

ÍNDICE DE GEODIVERSIDADE APLICADO À BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS FRADES (RJ): UMA ANÁLISE PRELIMINAR

Geodiversity Index Applied to the Rio dos Frades Hydrographic Basin (Rio de Janeiro): A Preliminary Analysis

Felipe Furtado

Graduando em Geografia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Brasil

felipeffurtado16@gmail.com

Raphael Pilatti

Mestrando em Geografia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Brasil

pilattiraphael@gmail.com

Recebido: 25/06/2026

Aceito: 03/09/2026

Resumo

É possível compreender a geodiversidade como uma síntese da paisagem, abrangendo elementos e processos geológicos, geomorfológicos, hidrológicos, edáficos, climatológicos e, em algumas abordagens, também a ação antrópica. Nesse contexto, a geodiversidade é entendida como o conjunto de elementos abióticos terrestres que, a partir de suas distintas interações, passam a ser dotados de valores. Dessa forma, buscou-se identificar áreas de alta geodiversidade por meio de ferramentas de geoprocessamento na Bacia Hidrográfica do Rio dos Frades, a fim de apresentar, de maneira preliminar, suas potencialidades, espacialização e características. Foram identificadas áreas com elevado grau de geodiversidade, associadas principalmente a processos erosivos e deposicionais decorrentes de eventos extremos pretéritos. Por fim, a aplicação da metodologia do índice de geodiversidade mostrou-se satisfatória para os objetivos propostos.

Palavras-chave: Geodiversidade, Rio dos Frades, Geomorfologia.

Abstract

Geodiversity can be understood as a synthesis of the landscape, encompassing geological, geomorphological, hydrological, edaphic, and climatological elements and processes, and, in some approaches, also anthropogenic action. In this context, geodiversity is understood as the set of terrestrial abiotic elements that, through their distinct interactions, acquire values. Therefore, this study sought to identify areas of high geodiversity using geoprocessing tools in the Rio dos Frades Hydrographic Basin, in order to preliminarily present their potential, spatial distribution, and characteristics. Areas with a high degree of geodiversity were identified, mainly associated with erosive and depositional processes resulting from past extreme events. Finally, the application of the geodiversity index methodology proved satisfactory for the proposed objectives.

Keywords: Geodiversity, Rio dos Frades, Geomorphology.

1. INTRODUÇÃO

A atual corrente conceitual sobre geodiversidade, tem caráter fortemente ambientalista e surge na década de 1990, sendo amplamente divulgada na Conferência da Organização das Nações Unidas de 1992, sediada no Rio de Janeiro (Borba, 2011). Nessa perspectiva, diversos autores buscaram a conceituação e o entendimento dessa temática nas duas últimas décadas.

Dentro dessa perspectiva ambientalista, é possível perceber duas principais linhas conceituais para compreensão dessa temática. A primeira é mais restrita, compreendendo a geodiversidade como a diversidade geológica de uma determinada área, desconsiderando os processos e ações antrópicas na configuração da paisagem (Alves; Moraes, 2016).

Tal abordagem é defendida por Nieto (2001), por exemplo, onde compreende a geodiversidade a partir do número e variedade de estruturas geológicas, materiais e rochas que irão compor a área estudada.

A segunda assume um caráter mais holístico, compreendendo a geodiversidade como uma síntese da paisagem, incluindo os elementos e processos geológicos, geomorfológicos, hidrológicos, edáficos, climatológicos e em algumas obras a ação antrópica (Alves; Moraes, 2016). As proposições de Gray (2008), por exemplo, seguem essa linha, compreendendo a geodiversidade como um conjunto de elementos abióticos terrestres, que, a partir das distintas articulações entre os mesmos, são dotados de valores. Nesse sentido, o conceito de geodiversidade adotado para elaboração da presente pesquisa está alinhado com essa de caráter mais holístico, defendido por Gray (2008).

Nesse sentido, o trabalho tem como objetivo analisar de forma inicial a distribuição espacial da geodiversidade da Bacia Hidrográfica do Rio dos Frades, bem como suas características e potencialidades.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A Bacia Hidrográfica do Rio dos Frades (BHRF) está localizada no extremo Leste do município de Teresópolis, RJ (Figura 1). A BHRF carrega uma complexa trama de relações geológicas e geomorfológicas que compõem sua paisagem. Essa complexidade funciona como um microcosmos da história geológica da região, tornando-se uma importante região nos estudos sobre geodiversidade.

