Brilha (2005). No segundo caso, o trabalho adaptou a proposta de Claudino-Sales (2018).

**Figura 39** - Localização da Bacia do Riacho Ipuçaba, da Bica do Ipu e da APA da Bica do Ipu, Estado do Ceará



## A ÁREA DE PESQUISA

O município de Ipu, onde se situa a bica homônima (Figura 40), por apresentar 25% de seu território em área serrana, mostra-se como elo entre o Sertão Central e o Planalto da Ibiapaba. Mesmo fazendo parte do chamado “Polígono das Secas”, em função da maior altitude, conta com vegetação adensada e clima ameno, ocorrendo, então, um ambiente de serra úmida que ameniza o contexto semiárido com estiagens prolongadas características do clima regional.

Devido à paisagem cênica única, o município atrai grande número de turistas anualmente. Com efeito, a população do Ipu e dos municípios vizinhos utiliza a bica como área de lazer e contemplação, transformando-a em um ambiente turístico local, sobretudo no período chuvoso. Os habitantes da cidade se orgulham de existir no espaço uma queda d’água de feição natural, que denominam de “véu de noiva” (LOPES; CLAUDINO-SALES, 2019).

Em função dessa realidade, um crescente número de novos moradores vem ocupando o entorno da bica, ocorrendo a construção de pousadas, bares e restaurantes próximo da queda d’água. O território definido como Área de Proteção Ambiental, bem como a bacia do Riacho Ipuçaba, que forma a bica, e toda a diversidade de ecossistemas e de patrimônio natural estão, inclusive, sendo ameaçados por essa infraestrutura urbano-turística, além de outras atividades

associadas com agricultura e indústria, que já existiam antes mesmo do conhecimento total de sua geodiversidade.

**Figura 40** - Bica do Ipu, Estado do Ceará



**Foto:** Lopes, F. L.

## **METODOLOGIA**

O presente trabalho resulta de atividades associadas com levantamento bibliográfico e cartográfico, trabalhos de campo e geoprocessamento. Essas abordagens tiveram a perspectiva de identificar os principais elementos associados com a geodiversidade da área de pesquisa e de realizar a descrição científica da área, produzindo, dessa maneira, um recorte da realidade geoambiental da área de Proteção Ambiental da Bica do Ipu.

Do ponto de vista teórico, e como explicitado na introdução, trabalhou-se os itens valores da geodiversidade, segundo os autores Gray (2004) e Brilha (2005), e adaptou-se a proposta de Claudino-Sales (2018) para tratar de geomorfodiversidade e geomorfopatrimônio.

Quanto aos valores da geodiversidade, Gray (2004) e Brilha (2005) os definem como sendo os denominados valores intrínseco, cultural, estético, econômico, funcional, científico e educativo. Esses valores fundamentais são sumariamente explicitados a seguir, nos seguintes termos.

### **I - Valor intrínseco:**

Trata-se de um valor extremamente subjetivo, em função de suas perspectivas filosóficas e religiosas. Há quem defenda que a Natureza deve estar à disposição dos seres humanos, a fim de satisfazer as suas necessidades, colocando, assim, o Homem em um nível superior aos dos restantes dos seres vivos deste planeta. Há outros que, pelo contrário, consideram que o Homem é parte integrante da Natureza, fazendo com que ela possua um valor próprio. Aqui, consideramos que a geodiversidade tem um valor intrínseco independentemente da sua maior ou menor valia para o Homem.

### **II - Valor Cultural:**

O valor cultural é conferido pelo Homem quando se reconhece uma forte interdependência entre desenvolvimento social, histórico, cultural e/ou religioso e o meio físico que o rodeia. Quando um determinado aspecto geológico é explicado pela população com base em justificações transcendentais, Gray (2004) sugere a utilização do termo geomitologia. Bastante próximo da geomitologia, podemos considerar elementos folclóricos, como associação de aspectos particulares da paisagem a imagens conhecidas, questões arqueológicas e históricas. A construção de estruturas defensivas em locais geomorfologicamente favoráveis é um claro exemplo do valor histórico que alguns locais apresentam.

Podem ainda citar outros aspectos culturais que surgiram na dependência das características geológicas locais. Material para construção (uso de argilas, cerâmicas e rochas da região) também exemplifica a relação que se pode estabelecer entre a geodiversidade e a cultura tradicional. Pode-se considerar, ainda, como valor cultural o uso de uma dada particularidade e/ou fenômeno geológico como “imagem de marca” de uma região ou localidade. Como exemplo, tem-se a ocorrência de fósseis.



### **III - Valor estético:**

A atribuição de um valor estético à geodiversidade é uma atitude subjetiva e não passível de quantificação. Enquanto que, para a maior parte das pessoas, a observação de paisagens naturais constitui uma atividade de lazer bastante consensual, para outras, decidir se uma paisagem é mais bela do que outra é algo inevitavelmente discutível. No entanto, é inegável que todas as paisagens naturais possuem algum tipo de valor estético. Aqui, salienta-se que grande parte do deslumbramento do público pelo contato com a natureza está associada a aspectos geomorfológicos.

Nesse tocante, cita-se a crescente busca de locais onde é possível a observação de paisagens. Coloca-se aqui o crescente número de praticantes de atividades de lazer (caminhadas, escaladas, dentre outras, em zonas naturais, fato bem demonstrativo do valor acrescentado que os meios naturais apresentam. O valor estético da geodiversidade tem sido muito usado também na produção artística. Assim é que existem artistas que se inspiraram na geodiversidade para criar obras de artes que fazem parte do patrimônio cultural da humanidade.

### **IV -Valor econômico:**

Atribui-se valor econômico a praticamente todos os bens e serviços, pelo que se compreende facilmente que as rochas, os minerais, os fósseis tenham também o seu valor econômico. Exemplo é a dependência da geodiversidade em termos energéticos: a exploração de petróleo, carvão e gás natural, ainda essenciais, quer para a produção de combustíveis, quer para a produção de diversas formas de energias; a exploração de minerais radioativos, como os de urânio, que são usados como combustível de centrais nucleares um pouco por todo o mundo; o aproveitamento do calor interno da Terra (energia geotérmica), também utilizada na produção de outros tipos de energia; construção de barragens para aproveitamento de hidroelétrica em locais onde a geomorfologia e a geologia apresentam as condições necessárias para esse tipo de infraestrutura, dentre outros. Na verdade, é difícil um bem ou produto que não tenha necessitado, em alguma fase da sua produção, de matérias geológicas essenciais como areia, granito, argila, água, por exemplo.

