



ÍNDICE DE GEOMORFODIVERSIDADE DO MUNICÍPIO DE CAÇAPAVA DO SUL (RS)

Kelvin Dutra Xavier ¹
Adriano Luís Heck Simon ²
Gracieli Trentin ³

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo obter o índice de geomorfodiversidade do município de Caçapava do Sul, capital gaúcha da geodiversidade. Para obtenção do índice foi utilizada uma adaptação da proposta metodológica de Melelli et al. (2017), utilizando o mapa de declividade, o mapa de rugosidade local, o mapa da densidade de drenagem e o mapa da diversidade das formas do relevo. Os resultados apresentaram aproximadamente 60 % da área total do município ocupada pelas classes de geomorfodiversidade alta e muito alta, além da presença de 36 dos 46 geossítios propostos por Borba (2013) inseridos nessas áreas. Os cultivos agrícolas destacam-se entre os usos com menos de 25 % de ocorrência nas elevadas classes de geomorfodiversidade e as coberturas florestais predominam com mais de 70 % nas classes de geomorfodiversidade alta e muito alta.

Palavras-chave: Geodiversidade, Patrimônio geomorfológico, Índice de Geomorfodiversidade, Geoprocessamento.

ABSTRACT

This work aims to elaborate the geomorphodiversity index of the city of Caçapava do Sul, state capital of geodiversity. To obtain the index, an adaptation of the proposed methodology by Melelli et al. (2017), using the slope map, the local roughness map, the drainage density map and the relief shape diversity map. The results showed approximately 60% of the total area of the municipality occupied by the classes of high and very high geomorphodiversity, in addition to the presence of 36 of the 46 geosites proposed by Borba (2013) inserted in these areas. Agricultural crops stand out among uses with less than 25% in each class and forest cover predominates with more than 70% in the high and very high geomorphodiversity classes.

Key words: Geodiversity, Geomorphological heritage, Geomorphodiversity Index, Geoprocessing.

INTRODUÇÃO

¹ Mestrando pelo PPGeo, Universidade Federal de Pelotas. kelvinxavier.geo@gmail.com;

² Departamento de Geografia, Universidade Federal de Pelotas. adriano.simon@gmail.com;

³ Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande, graci.trentin@gmail.com;



A palavra patrimônio pode assumir os mais variados significados e sentidos. Silva (2010) aponta que na atualidade a noção de patrimônio se confunde com a de propriedade, principalmente herdada. Segundo a autora:

O conceito moderno de patrimônio está ligado à existência do Estado Nacional, mas esta relação não é aparente, principalmente porque o uso em uma variedade de discursos, tais como patrimônio econômico, financeiro, familiar, cultural, arquitetônico, ecológico, etc; naturalizou-o (SILVA, 2010, p. 37).

Entre as vertentes de estudos sobre patrimônio, a mais comumente discutida é a divisão entre patrimônio natural e patrimônio cultural (NIGRO, 2001). Apesar de muitas vezes o patrimônio ser generalizado, tomando como único o patrimônio cultural, o patrimônio natural deve ser tratado com igual importância (PEREIRA et. al., 2004).

O patrimônio natural pode ser dividido em duas vertentes fundamentais: biótica e abiótica. O patrimônio natural abiótico está ligado aos elementos da natureza como os solos, a hidrografia, as formas do relevo, entre outros que se revelam fundamentais para manutenção do componente biótico (BRILHA, 2005) e das sociedades.

Para Rodrigues e Fonseca (2008) o geopatrimônio, equivalente do termo inglês *Geoheritage*, compõe o patrimônio natural abiótico e deve ser entendido como “todo o conjunto de elementos naturais abióticos existentes na superfície da Terra (emersos ou submersos) que devem ser preservados devido ao seu valor patrimonial” (p. 5).

O patrimônio geomorfológico, por sua vez, compõe o geopatrimônio e pode ser considerado como o conjunto de formas de relevo dignas de serem protegidas e transmitidas às gerações futuras (REYNARD; CORATZA, 2005). As formas e processos do relevo, integrantes do patrimônio geomorfológico, apresentam importância ímpar pois podem ser consideradas como o “palco” onde ocorrem as interações entre os demais componentes (abióticos, bióticos e culturais), tornando possível a manutenção da vida (BRILHA, 2005; BORBA et. al., 2013).

A avaliação do patrimônio geomorfológico envolve não apenas o reconhecimento dos elementos da geodiversidade como locais de interesse geomorfológico, mas também a sua comparação, em termos de importância (PEREIRA et al. 2016). Em nível regional de análise, mais frequentemente adotado, existem metodologias propostas divididas em duas categorias principais de métodos de quantificação: métodos diretos e métodos indiretos (BOLLATI; CAVALLI, 2020).

