

MDE TOPODATA E DADOS TEMÁTICOS APLICADOS AO MAPEAMENTO DA GEODIVERSIDADE NA BACIA DO RIBEIRÃO DAS CABRAS, CAMPINAS, SP.

Adalgiso Alves Camargo Junior¹, Danilo Mangaba de Camargo²,
Vitor Manuel da Silva Oliveira³ Mara Lúcia Marques⁴

^{1,3,4} Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas) – Centro de Ciências Ambientais e Tecnológica (CEATEC), Rodovia Dom Pedro I, Km 136, Parque das Universidades, CEP: 13086-900, Campinas – SP (adalgiso.alves@hotmail.com; vitor.oliveira68@gmail.com; mara.marques@puc-campinas.edu.br); ²UNESP - Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente – IGCE/Rio Claro Av. 24 A, 1515. CEP: 13506-900. Rio Claro – SP (danilo.mangaba@gmail.com)

RESUMO

A geodiversidade tem sido objeto recente no meio científico, alcançando aplicações como ferramenta para a gestão e planejamento ambiental. O trabalho objetiva o mapeamento da geodiversidade nas unidades básicas de compartimentação da Bacia do Ribeirão das Cabras, Campinas-SP. Na composição do Índice de Geodiversidade foram utilizados indicadores topomorfológicos derivados do Modelo Digital de Elevação (MDE) TOPODATA, em conjunto com dados temáticos relativos a tipologia de solos, relevo, drenagem e geologia da área. Os resultados apontam que a classe predominante na bacia é de muito alta geodiversidade, seguida, em contraponto, de áreas na classe baixa. Conclui-se que os dados derivados do MDE TOPODATA possibilitaram a obtenção de importantes indicadores para o mapeamento proposto e esse, por sua vez, pode ser utilizado como ferramenta para o planejamento e gestão ambiental.

Palavras-chave — Bacia hidrográfica, modelo digital de elevação, geoprocessamento, geomorfologia.

ABSTRACT

Geodiversity has been a recent object in the scientific environment, reaching applications as a tool for environmental management and planning. This paper aims the mapping of geodiversity in the compartments of the Ribeirão das Cabras watershed, located in Campinas-SP. Topomorphological indicators derived from the Digital Elevation Model (DEM) TOPODATA of the study area were used for the composition of the Index of Geodiversity, together with thematic data on soils, relief, drainage and geology. The results indicate that the predominant class in the basin is of very high geodiversity, followed, in contrast, of areas in the lower class. The conclusions are that the data derived from the TOPODATA DEM made it possible to obtain important indicators for the proposed mapping and this, in turn, can be used as a tool for the environmental for environmental planning and management.

Keywords — Watershed, digital elevation model, geoprocessing, geomorphology.

1. INTRODUÇÃO

A busca por um desenvolvimento sustentável passa diretamente pelo correto conhecimento do ambiente, possibilitando a utilização racional dos recursos naturais. Tais recursos não podem ser vistos isoladamente somente em termos de sua ocorrência sem interrelações com os outros componentes do ambiente. A geodiversidade é operacionalmente um importante indicador dessa complexidade, sendo a expressão da variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos geradores de paisagem, substrato para a vida na planeta [1].

Na atualidade, diferentes técnicas e metodologias são aplicadas na busca do mapeamento da geodiversidade. Nesse contexto, o presente trabalho objetiva a obtenção e mapeamento da distribuição espacial do Índice de Geodiversidade (Gd) na bacia do Ribeirão das Cabras, Campinas-SP (Figura 1).

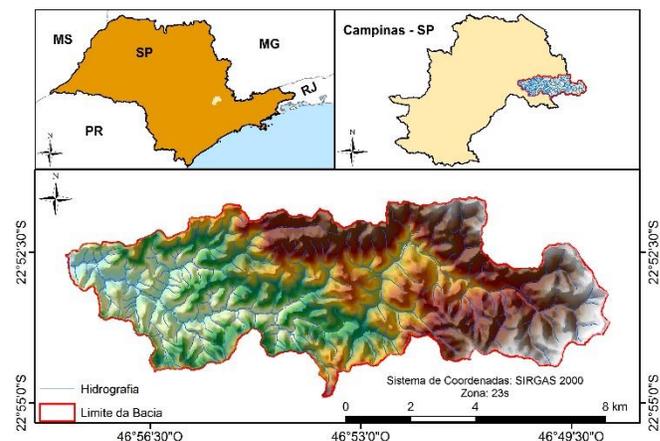


Figura 1. Localização da área de estudo.