Uma outra forma de interesse econômico para a geodiversidade é a utilização de gemas (safiras, rubis, diamantes) e fósseis em joalheria, e o comércio, algumas

vezes ilegal, de amostras raras de minerais e fósseis para colecionismo privado, que apresenta valores elevados.

### **V - Valor funcional:**

Gray (2004) introduziu o conceito, reconhecendo que se trata de uma ideia normalmente não aplicável à conservação da natureza. Pode ser encarada sob dois aspectos:

- 1) Valor da geodiversidade *in situ*, de caráter utilitário do homem;
- 2) Valor da geodiversidade enquanto substrato para a sustentação dos sistemas físicos e geológicos na superfície terrestre.

O valor utilitário da geodiversidade *in situ* refere-se à valorização da geodiversidade que se mantém no local de origem. Exemplo de caráter utilitário refere-se ao papel da geodiversidade no suporte para a realização das mais variadas atividades humanas (construção de vias de comunicação, barragens e cidades) ou no armazenamento de certas substâncias como o carbono, em solos, a água subterrânea, em aquíferos, resíduos, em aterros e o papel do solo na agricultura e na produção florestal.

### **VI - Valor Científico:**

A geodiversidade apresenta um valor científico e educativo inegável. A investigação científica, no domínio das Ciências da Terra, baseia-se no acesso e posterior estudo de amostras representativas da geodiversidade. A investigação fundamental ajuda-nos a conhecer e interpretar a geodiversidade e a reconstituir a longa história da terra. A investigação de caráter aplicado contribui para melhorar a relação da espécie humana com a geodiversidade, quer ajudando a viver em zonas potenciais de risco (vulcânico, sísmico, elevada declividade...), quer monitorizando ou controlando o impacto sobre o ambiente resultante de atividades industriais agressivas.

### **VII - Valor Educativo:**

A educação em Ciências da Terra só pode ter sucesso se permitir o contato direto com a geodiversidade. Quer no que diz respeito a atividades educativas formais, de âmbito escolar, quer nas atividades educativas não formais, dirigidas ao público em geral, as saídas de campo permitem conferir à geodiversidade um extraordinário valor educativo.

No que diz respeito aos aspectos associados com a definição de geomorfossítios, Claudino-Sales (2018) coloca que as pesquisas associadas com geodiversidade na geomorfologia brasileira são bem recentes. Isso porque, em parte, a geo-

diversidade é muito fortemente atrelada ao patrimônio geológico *strictu sensu*. Com efeito, a temática representa uma grande inovação para a geologia mundial, que trabalhava apenas com rochas, e passa a trabalhar a partir de então com todo o meio abiótico. Vale ressaltar que meio abiótico é por excelência uma temática cara à Geografia Física.

Apesar dessa intimidade dos geógrafos físicos com o meio abiótico, a geodiversidade sofre algumas barreiras de crescimento na Geografia Física de forma geral. Isso porque iniciantes recuam diante da perspectiva de trabalhar com geodiversidade, na medida em que ela vem sendo feita de forma mais acentuada com a sua conotação geológica. De fato, o termo geopatrimônio (*geoheritage*) é apresentado exatamente como sinônimo de patrimônio geológico (BRILHA, 2005; GRAY, 2004).

É verdade que, conceitualmente, o patrimônio na geodiversidade é amplo, e envolve o meio abiótico na totalidade. Assim, dentro da abordagem do patrimônio geológico, o patrimônio geomorfológico – sítio geomorfológico ou geomorfossítio – pode ser definido como integrante dessa diversidade geológica, sendo considerado como formas de relevo a que um determinado valor pode ser atribuído (PANIZZA, 2001; OLIVEIRA; RODRIGUES, 2012).

No entanto, é forçoso considerar que a paisagem e as formas de relevo não são patrimônio geológico. Esses elementos são, por excelência, patrimônio geomorfológico, geográfico, espacial. Eles têm uma dimensão espacial que a geologia – que trabalha com tempo e processos - não abarca.

Assim, parece que patrimônio geomorfológico não pode ser reduzido à ideia de patrimônio geológico. Processos, escalas espaciais e elos sociais são elementos geográficos, geomorfológicos, que merecem identidade própria. Não é à toa que tais aspectos vêm sendo muito pouco trabalhados na produção científica associada ao geopatrimônio. Assim, ainda pouco se fala de patrimônio geomorfológico e de sítios do patrimônio geomorfológico (os geomorfossítios) nos meios geográfico e geológico mundial (CLAUDINO-SALES, 2018).

Para avançar nesse sentido, uma dentre outras várias medidas que podem ser adotadas é a de ampliar a tipologia de geomorfossítios. Para tanto, precisa-se analisar a verdadeira dimensão dos geomorfossítios: salienta-se que um geomorfossítio é uma forma de relevo com atributos geomorfológicos significantes e particulares, existindo duas diferentes definições quanto às suas características (CLAUDINO-SALES, 2018; PEREIRA, 2006).

A primeira, abrangente, considera que os geomorfossítios representam locais de interesse geomorfológico aos quais podem ser atribuídos valores científico,

ecológico, cultural, estético ou econômico. A outra perspectiva, mais restrita, afirma que os geomorfossítios são formas apenas com alto valor científico para o conhecimento da Terra, da vida e do clima. De uma forma ou de outra, os atributos dos geomorfossítios podem torná-lo um bem geomorfológico, de interesse científico, cultural, socioeconômico ou cênico (PANIZZA; PIACENTE, 2008). Eles estão, efetivamente, estreitamente relacionados com as atividades culturais, recreativas e turísticas (e.g. OLIVEIRA; RODRIGUES, 2012).

Dessa forma, a exemplo dos geossítios de caráter eminentemente geológico, Claudino-Sales (2018) propõe definir a existência de uma tipologia diferenciada de geomorfossítios, de acordo com as principais características que definem as formas de relevo e a paisagem geomorfológica excepcional que estão sendo tratadas. Nessa perspectiva, os geomorfossítios foram apresentados como “geomorfossítios sedimentares, geomorfossítios cristalinos, geomorfossítios costeiros, geomorfossítios hídricos, geomorfossítios cársticos” (CLAUDINO-SALES, 2018). Trata-se das principais áreas temáticas da geomorfologia, porém outras tipologias podem depois vir agregar mais elementos nessa perspectiva de detalhamento do patrimônio geomorfológico.