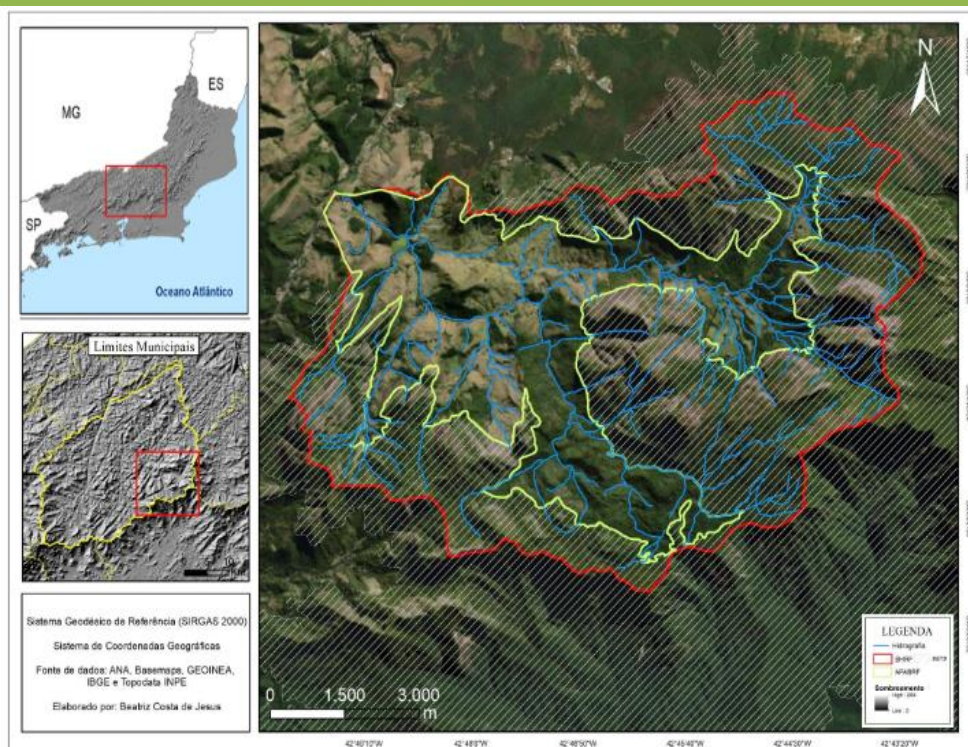


Figura 1 - Localização da Bacia Hidrográfica Rio dos Frades.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

Em termos geológicos, essencialmente, a BHRF é composta por dois domínios geológicos: Batólito Serra dos Órgãos (Leucogranito) e Granito Nova Friburgo. Além disso, os terrenos são marcados pela presença de estruturas com orientação ENE-WSW, típicas da Faixa Ribeira (Freitas; Silva; Tupinambá, 2017).

A característica de ambiente montanhoso, bem como os processos e feições associados a esse ambiente presentes na BHRF e no Município de Teresópolis, está fundamentalmente ligado à presença da Serra do Mar. Uma macro-unidade geomorfológica na borda atlântica sul-sudeste do Brasil, constituída por um diversificado conjunto de escarpas e planaltos, marcada pela presença de Ortognaisses, granitoides e granitos, que variam a paisagem, e sustentam estas grandes feições montanhosas (Heilbron, 2016).

Já no aspecto climático, de acordo com a caracterização climática de Köppen (1936), o município de Teresópolis está situado no domínio climático tropical superúmido, com variação pluviométrica de 1700 a 3600mm, com concentração de chuvas no verão (dezembro a março) e período de seca no inverno (junho a agosto).

Em termos geomorfológicos, a BHRF está inserida dentro dos domínios geomorfológicos: Morros, Planície Aluvial, Serra Escarpadas e Serras Isoladas. De maneira geral, a distribuição espacial desses domínios geomorfológicos se dá de forma irregular dentro da bacia. Predominantemente composto pelo domínio Serras Escarpadas, que tem como característica vertentes íngremes com declividade acentuada e uma amplitude

elevada entre os topos e os vales encaixados (Cruz, 1990). Seguindo do domínio Serras de transição, que tem como particularidade em relação a Serra Escarpada, vertentes mais dissecadas rampas coluvionares e gradientes menores altimétricos em conjunto de declividades mais suavizadas (Cruz, 1990).

Para a realização do índice de geodiversidade foram extraídos dados públicos de Geologia do Serviço Geológico do Brasil (SGB), da Hidrografia da Agência Nacional de Águas (ANA), de Geomorfologia e de Pedologia do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