Métodos indiretos implicam no uso da geomorfometria, uma vez que são baseados no uso de um Modelo Digital de Elevação e/ou seus derivados para calcular as



propriedades físicas do terreno cuja variabilidade pode ser interpretada como a geomorfodiversidade de determinada área (BOLLATI; CAVALLI, 2020). Chorley et al. (1957) definem a geomorfometria como a ciência que trata da geometria da paisagem e das tentativas de descrever quantitativamente a superfície da Terra. Com o desenvolvimento da informática e das geotecnologias de modo geral, a geomorfometria passou a ser definida como a ciência da análise quantitativa da superfície terrestre (PIKE, 2000; RASEMANN et al., 2004).

Nesse sentido, técnicas quantitativas e parâmetros geomorfométricos têm sido desenvolvidos e aplicados na tentativa de caracterizar e identificar o patrimônio geomorfológico dentro do campo de estudo da geomorfodiversidade. Bollati e Cavalli (2020) definem a geomorfodiversidade como a geodiversidade no que diz respeito à geomorfologia possibilitando, dessa forma, que a riqueza geomorfológica de territórios possa ser comparada, levando em consideração a escala de investigação, o propósito da pesquisa e o nível de qualidade científica.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo obter o índice de geomorfodiversidade do município de Caçapava do Sul (RS), para fins de preservação do patrimônio geomorfológico. A área em estudo se localiza na metade sul do Estado do Rio Grande do Sul, distando 260 km da capital Porto Alegre. Apresenta aproximadamente 3.047km² de área total e uma população estimada de 35.000 habitantes (PREFEITURA DE CAÇAPAVA DO SUL, 2020). O território do município possui limites político-administrativos com outros cinco municípios: São Sepé, Cachoeira do Sul, Santana da Boa Vista, Bagé e Lavras do Sul (Figura 1).



Figura 1: Mapa de localização
Fonte: os autores (2020)

Considerando a divisão geomorfológica do estado do Rio Grande do Sul, o município de Caçapava do Sul encontra-se inserido, quase que integralmente, na região geomorfológica do Planalto Sul-riograndense (CPRM, 2006). No município são encontradas quatro unidades geomorfológicas: a Planície Alúvio-Coluvionar, a Depressão do Rio Jacuí, os Planaltos Residuais Canguçu-Caçapava do Sul e o Planalto Rebaixado Marginal (CPRM, 2006).

Segundo o IBGE (2004) na área em estudo predomina o Bioma Pampa, que corresponde a 63% da área do Estado do Rio Grande do Sul, contemplando uma superfície de 176.496km². Este bioma abrange uma das regiões mais ricas em gramíneas do mundo. A cobertura vegetal original do Bioma Pampa permite identificar três tipos de formações vegetais: a campestre, a florestal, e as áreas de transição (PROBIO, 2007).

O potencial turístico vem ganhando destaque e sendo reforçado pelo reconhecimento da geodiversidade e do geopatrimônio do município de Caçapava do Sul, que apresenta



potencialidades para realização das mais variadas práticas como ecoturismo, observação de aves, trilhas, escaladas, e, mais recentemente, o geoturismo.

No ano de 2015, através da Lei Ordinária Estadual 14.708 de 15 de julho e após iniciativas de profissionais ligados às geociências e ainda a articulação política com a Assembleia Legislativa do Rio Grande do Sul, o município de Caçapava do Sul recebeu o título oficial de “Capital Gaúcha da Geodiversidade” (BORBA, 2017). Por este reconhecimento, o município não encontra problemas para justificar as estratégias de valorização do seu geopatrimônio ou pontuar locais de relevante interesse geoturístico.

O Projeto Geoparques, que surgiu em 2018 pela então gestão da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), é uma iniciativa que engloba ações para certificação do Geoparque Caçapava do Sul junto à UNESCO. Desde seu início, o Projeto Geoparques se dedica ao estabelecimento de ações que contemplem seis dos dez eixos de atuação de um Geoparque Mundial da UNESCO: Ciência, Cultura, Desenvolvimento Sustentável, Educação, Geoconservação e Mulheres (PREFEITURA DE CAÇAPAVA DO SUL, 2021). A previsão é de que o dossiê do Geoparque Caçapava do Sul seja enviado à UNESCO para validação ainda no ano de 2021.