Do ponto de vista da produção de mapas, usou-se como base cartográfica mapa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2018), da qual foram obtidas informações sobre os limites dos municípios, dos riachos, estradas e corpos hídricos. Realizou-se também a elaboração de mapas temáticos, tais como “mapa de localização”, tendo como base cartográfica mapa da Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Ceará - SEMACE (2018); mapa temático “Geomorfologia”, tendo como base cartográfica mapa do Ministério de Minas e Energia (1972); mapa temático “Geologia”, tendo como base cartográfica o mapa da CPRM - Serviços Geológico do Brasil (2016) e, por último, mapa temático “Fitogeografia da APA”, tendo como base cartográfica mapa do Ministério do Meio Ambiente (2018).

Deve-se destacar que o termo geodiversidade na APA é pouco conhecido e divulgado. Os trabalhos de campo foram realizados no sentido de procurar identificar os elementos naturais associados com esse tema e implicaram em caminhada e escaladas, desde o nível rebaixado do município de Ipu até o topo do paredão rochoso no qual o Riacho Ipuçaba forma a Bica do Ipu, em meio à formação vegetal florestal e às nascentes fluviais.

## **CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO**

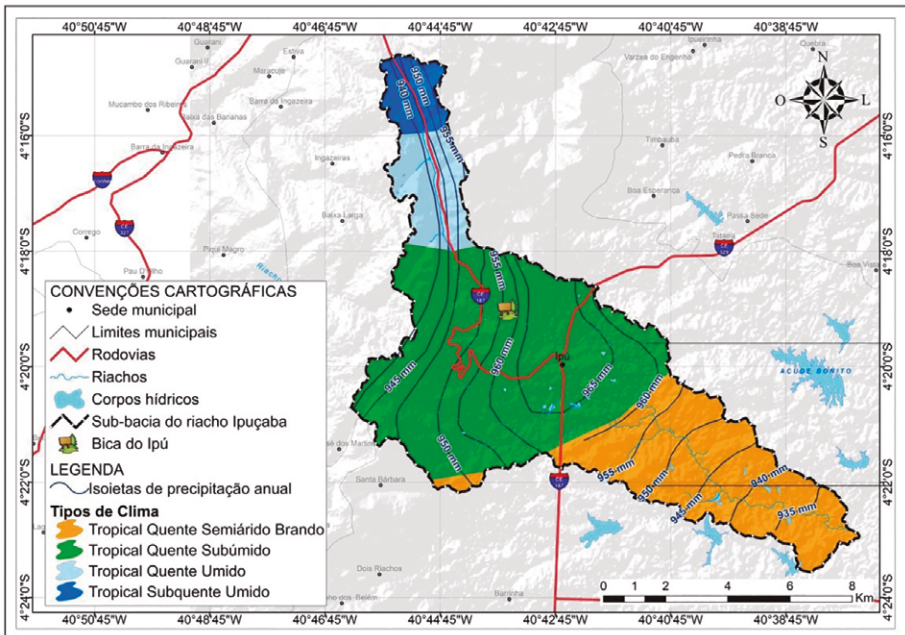
A Serra da Ibiapaba, onde se localiza a Bica do Ipu, se situa geologicamente na borda oriental de uma das mais significativas bacias sedimentares brasileiras, a bacia sedimentar do Parnaíba. A Bacia do Parnaíba tem uma origem que remonta

ao Paleozoico médio, mais precisamente, entre os períodos Siluriano e Devoniano (BRITO NEVES, 2009).

Segundo Claudino-Sales (2016), o Planalto da Ibiapaba se sobressai como uma geoforma modelada como um glint espetacular em relação à baixa superfície da região oeste do Ceará. O relevo glint é caracterizado pelo fato de ser uma feição de borda de bacia sedimentar contendo sopé e/ou vertentes sustentadas por rochas cristalinas, e não sedimentares, como a cuesta. Apresenta front dissecado, mantido sobretudo pelas rochas do grupo sedimentar Serra Grande, integrante da bacia sedimentar do Parnaíba. A maior parte do glint tem partes da vertente, bem como da depressão periférica adjacente sustentadas por rochas de embasamento cristalino pré-cambriano, incluindo granitos (CLAUDINO-SALES, 2016).

Informações do Atlas do Ceará (CEARÁ-IPLANCE, 1997) e do Plano Estadual de Recursos Hídricos (SRH-CE, 1992) indicam que o clima regional apresenta uma variação de temperatura, em valores médios, entre mínimas de 19 °C e máximas de 29 °C, e precipitação pluviométrica média anual oscilando em torno de 1.100 mm. A Figura 41 indica o quadro climático existente na Bica do Ipu e seu entorno, incluindo a área da APA.

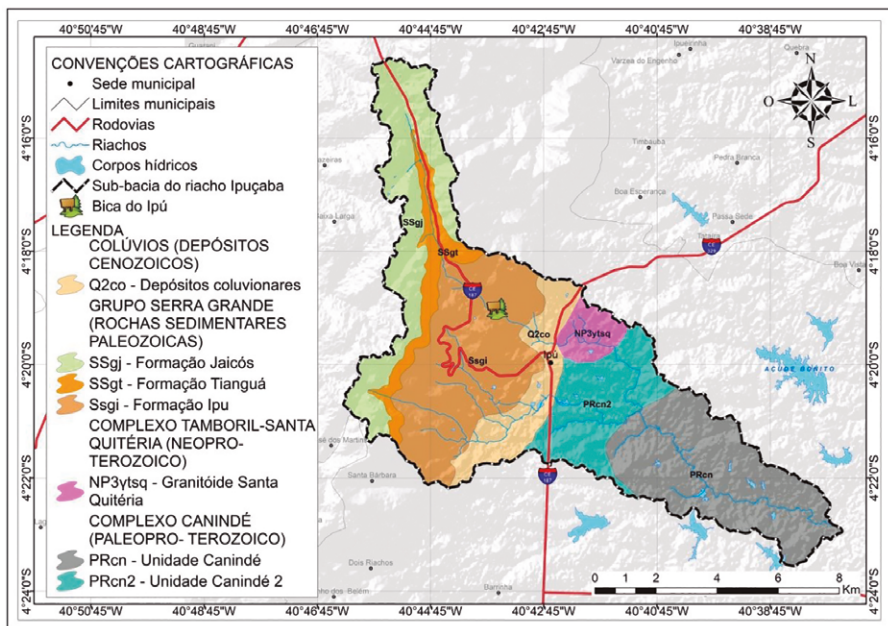
**Figura 41** - Caracterização climática na Bacia hidrográfica do Riacho Ipuçaba e entorno da APA da Bica do Ipu, Estado do Ceará



Fonte: adaptado de Lopes (2019).

Verifica-se que parte do município de Ipu está no domínio geológico-ambiental do complexo granitóide deformado (granitóide Santa Quitéria, do Complexo Tamboril Santa-Quitéria, de idade neoproterozoica), na unidade geomorfológica “superfície de aplainamento Sertaneja”. Os outros domínios geológicos são caracterizados pela ocorrência de depósitos colúvionares, os quais dominam na área de maior urbanização (Figura 42).