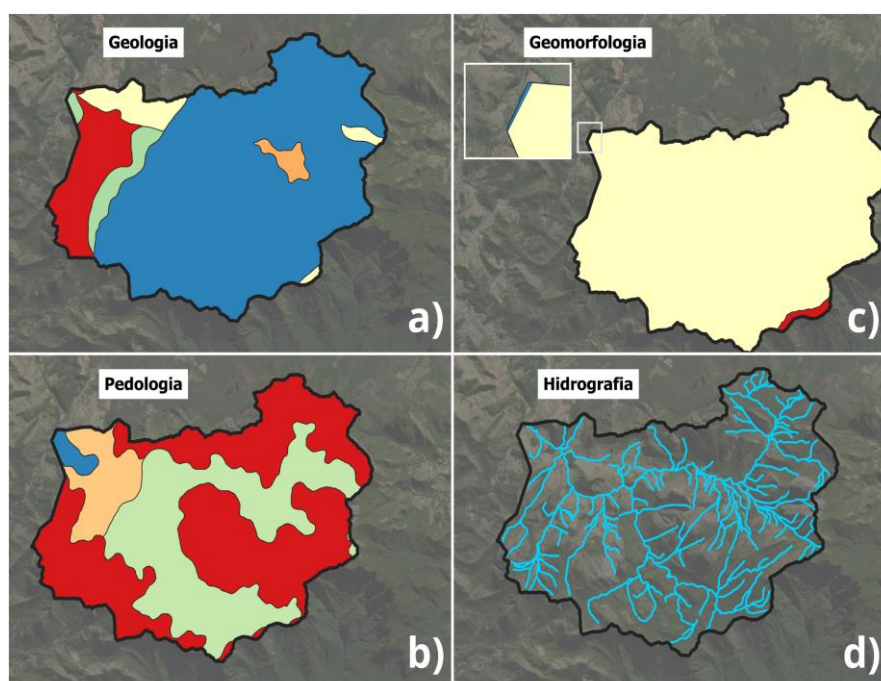


Figura 2 - a) Mapa Geológico da BHRF; b) Mapa Pedológico da BHRF; c) Mapa Geomorfológico da BHRF; d) Mapa Hidrográfico da BHRF.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

Legenda da Figura 2: Geologia: Corpo Granito Frades (Azul), Depósitos Gravitacionais (Laranja), Corpo Conselheiro Paulino (Verde), Suíte Cordeiro (Amarelo), Suíte Serra dos Órgãos (Vermelho) / Geomorfologia: Escarpas e Reversos da Serra do Mar (Azul, Vermelho e Amarelo) / Pedologia: Afloramento de Rocha (Vermelho), Cambissolo Háplico (Verde e Vermelho), Latossolo Vermelho-Amarelo (Azul) / Hidrografia (Azul).

Após a obtenção dos dados, foi gerado através da plataforma QGIS 3.40 um vetor de grades de 150x150m por quadrado, servindo como unidade básica para a contagem e sumarização dos dados.

Para os dados de pedologia, geologia e geomorfologia foram quantificados a partir da função “Unir atributos pela localização (sumário)” a contagem de classes de cada classe que interseccionam em cada quadrado.

A mesma metodologia de unir atributos foi realizada para os dados de hidrografia, porém, para esse foi gerado um raster a partir do vetor dos canais, onde posteriormente foi

gerado outro raster de proximidade euclidiana dos canais, que foram reclassificados em escalas de distância com os valores de 3, 2, 1 e 0,5, onde os maiores valores indicam a maior proximidade com os canais fluviais. A união dos atributos da distância dos canais foi aplicada à grade pela média que cada quadrado da grade apresentava de distância dos canais.

Na sequência, o índice final foi gerado pela soma dos valores de contagem da litologia, geomorfologia e pedologia, acrescida da média da hidrografia, conforme a seguinte equação:

$$\text{Índice} = \text{ContagemGeologia} + \text{ContagemGeomorfologia} + \text{ContagemPedologia} + \text{MédiaHidrografia}$$

Por fim, para a visualização foi gerado o mapa temático do índice de geodiversidade aplicado à Bacia Hidrográfica do Rio dos Frades, permitindo a interpretação científica em cima dos resultados obtidos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

É possível perceber que a distribuição espacial de maior geodiversidade se dá sobretudo nos fundos de vale da bacia, bem como nas cabeceiras e no ponto de exutório (Figura 3).

Essa espacialização aponta para o forte controle das dinâmicas de caráter erosivo e deposicional que se sobrepõe de forma evidente nessas áreas destacadas (Figura 3).