METODOLOGIA

Para realização da presente pesquisa foi utilizada uma adaptação da metodologia proposta por Meleli et al. (2017) para o índice de geomorfodiversidade. Enquanto a proposta original considera como fatores de entrada para a obtenção do índice de geomorfodiversidade (i) a diversidade geológica, (ii) a diversidade da densidade de drenagem, (iii) a diversidade da rugosidade do terreno, (iv) a diversidade de posição da vertente e (v) a classificação das formas da vertente, a adaptação proposta utiliza quatro produtos cartográficos, sendo eles: (a) o mapa de declividade, (b) o mapa de rugosidade local, (c) o mapa da densidade de drenagem e (d) o mapa da diversidade das formas do relevo. Os produtos foram elaborados conforme indica a Figura 2.

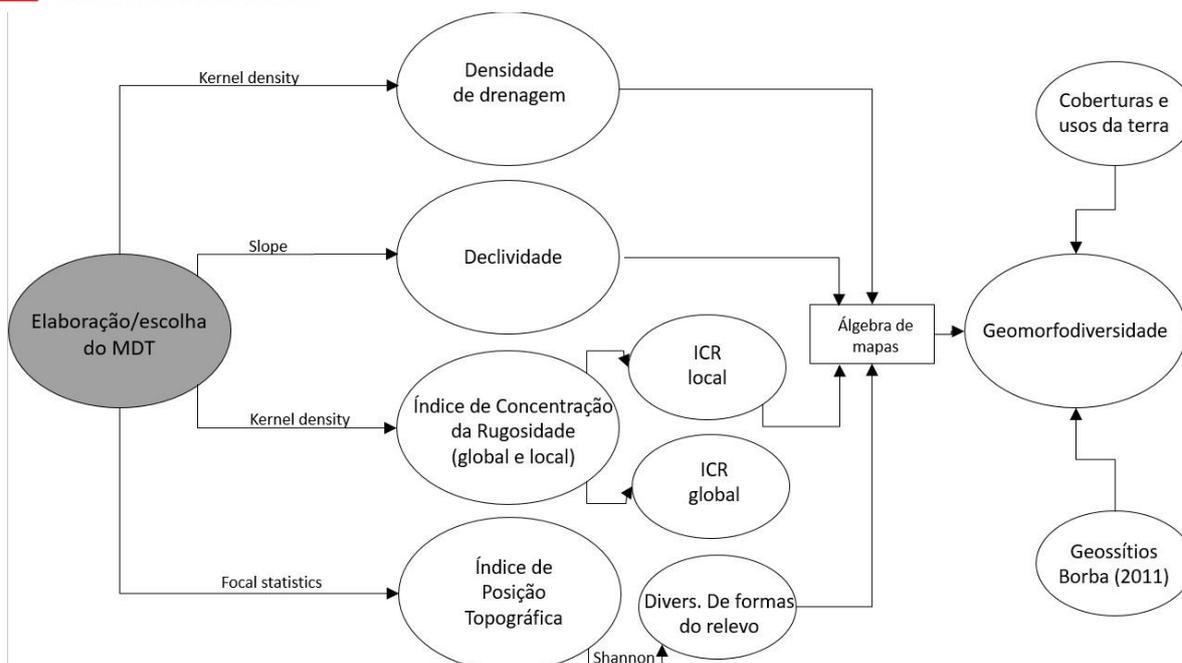


Figura 2- Fluxograma das atividades metodológicas.
Fonte: os autores (2021)

As técnicas de geoprocessamento foram realizadas, em sua grande maioria, através do Software ArcGis 10.3, sob licença do Laboratório de Estudos Aplicados em Geografia Física da UFPel. Também foram utilizados os softwares QGis 2.18 e ENVI 5.6 para obtenção de algumas variáveis. Uma vez estruturadas as variáveis morfológicas de entrada, o índice de geomorfodiversidade do município de Caçapava do Sul foi obtido através da álgebra de mapas conforme mostra a fórmula a seguir:

$$(dens\ de\ drenagem * 0,25) + (declividade * 0,25) + (ICR\ local * 0,25) + (div\ de\ formas * 0,25)$$

A álgebra de mapas foi realizada através da ferramenta Raster Calculator, onde foram inseridos os arquivos raster de cada uma das quatro variáveis de entrada. Estando todas elas reclassificadas em cinco classes, atribui-se o peso de 0.25 a cada uma, desta forma determinando que cada variável tenha o mesmo peso. Após esse procedimento foi obtido um arquivo raster, o qual foi reclassificado através de quebras naturais em cinco classes (Muito Baixa, Baixa, Média, Alta e Muito Alta), obtendo assim as informações da geomorfodiversidade do município de Caçapava do Sul.