Figura 42 - Geologia da Bacia do Riacho Ipuçaba e no entorno da APA da Bica do Ipu, Estado do Ceará



Fonte: adaptado de Lopes (2019).

No extremo oeste do município, ocorrem os materiais sedimentares correspondentes à Formação Ipu (conglomerados polimictos com matriz feldspática areno-argilosa, com seixos de quartzo, ardósia, quartzito e arenito; arenitos grossos, de cor cinza, mal selecionados, apresentando estratificação cruzada acanalada de grande porte), Formação Tianguá (folhelhos cinza-escuros, bioturbados, sideríticos e carbonáticos, de arenitos cinza-claro, fino e médio, feldspáticos e intercalados com siltitos) e Formação Jaicós (arenitos cinzas, grossos, contendo seixos angulares a subangulares, mal selecionados e friáveis, com estratificações acanaladas e retas de médio e a grande) (CPRM, 2014).

No município de Ipu, podem-se distinguir três domínios hidrogeológicos distintos: rochas cristalinas (superfície aplainada), sedimentos da Formação Serra Grande (Glint da Ibiapaba) e depósitos aluvionares (Riacho Ipuçaba).

As rochas cristalinas na área representam o que é denominado comumente de “aquífero fissural”. Como basicamente não existe uma porosidade primária nesse tipo de rocha, a ocorrência da água subterrânea é condicionada por uma porosidade secundária representada por fraturas e fendas, o que se traduz por reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão (CPRM, 2014).

Dentro desse contexto, em geral, as vazões produzidas por poços são pequenas, e a água, em função da falta de circulação e dos efeitos do clima semiárido é, na maior parte das vezes, salinizada. Essas condições atribuem um potencial hidrogeológico baixo para as rochas cristalinas, sem, no entanto, diminuir sua importância como alternativa de abastecimento em casos de pequenas comunidades ou como reserva estratégica em períodos prolongados de estiagem (SRH –CE, 1992).

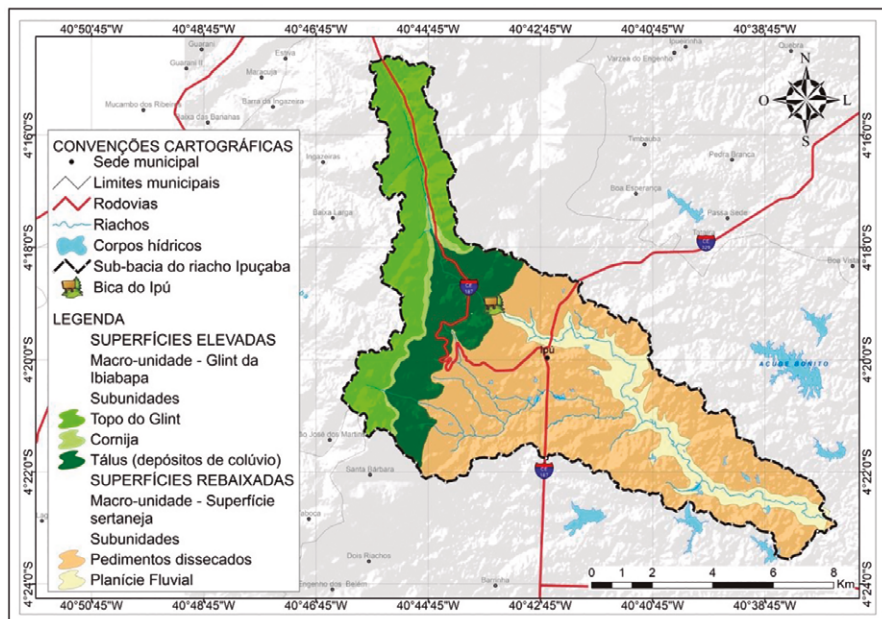
As formações sedimentares paleozoicas representam, na região, o domínio de mais alto potencial do ponto de vista hidrogeológico. Entretanto, no município de Ipu, em função da ocorrência desses sedimentos ficar restrita apenas à porção oeste, abrangendo uma área muito pequena em relação à área total do município, esse domínio decresce em importância.

Os depósitos aluvionares são representados por sedimentos areno-argilosos recentes, que ocorrem margeando as calhas do Riacho Ipuçaba e afluentes que drenam a região. Apresentam, em geral, uma boa alternativa como manancial, tendo uma importância relativa alta do ponto de vista hidrogeológico. Normalmente a alta permeabilidade dos termos arenosos compensa as pequenas espessuras, produzindo vazões significativas.

Levantamentos realizados indicam para o domínio das rochas cristalinas uma vazão média de  $1,7 \text{ m}^3/\text{h}$ , resultado de uma análise estatística de mais de 3.000 poços no cristalino do estado do Ceará (MÖBUS *et al.*, 1998). Para o domínio das rochas sedimentares, foi estimada uma vazão média de  $4,5 \text{ m}^3/\text{h}$ , resultado de uma análise estatística das informações de vazão de 192 poços, obtidas no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH-CE, 1992).

Na área de estudo, as formas de relevo, a leste, são suaves e pouco dissecadas, fazendo parte da superfície de aplainamento Sertaneja. A oeste, estabelece-se o planalto em glint da Ibiapaba, com altitudes próximas dos 500 metros (Figura 43).

**Figura 43** - Geomorfologia da Bacia do Riacho Ipuçaba e no entorno da APA da Bica do Ipu, Estado do Ceará



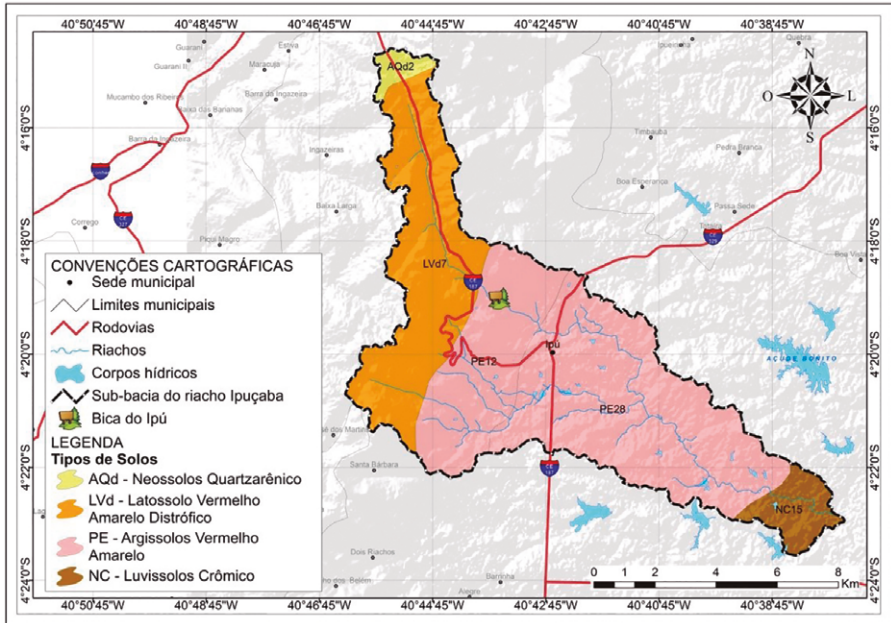
**Fonte:** adaptado de Lopes (2019).