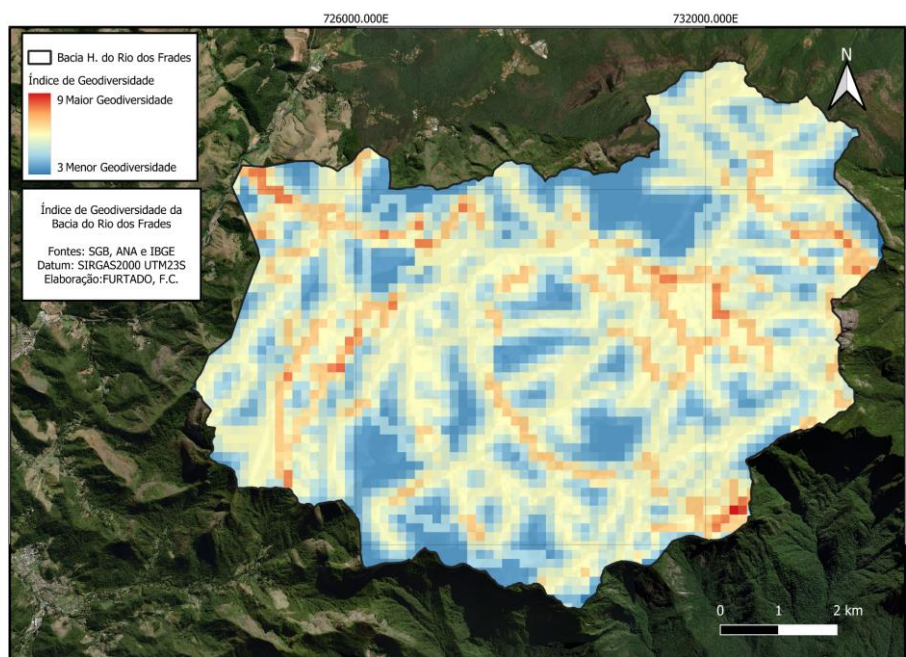


Figura 3 - Mapa de Geodiversidade da Bacia Hidrográfica do Rio dos Frades.
Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.



Figura 4 - (A) Blocos depositados e/ou exumados por eventos extremos pretéritos. (B) Blocos depositados no fundo dos vales.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

Essa configuração de paisagem acidentada, com distintos processos (atuais e pretéritos) de caráter deposicional e erosivo estão dispostos ao longo de quase toda BHRF, principalmente nas regiões com maior geodiversidade (Figura 2).



Figura 4 - 1- Contato entre blocos coluviais e canal fluvial. 2- Blocos oriundos de eventos de grande magnitude. 3- Terraço fluvial “lavado” por evento pretérito. 4- Rampa de colúvio residual.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

O movimento de blocos e sedimentos melhor selecionados bem como a deposição destes próximos a calha fluvial acontecem em eventos de normalidade, configurando a paisagem geomorfológica da área. Entretanto, eventos de maior magnitude podem exumar blocos soterrados de eventos anteriores, assim como eventos de grande magnitude fluvial (fluxo de detritos) depositam grandes blocos mal selecionados no contato entre o terraço fluvial e a rampa de colúvio. Os eventos de grande magnitude fluvial também podem “lavar” completamente o terraço fluvial, alterando a configuração da paisagem interligada entre canal fluvial - terraço fluvial - rampa de colúvio.

Em contra partida a essa gama de processos ativos e inativos que constituem essa paisagem com alto grau de Geodiversidade, as áreas identificadas com baixa Geodiversidade na Figura 2 apresentam uma baixa diversidade de dinâmicas atuantes e uma estabilidade de processos ativos na paisagem.



Figura 5 - Exemplo de área com menor Geodiversidade.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

4. CONCLUSÃO

A metodologia para o índice de Geodiversidade se mostrou eficiente no que foi proposto: Identificação, Especialização e Hierarquização das áreas da BHRF a partir da sua geodiversidade. Além disso, foi possível validar esses dados em campo, apontando assim para uma grande eficiência da metodologia. A pesquisa ainda aponta para um grande potencial patrimonial de elementos encontrados na região, sobretudo aqueles identificados

com maior índice de geodiversidade. Faz-se necessário então uma maior gama de estudos na área de estudo.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. S.; MORAIS, O. J. 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, 2016.

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

BORBA, W. A. 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. 38, n. 1, p. 3-13, 2011.

CRUZ, O. Contribuição geomorfológica ao estudo de escarpas da serra do mar. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 8/11, n. 1, p. 53-64, 1990.

FREITAS, M.; EIRADO, L. G.; TUPINAMBÁ, M. Domínios Geomorfológicos no Parque Estadual dos Três Picos-RJ e Sua Relação Com Aspectos Geológicos. **Sociedade & Natureza**, Minas Gerais v. 29, n. 1, p. 63-77, 2017.

GRAY, M. Geodiversity: A New Paradigm for Valuing and Conserving Geoheritage. **Journal of Geological Association of Canada**, Canadá. v. 35, n. 2, p. 51-59, 2008.

HEILBRON, M.; EIRADO, L. G.; ALMEIDA, J. (Org.). **Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro**. Escala 1:400.000. Rio de Janeiro: DRM-RJ/CPRM, 2017.

NIETO, L. M. Geodiversidad: propuesta de una definición integradora. **Boletín Geológico y Minero**, Espanha, v. 112, n. 2, p. 3-12. 2001.

Recebido: 25/06/2026

Aceito: 03/09/2026