A partir do produto final foi feita uma análise das classes obtidas no que diz respeito aos usos e coberturas da terra, bem como do geopatrimônio. Para validação dos



resultados obtidos com a álgebra de mapas foi realizado trabalho de campo no mês de maio de 2021, afim da obtenção de registros fotográficos e validação dos mapeamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram obtidas cinco classes de geomorfodiversidade, denominadas Muito baixa, Baixa, Média, Alta e Muito alta. Como verifica-se no quadro 1 a classe alta foi a de maior representatividade, ocupando 30,69 % do total da área do município, seguida pela classe muito alta com 29,03 %. Nesse sentido, a análise dos resultados do presente trabalho será focada nas referidas classes.

Quadro 1- Classes de geomorfodiversidade e geossítios

Classe	Área (%)	Área (km ²)	Geossítios
Muito baixa	6,54	199,3	1
Baixa	10,09	307,43	3
Média	23,65	720,61	6
Alta	30,69	935,12	19
Muito alta	29,03	884054	17

Fonte: os autores (2021)

As classes alta e muito alta (Figura 3) estão espacialmente distribuídas onde localizam-se as regiões geomorfológicas Planaltos Rebaixados Canguçu - Caçapava do Sul e os Planaltos Marginais Rebaixados (CPRM, 2019).

As classes muito baixa e baixa também se encontram distribuídas ao longo de toda área com maior expressividade à norte e leste do município, onde ocorre a unidade Depressão Rio Jacuí, além de uma alongada faixa na porção oeste do município, sob predominância da Planície Alúvio-Coluvionar.

Geomorfodiversidade do município de Caçapava do Sul-RS

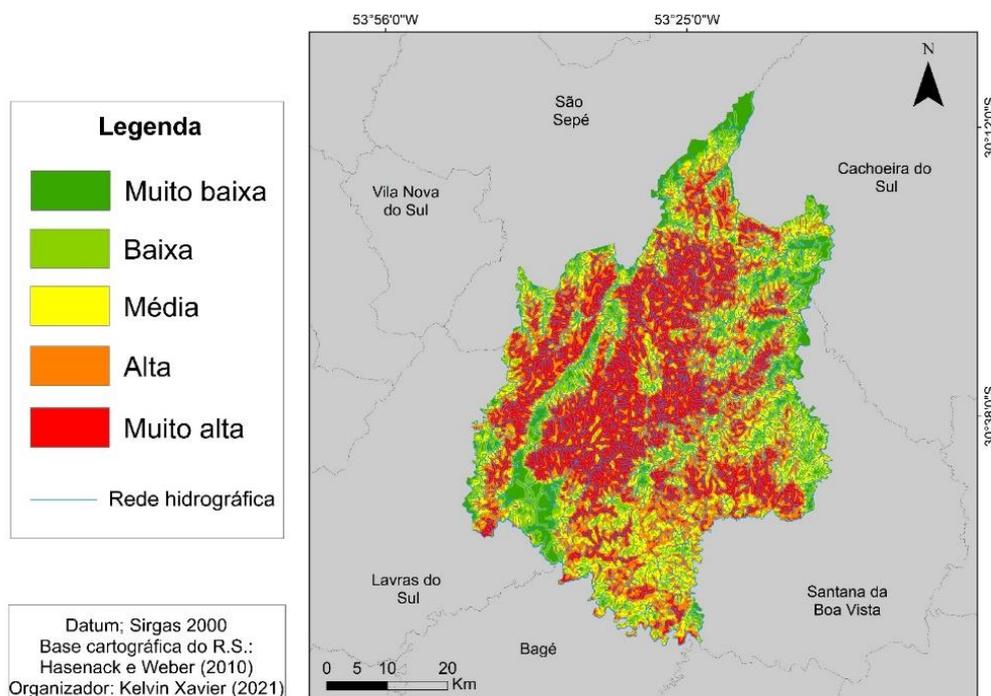


Figura 3- Geomorfodiversidade de Caçapava do Sul
Fonte: os autores (2021)

No que diz respeito aos usos e coberturas da terra o Quadro 2 mostra a ocupação nas classes de geomorfodiversidade alta e muito alta. Dentre as coberturas é importante ressaltar a significativa presença de coberturas florestais em ambas as classes, pois a mesma caracteriza-se como um vetor para a preservação do geopatrimônio.