Do ponto de vista pedológico, coloca-se que ocorrem regionalmente solos dos tipos luvisolos, que é um solo típico do sertão nordestino brasileiro, mesmo a região apresentando clima ameno, pois a área conta com estiagem severa em vários meses do ano. Esse tipo de solo apresenta suscetibilidade à erosão relativamente alta, em função da coesão e consistência dura do horizonte A e do forte gradiente textural entre os horizontes A e B (OLIVEIRA *et al.*, 1992). Ocorrem ainda argissolos, que têm características de agregação e boa estruturação, apresentam certa suscetibilidade aos processos erosivos, que são tão mais intensos quanto maiores são as descontinuidades texturais e estruturais (Figura 44).

Ocorrem ainda latossolos, que são encontrados nas áreas de vegetação de floresta (densa, aberta e mista com palmeira), em relevo que varia de plano a forte ondulado (Figura 44). De modo geral, esses solos apresentam reduzida suscetibilidade à erosão (VIEIRA, 1988; OLIVEIRA *et al.*, 1992; RESENDE *et al.*, 1995). A boa permeabilidade e drenabilidade e a baixa relação textural B/A garantem uma boa resistência desses solos à erosão (GUERRA; BATISTA, 2003).



Figura 44 - Aspectos pedológicos da Bacia do Riacho Ipuçaba e no entorno da APA da Bica do Ipu, Estado do Ceará



Fonte: adaptado de Lopes (2019).

Do ponto de vista da cobertura vegetal na área, coloca-se que ela é caracterizada pela presença de caatinga arbórea (floresta caducifólia espinhosa), caatinga arbustiva aberta, mata seca (floresta subcaducifólia tropical pluvial) e mata úmida (floresta subperenifólia tropical plúvio-nebular). A vegetação predominante é a caatinga, embora os registros da diversidade das espécies que ocorram neste bioma venham aumentando nos últimos anos (Figura 45). Assim, é possível que plantas ocorrentes na Mata Atlântica, Cerrado e Amazônia possam ter seu limite de distribuição ampliado para a caatinga (SIQUEIRA FILHO *et al.*, 2012).

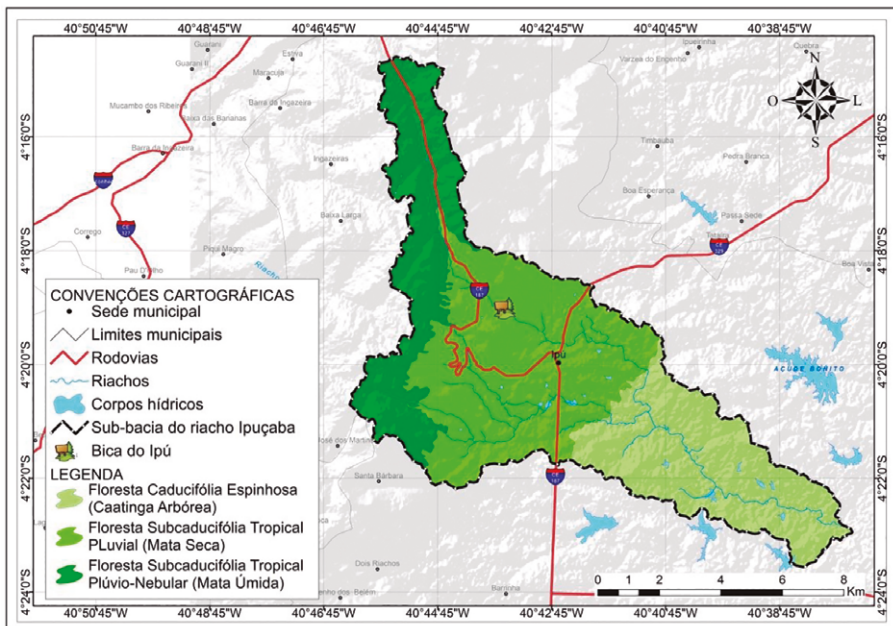
## GEOMORFODIVERSIDADE NA APA DA BICA DO IPU

### Os valores da geodiversidade/geomorfodiversidade na APA da Bica do Ipu

O primeiro valor atribuído à geodiversidade da APA da Bica do Ipu é o valor artístico. Nesse aspecto, tem-se um romance ambientado no século XVII, *Iracema*, do escritor José de Alencar, retratando seus personagens e tramas indissociáveis do cenário composto pelas paisagens do Ceará. Os caminhos trilhados

pelos personagens têm como pano de fundo Ipu e sua bica, que representa o local onde se banhava a protagonista.

Figura 45 - Fitogeografia da Bacia do Riacho Ipuçaba e entorno da APA da Bica do Ipu



Fonte: adaptado de Lopes (2019).

O romance indianista brasileiro concebe a jovem tabajara, Iracema, um mito literário presente no imaginário brasileiro há 151 anos. A visão de natureza, no século XIX, por Alencar, é apresentado através da fusão - Iracema/Floresta, a terra “virgem” até então não explorada por estrangeiros. Além disso, a protagonista retrata o espírito harmonioso da floresta que está explícito em alguns fragmentos, tais como as indicações “virgem dos lábios de mel”, “sorriso mais doce que o favo de jati”, “cabelos mais longos que o talhe de palmeira e mais negros que a asa da graúna”, “se banhava na sombra da oiticica e os ramos da acácia silvestre aspergiam flores sobre seus cabelos úmidos”, (p. 54), entre outros. Isso está visível na seguinte citação:

Mais rápida que a ema selvagem, a morena virgem corria o sertão e as matas do Ipu [...] Iracema saiu do banho; o alfôjar ainda a roreja [...] Tupã deu a grande nação tabajara toda essa terra. Nós guardamos as serras aonde manam os córregos, com os frescos ipus onde cresce a maniva e o algodão e abandonamos ao bárbaro potiguara, comedor de camarão, as areias nuas do mar, os secos tabuleiros sem água e sem floresta. Agora os pescadores da praia [...] deixam vir pelo

mar a raça branca dos guerreiros de fogo, inimigos de Tupã (ALENCAR, 1956, p. 13-21).