A bacia localiza-se no extremo leste do município, em área de divisa com o município de Morungaba, SP. Essa bacia insere-se na Área de Proteção Ambiental (APA) conforme a lei municipal nº 10.850 de junho de 2001. Ela está situada próxima à mancha urbana de Campinas, estando sujeita a forte interferência antrópica. Atualmente, está sendo discutido o plano de manejo da APA, de modo que a

consideração da geodiversidade local pode auxiliar a análise e proposição do manejo e ocupação, evitando que o uso inadequado do território traga consequências que possam causar eventuais danos ambientais, econômicos e sociais.

Com área de 55 km² e cotas altimétricas que variam de 639 a 1076 metros, a Bacia do Ribeirão das Cabras, está situada na província geomorfológica conhecida como Planalto Atlântico. Do ponto de vista litológico, o substrato local consiste em rochas ígneas e metamórficas, tais como granitos e gnaisses proterozóicos, além de aluviões quaternários. As classes de solo predominantes são Argissolos e Cambissolos, seguidos de Gleissolos e Neossolos. Em algumas áreas ocorrem, ainda, Latossolos. O relevo varia de Morros e Morrotes a Planícies Fluviais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para cálculo do índice de geodiversidade, foi elaborado um banco de dados geográfico no sistema ArcGIS [2]. De modo a capturar as diferenciações espaciais do Gd na Bacia, foram utilizadas as Unidade Básicas de Compartimentação do Meio Físico (UBC's) [3], como unidade de área interna para cálculo e quantificação de elementos abióticos.

A partir da adaptação da metodologia proposta na literatura [4] [5], as seguintes variáveis foram utilizadas para o cálculo do Gd:

- **Litologia:** classes obtidas a partir da digitalização das feições do Mapa Geológico do município de Campinas –SP, na escala de 1:50.000. [6];
- **Idade Geológica:** também extraída do Mapa Geológico do Município de Campinas.
- **Densidade de Lineamentos (DI):** Os lineamentos foram extraídos a partir da fotointerpretação do MDE TOPODATA da área de estudo [7]; a densidade de lineamentos foi calculada através da ferramenta *Line Density* no software ArcGIS 10.4[2], após este procedimento a DI foi reclassificada em três classes [5], onde 0-baixa, 7-media e 14-máxima. E para acrescentar os dados gerados às UBC's, utilizou-se a função *Zonal Statistics as Table* dentro do mesmo software;
- **Classes de solo:** foram obtidas a partir da digitalização das feições do mapa pedológico do município [8]
- **Densidade de Drenagem:** a rede de drenagem em escala 1:50.000 [9], os procedimentos para obtenção da densidade foram os mesmos adotados no caso da DI;
- **Declividade:** Extraída do MDE TOPODATA [7] e classificada em cinco classes [10]
- **Formas de Relevo:** foram delimitadas a partir da análise conjunta dos dados temáticos relativos a litologia e solos em associação com parâmetros morfométricos como declividade e hipsometria.

- **Rugosidade Topográfica:** a rugosidade é função do gradiente de declividade da área [4], portanto, para obtenção dessa variável foram calculados os valores médios de declividade de cada compartimento, sendo posteriormente reclassificados em uma escala que varia de 1 a 5, conforme proposta dos autores. Nas UBC's da Bacia do Ribeirão das Cabras apenas os valores 1 e 2 foram obtidos.

A Figura 2 apresenta as variáveis utilizadas para o cálculo do Gd e sua distribuição na área da Bacia do Ribeirão das Cabras.