Quadro 2- Usos e coberturas em área de geomorfodiversidade alta e muito alta

Coberturas	Geomorfodiversidade Alta (%)	Geomorfodiversidade Muito alta (%)
Afloramentos rochosos	1,17	0,79
Campestre	38,44	31,39
Florestal	32,91	44,03
Usos	Geomorfodiversidade Alta (%)	Geomorfodiversidade Muito alta (%)
Área de mineração	0,42	0,09
Área urbanizada	0,32	0,3
Cultivos agrícolas	24,98	21,62
Silvicultura	1,29	1,2
Usos não identificados	0,29	0,59

Fonte: os autores (2021)

Destaca-se dentre os usos da terra a presença dos cultivos agrícolas, ocupando 24,98 % e 21,62 % nas classes alta e muito alta, respectivamente. Salienta-se, porém que a classe cultivos agrícolas abrange a prática agrícola generalizada, onde podem estar ocorrendo práticas e técnicas degradantes do ponto de vista geopatrimonial.

Quanto ao geopatrimônio do município de Caçapava do Sul presente nas elevadas classes de geomorfodiversidade, a Figura 4 evidencia 19 dos geossítios propostos por Borba (2013) que encontram-se em áreas de geomorfodiversidade alta. Dentre eles, alguns podem ser destacados por sua importância do ponto de vista do patrimônio geomorfológico, como o Cerro do Reginaldo, Cerro do Perau, Pedra da Guarda Velha, Rincão da Tigra, Cerro dos Andradas, Cerro dos Nascimentos e Minas do Camaquã.

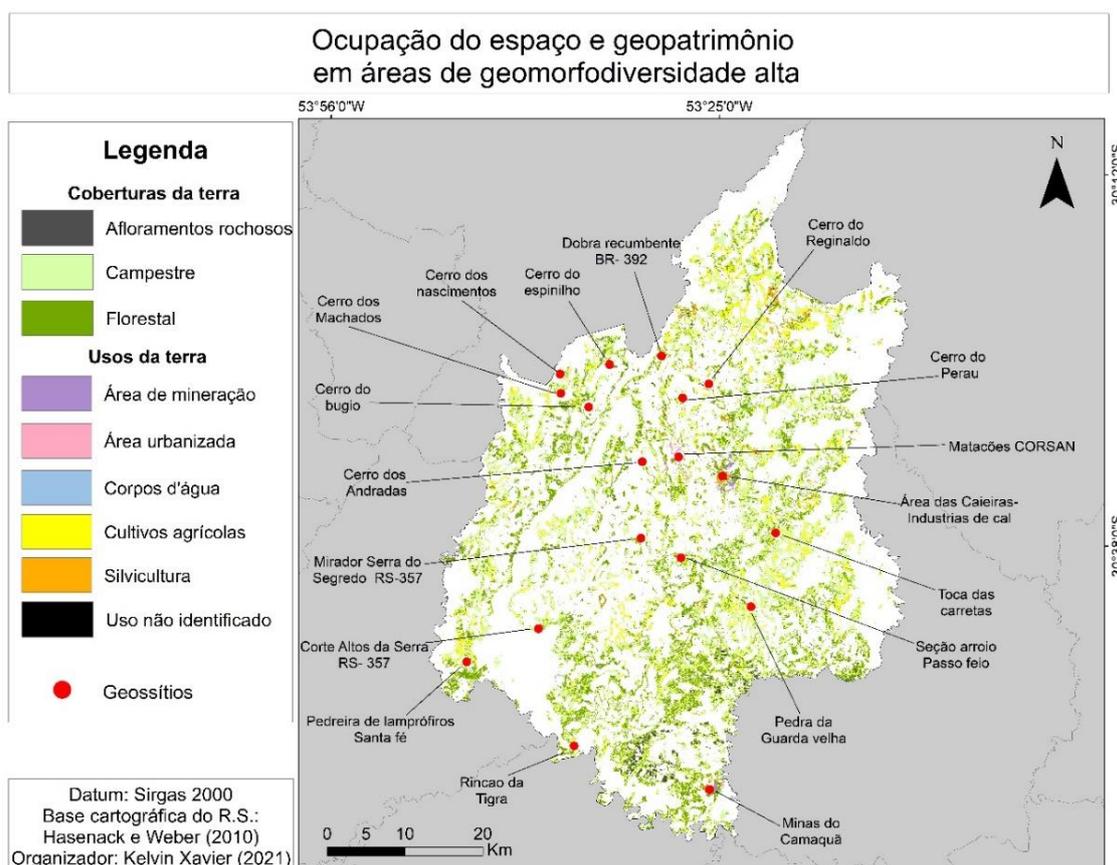


Figura 4- Ocupação do espaço e geopatrimônio em áreas de geomorfodiversidade alta

Fonte: os autores (2021)

O Rincão da Tigra (Figura 5) tem extensão de aproximadamente 8 km², e se localiza no extremo sul do município de Caçapava do Sul, junto ao rio Camaquã.