A descrição acima indica que Ipu, a Bica, as matas do Ipu, a terra, os córregos, a cultura indígena, emanam no romance como representação simbólico-afetiva.

Dentre o valor cultural da geodiversidade, estão fatores originários da forte interdependência entre o desenvolvimento social, cultural e/ou religioso e o meio físico circundante. Isso pode ser visto na produção artística, em esculturas, utensílios, músicas, poemas e fotografias que abundam na região, retratando a bica.

Dentre muitos exemplos de valorização econômica da geodiversidade neste lugar, cita-se a utilização da água para fins comerciais. É o caso da água mineral da empresa Acácia, para a qual os recursos hídricos locais são essenciais no empreendimento e fabricação. A empresa conta com poços de extração desse recurso no distrito de Várzea do Jiló. O empreendimento utiliza os aspectos literários da área da bica como motivação econômica, divulgando “Iracema” e a bica no seu rótulo (Figura 46). A localização da empresa no município de Ipu tem como base o domínio das rochas sedimentares que abrange, respectivamente, 74% das captações de água subterrânea existentes na área.

**Figura 46** - Rótulo do garrafão de 20 litros da Empresa Acácia - Símbolo Índia Iracema



**Fonte:** Lopes (2019).

Cita-se também a instalação de restaurantes privados e pousadas na proximidade da Bica, com concessão da anuência da prefeitura, para atender aos turistas e à população local que usa a bica para o lazer e recreação.

O valor funcional é aqui atribuído à própria bica e a seu entorno. A Bica do Ipu representa o aspecto da natureza em torno da qual ocorrem as atividades humanas mais significativas na área de pesquisa, que são aquelas associadas ao turismo regional voltado para o lazer (escaladas, rapel, banhos de bica, piqueniques, recreação familiar, alimentação, contato com a natureza). Com efeito, cerca

de 5.000 pessoas visitam anualmente a bica, para realizar uma dessas atividades de recreação e lazer, segundo dados da gerência da APA.

A área de proteção ambiental da Bica do Ipu e a bacia do Riacho Ipuçaba, assim como a Bica do Ipu, apresentam um valor educativo e científico significativo, resultante de pesquisas que evidenciaram a existência de elementos raros da fauna e geologia. É o caso da presença de caranguejos de águas doces. O crustáceo encontrado é da espécie *Fredius Reflexifrons*, típico da bacia amazônica, e foi descoberto pelos pesquisadores nos municípios de Ipu e Viçosa do Ceará.

Segundo o “Portal Nossa Ciência”, a pesquisa de doutorado do biólogo Livanio Cruz dos Santos, intitulada “Caranguejo Relictual da Serra da Ibiapaba: o que nos diz a teoria dos refúgios?” visa explicar a ocorrência dessa espécie no município de Ipu. Até o momento, foram mapeados quinze pontos com a ocorrência do crustáceo. A pesquisa quer apontar caminhos para a proteção da espécie, tida como relictual.

Na APA, foi identificado outro importante valor científico, de caráter paleontológico: no lugar também ocorrem anêmonas fossilizadas, caracterizando uma biota que viveu entre 436 a 443 milhões de anos atrás, na Era Paleozoica (VIANA, 2018). A preservação desses fósseis é incomum, pois, em geral, apresentam corpos moles e não são preservados em ambientes com grãos grossos. Porém, o rápido soterramento, que também causou a morte da biota, evitou a decomposição e a exposição a agentes externos. Há poucas ocorrências desses fósseis no mundo, sendo a primeira no Brasil e no período Siluriano (VIANA, 2018).

## **O Geomorfossítio hídrico Bica do Ipu**

O relevo na área de análise é dominado pelo Glint da Ibiapaba, elaborado no contato com as rochas cristalinas pré-cambrianas que formam o embasamento na região. Nesse contato, o material sedimentar se mostrou mais resistente que o cristalino, induzindo erosão mais acentuada do cristalino em relação ao sedimentar durante o Terciário (PEULVAST; CLAUDINO-SALES, 2005; MELO *et al.*, 2005).

Os glints, com efeito, resultam de erosão diferencial, na qual material sedimentar resiste mais que os materiais cristalinos subjacentes ou adjacentes, conforme salientado por Goudie (2004). No caso em tela, o glint representa um relevo formado por uma escarpa elevada e íngreme, de caráter sedimentar, cujo sopé é mantido pelas rochas cristalinas porque o cristalino foi erodido para além do nível do material sedimentar.

Em outras palavras, a análise realizada indica a existência uma superfície nivelada entre cristalino e sedimentar durante a deposição dos materiais sedi-

mentares (no Paleozoico), porém, a erosão subsequente (sobretudo a partir do Cretáceo, após a divisão do Pangea, e durante o Terciário) reduziu a altitude do cristalino, mais frágil, pela remoção dos materiais, permitindo ficar na paisagem o ressalto topográfico que caracteriza o glint (planalto) da Ibiapaba, formado pelo material mais resistente (CLAUDINO-SALES, 2016).

Tal contexto geomorfológico, extremamente singular, parece ser suficiente para indicar a área como particular do ponto de vista dos processos evolutivos atuantes. Nessa perspectiva, pode-se salientar o interesse científico que tal processo enseja, o que permite caracterizar o glint nesse segmento analisado como elemento do geomorfopatrimônio nordestino, do tipo geomorfossítio, nos termos indicados por Brilha (2005) e Panizza (2001).

Para além do aspecto geomorfológico, coloca-se o aspecto hídrico: o contexto climático, geológico e hidrogeológico presente em Ipu permite a existência da bica homônima. A Bica do Ipu tem uma altura de aproximadamente 130m e é formada a partir da precipitação das águas do Riacho Ipuçaba, o qual drena uma extensão de 10 km desde as nascentes (Figura 47) até o local da bica. O curso d'água diseca as rochas sedimentares (arenitos) integrantes do Grupo Serra Grande, o qual caracteriza as camadas basais da Bacia do Parnaíba (ver Figura 47).

O Riacho Ipuçaba nasce nas proximidades do front do glint, onde se encontra alojado em uma zona de falha (CPRM, 2014), mas não escoia para oeste, na direção do mergulho das camadas; ao contrário, ele escoia em direção a leste, criando, nesse sentido, um vale do tipo anaclinal, que drena contrariamente à inclinação dos estratos sedimentares.

Tal fato ocorre pela influência da falha, mas, sobretudo, pela ocorrência de desnível topográfico presente no front do glint ao longo da área do Ipu, o qual aparentemente resulta de erosão diferencial, nesse caso, atacando internamente as rochas constituintes da Bacia do Parnaíba. Com efeito, a erosão diferencial escultorou distintamente as formações Jaicós, Tianguá e Ipu, que afloram no contato da bacia com o cristalino (ver Figura 47).

A análise morfoestrutural realizada na área indica claramente que a Formação Ipu, que aflora na base do glint, tem níveis internos de diferentes resistências. O fácies mais resistente da Formação Ipu cria uma cornija no segmento central da vertente, enquanto o fácies menos resistente dessa formação apresenta-se erodido acima da cornija, criando o desnível topográfico que facilita o escoamento do Rio Ipuçaba em direção a leste, contra o mergulho dessas camadas sedimentares.

**Figura 47** - Nascente do Riacho Ipuçaba



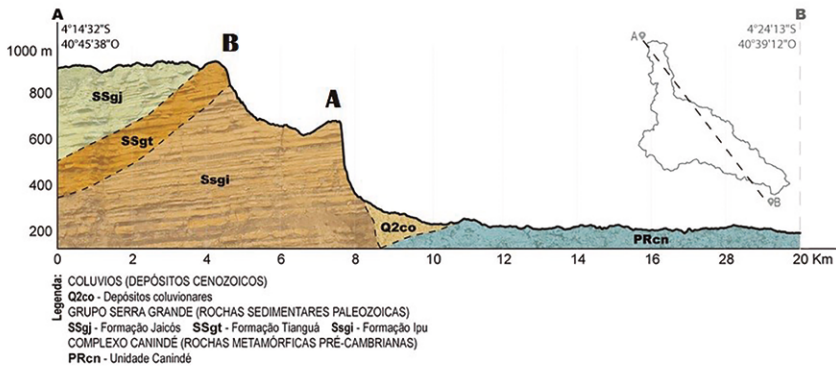
**Fonte:** Arquivo da APA da Bica do Ipu (2017)

A erosão diferencial no seio do Grupo Serra Grande cria, na verdade, duas cornijas no Glint de Ibiapaba nessa área: a primeira, mais elevada, sustentada pela Formação Tianguá, que se mostra mais resistente que o fácies mais friável da Formação Ipu com o qual está em contato estratigráfico; e a segunda, no segmento central da vertente, sustentada pelo fácies resistente da Formação Ipu (Figura 48).

O Rio Ipuçaba drena a partir da Formação Jaicós, disseca a Formação Tianguá e intercepta a cornija criada pela Formação Ipu no segmento central da vertente, quando então propicia o surgimento do fenômeno da queda d'água, resultando em um ambiente de extrema beleza cênica, com a presença da Bica do Ipu, que se diferencia do restante da paisagem dos arredores (ver figuras 40, 42 e 48).

Esses elementos, em conjunto, parecem ser suficientes para indicar a Bica do Ipu e seu entorno imediato como sendo um geomorfossítio do tipo hídrico, como indicado por Claudino-Sales (2018). O geomorfossítio hídrico Bica do Ipu agrega, efetivamente, importantes elementos geomorfológicos, hidrológicos e de geodiversidade (valores fundamentais), de forma a definir a existência de ambiente singular no semiárido nordestino.

**Figura 48** - Perfil topogeológico da área do entorno da Bica do Ipu, nos limites da APA, mostrando a existência de uma cornija mais rebaixada mantida pela Formação Ipu (letra A), na qual se instala a Bica do Ipu, e a cornija mais elevada, sustentada pela Formação



**Fonte:** adaptado de Lopes (2019), e elaborado a partir de CPRM, 2014.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo teve como objetivo apresentar uma análise sobre geodiversidade na área de ocorrência da Bica do Ipu e seu entorno, incluindo a Área de Proteção Ambiental da Bica do Ipu - Ceará. Observa-se que, de maneira geral, a geodiversidade local é representada por um conjunto particular de combinação de paisagens, rochas, minerais, fósseis e solos, os quais constituem um ambiente de exceção ambiental no contexto regional.

Da análise da área em questão foi possível identificar seu principal curso d'água, o Riacho Ipuçaba, do tipo anaclinal, que dissecas as rochas sedimentares (arenitos) da Formação Jaicós, Formação Ipu e Formação Tianguá, de idade paleozoica, criando, no contato com a cornija do Glint da Ibiapaba, a queda d'água conhecida como Bica do Ipu.

A pesquisa identificou também os valores da geodiversidade/geomorfodiversidade da área, tendo sido caracterizados o econômico, o cultural, o funcional, o educativo e o científico. Em conjunto com as características geomorfológicas (existência de glint espetacular), geológicas (rochas pré-cambrianas e paleozóicas de resistências diferentes, inter e intralitológicas) e hidrológicas, (existência de rio anaclinal e de queda d'água em ambiente semiárido), indicou-se a classificação da área de estudo como sendo um geomorfossítio hídrico.

Geodiversidade, geopatrimônio, geoconservação e geoturismo são termos relativamente recentes na produção científica em geociências e mostram-se fortemente atrelados à geologia e ao patrimônio geológico. Para permitir o avanço

da temática na geomorfologia, o trabalho pautou-se na geomorfodiversidade e no geomorfopatrimônio, tomando, portanto, o elemento geomorfológico - que é geográfico, espacial, por excelência - como o fator fundamental.

Como um produto da pesquisa, esses elementos estão sendo apresentados à sociedade local, através da administração da APA da Bica do Ipu, na perspectiva de incentivar a educação ambiental, a popularização do conhecimento científico e a melhor qualificação do geoturismo e da geoconservação na região, pois considera-se que dar retorno à sociedade é, ou deveria ser, o objetivo maior da produção científica e acadêmica.