Caracteriza-se por elevações de rochas metamórficas, vulcânicas e sedimentares, com mais de 600 milhões de anos. Além de importância sob o ponto de vista geológico-geomorfológico, o geossítio também possui uma ampla visão panorâmica do vale do alto curso do Rio Camaquã (CAÇAPAVA GEOPARQUE, 2021).



Figura 5- Rincão da Tigra.
Fonte: os autores (2021)

O Cerro do Reginaldo (Figura 6) é um geossítio com extensão em torno de 1,5 km², no setor centro-norte do município, próximo ao Cerro do Perau, com substrato de granitos formados há 550 milhões de anos e a 15 km de profundidade, em um ambiente de raízes de uma cadeia de montanhas. Por sua altura e destaque na paisagem, ali está instalada uma antena de telecomunicações, em local com excelente vista para a face leste do Cerro do Perau. (CAÇAPAVA GEOPARQUE, 2021).



Figura 6- Cerro do Reginaldo
Fonte: os autores (2021)

Nas áreas com predominância da classe de geomorfodiversidade muito alta foram verificados 17 geossítios (Figura 7), com destaque para o Cerro da Angélica, Gruta da Varzinha, Casta do Salso, Cerro dos Martins, Pedra do Leão, Cascata Neto Rodrigues e Cascata do Pessegueiro.

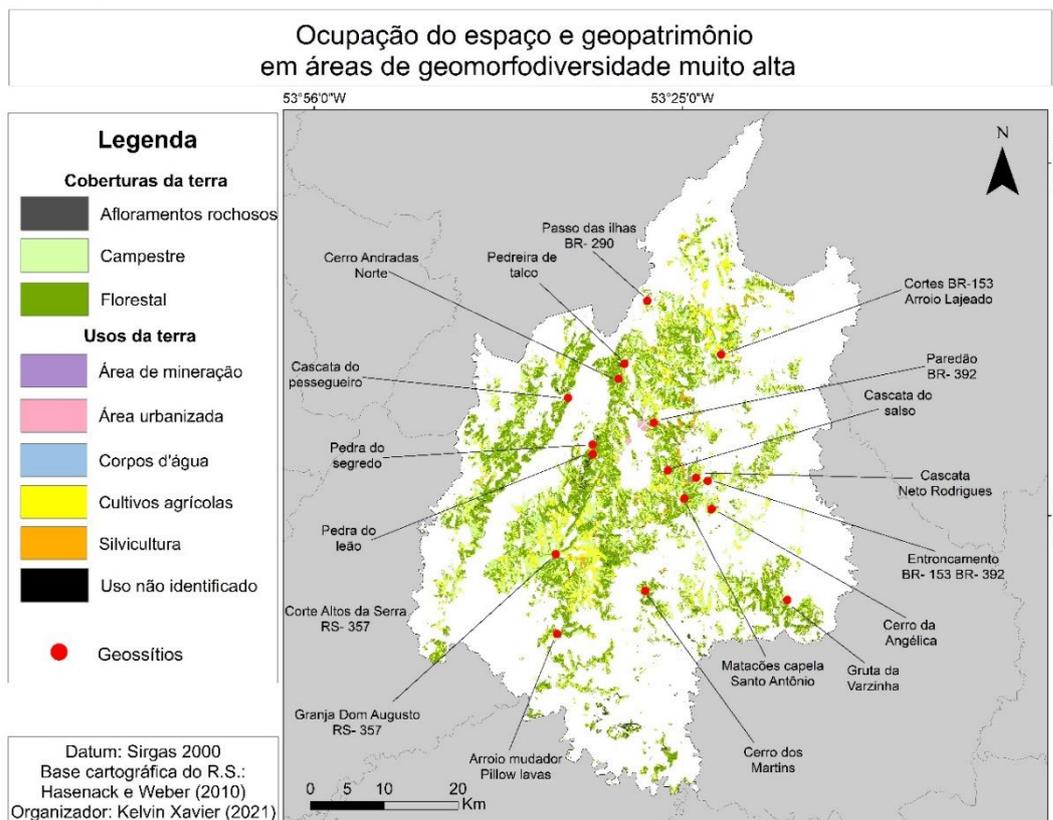


Figura 7- Ocupação do espaço e geopatrimônio em áreas de geomorfodiversidade alta

Fonte: os autores (2021)

O Cerro da Angélica (Figura 8) é um geossítio com extensão de 1 km², no setor centro-sul do município (16 quilômetros ao sul da zona urbana), próximo ao entroncamento entre a BR-392 e a BR-153. Apresenta elevação de grande visibilidade e substancial destaque na paisagem, por sua altura (200 metros) em relação aos terrenos adjacentes. Substrato formado por rochas sedimentares e vulcânicas com cerca de 580 milhões de anos. É utilizado como ponto de decolagem para diferentes modalidades de voo livre, incluindo asa delta e parapáglider (CAÇAPAVA GEOPARQUE, 2021).