## REFERÊNCIAS

- ALENCAR, J. **Iracema**. São Paulo: Saraiva, 1956.
- BRASIL. Lei Nº 601, de 18 de setembro de 1850. Dispõe sobre as terras devolutas do Império. **Secretaria de Estado dos Negócios do Império**, 2 out. 1850. Disponível em: Acesso em: 19 mar. 2018.
- BRILHA, J. **Patrimônio geológico e geoconservação**: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga: Palimage Editores, 2005. 190p.
- BRITO NEVES, B.B. **Evolução cristal neoproterozoica da América do Sul**. Recife: XIII Simposio de Geologia do Nordets, p. 78-84, 2009.
- CEARÁ. IPLANCE. **Atlas do Ceará**. Fortaleza, 1997. Mapa colorido, Escala 1:1.500.000.
- CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH). **Plano Estadual de Recursos Hídricos**: Atlas. Fortaleza, 1992, 4v, v. 1.
- CLAUDINO-SALES, V. Morfodiversidade e morfopatrimônio: pela afirmação do patrimônio geomorfológico *strictu sensu*. **Revista da Casa de Geografia de Sobral**, v. 20, n. 3, p. 3-7, 2018.
- CLAUDINO-SALES, V. **Megageomorfologia do Estado do Ceará. História da Paisagem Geomorfológica**. São Paulo: Nova Edições Acadêmicas, 2016.
- CPRM. **Mapa geológico**. UFPA/CPRM, folha SB.24- V-A-III IPU. Escala 1:100.000, 2014.
- GOUDIE, A. **Encyclopedia of Geomorphology**. London: IAG, 2004.
- GRAY, M. 2004. **Geodiversity**. Chichester: John Wiley e Sons Ltd., 2004, 434p.
- GUERRA, A. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 2003.
- IBGE. Mapa físico do Nordeste, 2018. [https://geoftp.ibge.gov.br/cartas\\_e\\_mapas/mapas\\_regionais/fisico/nordeste\\_fisico2000k\\_2013.pdf](https://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/mapas_regionais/fisico/nordeste_fisico2000k_2013.pdf). Acessado em 15 de março de 2020.
- LOPES, F. L. S. **Geodiversidade e Geoconservação na APA da Bica do Ipu, Ceará: desafios para a sustentabilidade**. Dissertação de Mestrado em Geografia, Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, 2019.



LOPES, F. L. S.; CLAUDINO-SALES, V. Geodiversidade e Geoconservação na APA da Bica do Ipu, Estado do Ceará. **Revista de Geociências do Nordeste**, vol. 5. n. 2, p. 61-80, 2019.

MELO, M. S.; CLAUDINO-SALES, M. S.; PEULVAST, J. P.; SAADI, A.; MELLO, C. L. Produto e processos morfogenéticos continentais. *In*: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K., OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, P. E. **Quaternário do Brasil**. São Paulo: Holos Editora, 2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MAPAS DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO NORDESTE, 2018. <https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/mma-lanca-mapas-das-ucs-e-terras-indigenas-da-caatinga>. Acessado em 14 de março de 2020

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Mapa geológico do Brasil Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional da produção Mineral, 1972. [https://search.library.uq.edu.au/prime-explore/fulldisplay/61UQ\\_ALMA2183910010003131/61UQ](https://search.library.uq.edu.au/prime-explore/fulldisplay/61UQ_ALMA2183910010003131/61UQ). Acesso em 20 de março de 2020.

MÖBUS, G.; SILVA, C. M. S. V.; FEITOSA, F. C. Perfil estatístico de poços no cristalino Cearense. *In*: SIMPÓSIO DE HIDROGEOLOGIA DO NORDESTE, 3, 1998, Recife. **Anais do...** Recife: ABAS, 1998. p. 184-192.

OLIVEIRA, J. B. *et al.* **Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento**. Jaboticabal, 1992. 201p.

OLIVEIRA, P. C. A.; RODRIGUES, S. C. Patrimônio Geomorfológico: conceitos e aplicações. **Espaço Aberto**, v. 4, n. 1, p. 73-86, 2012.

PANIZZA, M. The geomorphodiversity of the Dolomites (Italy): a key of geoheritage assessment. **Geoheritage**, vol. 1, p. 33-42, 2009.

PANIZZA, M. Geomorphosites: concepts, methods and examples of geomorphological survey. **Chinese Science Bulletin**, vol. 4-6, n. 46, p. 27-36, 2001.

PANIZZA, M.; PIACENTE, S. Geomorphosites and Geotourism. **Revista Geográfica Acadêmica**, vol. 2, n. 1, p. 5-9. 2008.

PEREIRA, P.J. **Patrimônio geomorfológico: conceptualização, avaliação e divulgação. Aplicação ao Parque Nacional de Montesinho**. Tese de Doutorado em Ciências (Geologia). Universidade do Minho. Portugal, 2006. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/6736>. Acesso em: 4 jan. 2020.

PEULVAST, J. P.; CLAUDINO-SALES, V. Surfaces d'aplanissement et géodinamique. **Géomorphologie: relief, processus, environnement**, vol. 11, n. 4, p. 249-274, 2005.

PORTAL NOSSA CIÊNCIA. **Caranguejo amazônico no Ceará**. Disponível em: <http://nossaciencia.com.br/colunas/caranguejo-amazonico-no-ceara>. Acesso em: 18 mar. 2018.

RESENDE, M. *et al.* **Pedologia: base para distinção de ambientes**. Viçosa: NEPUT, 1995. 304p.

SIQUEIRA FILHO; J. A. **Flora das Caatingas do Rio São Francisco: história natural e conservação**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson, 2012. 446-542p.

SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. Área de proteção da Bica do Ipu. Disponível em: <http://www.semace.ce.gov.br/2010/12/area-de-protecao-ambiental-da-bica-do-ipu>. Acesso em: 2 fev. 2018.

VIANA, M. S. **Pesquisa desenvolvida na UVA e UFPE sobre fósseis marinhos do semiárido cearense é apresentada em Congresso Internacional de Paleontologia**. Disponível em: [http://www.uvanet.br/noticias\\_mostra.php?id=1573](http://www.uvanet.br/noticias_mostra.php?id=1573). Acesso em: 1 fev. 2018.

VIEIRA, L. S. **Manual de ciência do solo**: com ênfase aos solos tropicais. São Paulo: Agronômicas, 1988. 464p.





Este livro foi composto em fonte Cambria, no formato 15 x 22 cm,  
com 202 páginas em e-book formato pdf.  
Dezembro de 2020.





Mais do que paisagens ressequidas, o semiárido brasileiro é detentor de uma geodiversidade de inestimável riqueza. Para além de sua área costeira, a região Nordeste oferece uma pluralidade paisagística com potencial tanto para o geoturismo quanto para diversas outras atividades, mas ainda não devidamente desenvolvido por uma série de fatores apontados em alguns estudos que constam neste livro, um dos primeiros esforços em divulgar essa emergente perspectiva analítica sobre o Nordeste seco, a qual se juntarão certamente novos olhares e novas histórias do seu ambiente e suas gentes.



Mestrado Acadêmico  
em Geografia (MAG-UVA)



**RENNEGO**

Revista de Estudos em Geografia e Cartografia

ISBN 978-658742943-4



9 786587 429434