Figura 8- Cerro da Angélica

Fonte: os autores (2021)

A Cascata do Salso (Figura 9) é uma queda d'água com cerca de 30 metros de altura, desenvolvida sobre rochas graníticas, onde no passado funcionou uma pequena central hidrelétrica, que ainda possui instalações de sua barragem. Terreno público, em vias de se tornar uma unidade de conservação da natureza, com possibilidade de uso como balneário e local de visitação contemplativa, além da prática de esportes de aventura do tipo 'cascading' (descida de rapel em quedas d'água). Pode-se observar no caminho de acesso à cascata, árvores da espécie Salso (*Schinus molle*). Geossítio localizado a apenas 5 quilômetros ao sul da zona urbana, junto ao arroio do Salso. (CAÇAPAVA GEOPARQUE, 2021)

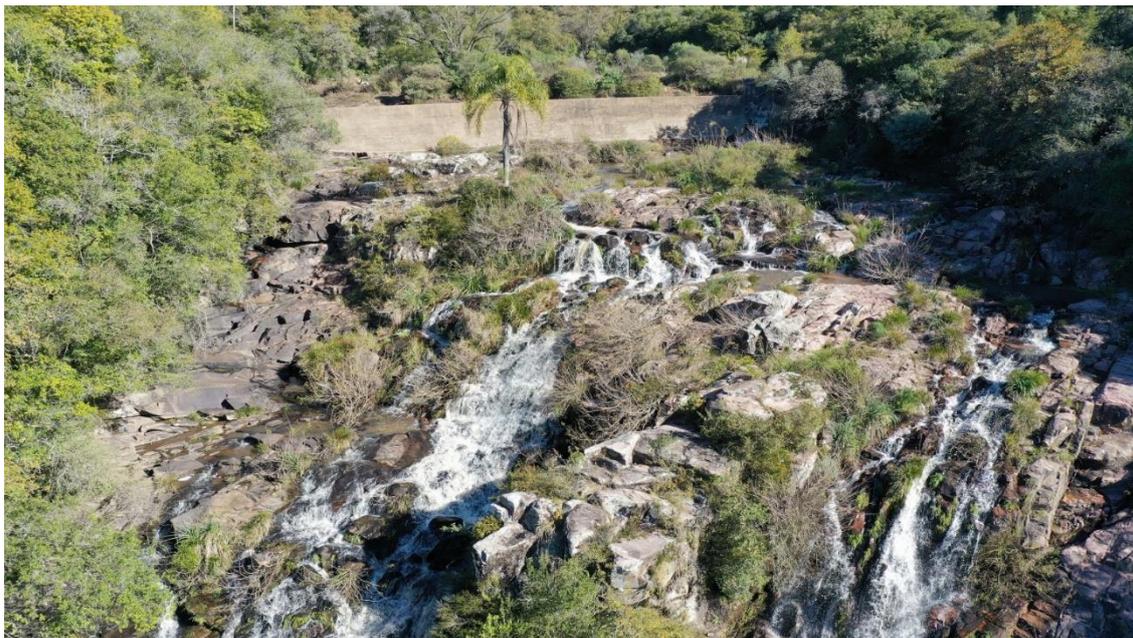


Figura 9- Cascata do Salso

Fonte: os autores (2021)

Diante do exposto, as classes Alta e Muito alta de geomorfodiversidade apresentam maior importância em consequência da associação de um número significativo de geossítios com aspectos voltados ao patrimônio geomorfológico. Estes geossítios se encontram, na maior parte dos casos, articulados com paisagens e elementos geopatrimoniais ímpares.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As classes de geomorfodiversidade alta e muito alta abrangem 36 dos 46 geossítios propostos por Borba (2013), muitos dos quais são reconhecidos pelo seu patrimônio geomorfológico. Geossítios presentes nas classes de menor geomorfodiversidade, apesar de existirem, não possuem o mesmo reconhecimento do ponto de vista de sua importância geomorfológica e do patrimônio geomorfológico.

Observa-se através dos mapeamentos que os cultivos agrícolas, que são entendidos presente pesquisa como o agrupamento de todos os tipos de cultivos (temporários, permanentes, pastagens, etc.) destacam-se entre os usos da terra, porém com menos de 25 % de ocupação na classes de geomorfodiversidade alta e muito alta. Quanto às coberturas da terra a classe de geomorfodiversidade muito alta apresenta maior



porcentagem com 76,21 %, seguida pela classe alta com 72,62 %, indicadores favoráveis do ponto de vista geopatrimonial.

Nesse sentido, verifica-se a importância do índice de geomorfodiversidade e a contribuição de cada uma de suas variáveis para verificação da importância do ponto de vista geomorfológico dos geossítios como também a utilização do índice para proposição de novos elementos do geopatrimônio, bem como áreas de preservação do geopatrimônio já inventariado e proposto no Projeto Geoparque Aspirante Caçapava do Sul.

REFERÊNCIAS

BOLLATI, I. M., & CAVALLI, M. (2021). **Unraveling the relationship between**

BORBA, A. W; SOUZA, L. F; MIZUSAQUI, A. M. P; ALMEIDA, D. P. M; STUMPF, P. P. **Inventário e avaliação quantitativa de geossítios: exemplo de aplicação ao patrimônio geológico do município de Caçapava do Sul (RS, Brasil).** *Pesquisas em Geociências*, 40 (3): 275-294, set./dez. 2013. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

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.** *Pesquisa em Geociências*, Porto Alegre, v. 38, n. 1, p. 3 – 14, 2011.

BORBA, A. W. **Um geopark na região de Caçapava do Sul (RS, Brasil): uma discussão sobre viabilidade e abrangência territorial.** *Geographia Meridionalis* v. 03, n. 01 Jan-Jun/2017 p. 104–133

BRILHA, J. **Patrimônio Geológico e Geoconservação: a conservação da natureza em sua vertente Geológica.** Viseu/Portugal: Palimage Editora, 2005. 190p.

CAÇAPAVA GEOPARQUE. **Site oficial.** Acesso em: <https://geoparquecacapava.com.br/> Acessado em: 20/10/2021



CHORLEY, R. J.; MAIM, D. E. C.; POGORZELSKI, .H. A. **A new standard for measuring drainage basin shape**. American Journal of Science, v. 255., p. 138-14, 1957.

CORATZA, P; HOBLÉA, F. **The Specificities of Geomorphological Heritage. Geoheritage: Assessment, Protection, and Management**. Pages 87-106. 2018

MELELLI, L. et al. **Geomorphodiversity index: Quantifying the diversity of landforms and physical landscape**. Science of the Total Environment, v. 584-585, p.701-714, abr. 2017.

NIGRO, C. **Patrimônio Cultural e Território Urbano**. Boletim Paulista de Geografia, São Paulo, nº 78, p. 45-76, 2001.

PELEGRINI, S. C. A. **Cultura e natureza: os desafios das práticas preservacionistas na esfera do patrimônio cultural e ambiental**. Revista Brasileira de História. São Paulo, v. 26, nº 51, p. 115-140 – 2006.

PEREIRA, P; PEREIRA, D; ALVES, M. I. C. **Património geomorfológico: da actualidade internacional do tema ao caso português**. Universidade do Minho, Portugal. 2004.

PIKE, R. J. **Geomorphometry — diversity in quantitative surface analysis**. Progress in Physical Geography 24 (1), 1–20, 2000.

RASEMANN, S.; SCHMIDT, J.; SCHROTT, L.; DIKAU, R. **Geomorphometry in mountain terrain**. In: BISHOP, M. P., SHRODER, J. F. (Eds.), GIS & Mountain Geomorphology. Springer, Berlin, pp. 101–145, 2004.

REYNARD, E; PERRET, A; BUSSARD, J; GRANGIER, L; MARTIN, S. **Integrated approach for the inventory and management of geomorphological heritage at the regional scale**. Geoheritage 8:43–60. 2016. <https://doi.org/10.1007/s12371-015-0153-0>



XIV ENCONTRO NACIONAL DE
PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM
GEOGRAFIA

15 EDIÇÃO ONLINE

10 À 15 DE OUTUBRO DE 2021

ISSN: 2175-8875

SILVA, L. A. **Trajetória de um Conceito: Patrimônio, entre a Memória e a História- Mosaico** – Revista Multidisciplinar de Humanidades, Vassouras, v. 1, n. 1, p. 36-42, jan./jun., 2010

ZANIRATO, S. H; RIBEIRO, W. C. **Patrimônio cultural: a percepção da natureza como um bem não renovável.** Revista Brasileira de História. São Paulo, v. 26, nº 51, p. 251-262 – 2006