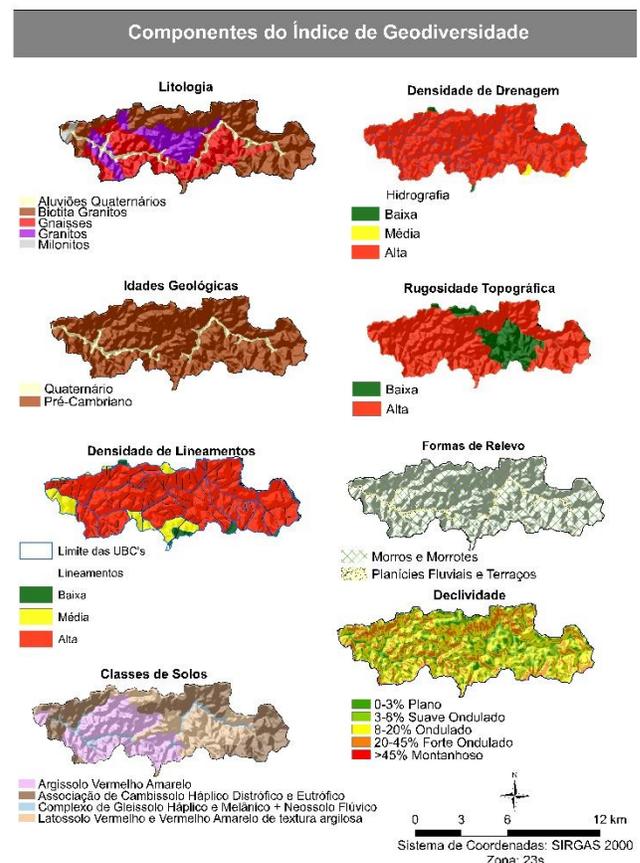


Figura 2. Variáveis utilizadas para calcular o (Gd).

2.3. Cálculo do Índice de Geodiversidade (Gd)

O cálculo do Gd se deu de acordo com a proposta apresentada na Equação 1[4].

$$Gd = \frac{Eg \cdot R}{LnS} \quad (1)$$

Onde:

Gd = Índice de Geodiversidade

Eg = Número de elementos abióticos

R = Rugosidade topográfica

LnS = Logaritmo neperiano da área

O cálculo foi realizado diretamente na tabela de atributos do plano de informação referente às UBC's utilizando a calculadora em linguagem Python no software ArcGIS 10.4. Os valores resultantes do Gd foram classificados em cinco classes: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta, respeitando-se as quebras naturais nos valores do conjunto de dados.

3. RESULTADOS

Como resultado, foi obtido o mapa da distribuição espacial da geodiversidade da bacia do Ribeirão das Cabras, a partir das

Quadro 1. Valores dos indicadores e do índice de geodiversidade por UBC

Compartimentos	Classes de solos	Litologia	Idades Geológicas	Densidade de Lineamentos	Densidade de Drenagem	Declividade	Formas do Relevo	Rugosidade Topográfica	Gd	Escala semântica
PP5_UBC_860	1	1	1	0	0	0	1	1	0,35	Muito baixa
PP5_UBC_788	2	1	1	0	0	0	1	1	0,41	
PP5_UBC_896	1	1	1	7	0	0	1	1	1,07	
PP5_UBC_786	1	1	1	7	14	0	1	1	1,91	Baixa
PP5_UBC_795	2	1	1	0	0	7	1	2	2,26	
PP5_UBC_197	1	1	1	14	14	0	1	1	2,37	
PP5_UBC_793	2	3	2	14	14	0	2	1	2,50	
PP5_UBC_205	4	4	2	14	14	0	2	1	2,57	
PP5_UBC_331	2	1	1	0	0	14	1	2	2,95	
PP5_UBC_794	1	1	1	0	0	14	1	2	3,25	Média
PP5_UBC_194	1	1	1	14	14	0	1	1	3,34	
PP5_UBC_198	2	3	1	7	14	0	1	2	4,44	
PP5_UBC_784	1	1	1	14	0	7	1	2	4,80	Alta
PP5_UBC_203	3	3	2	7	14	7	2	2	5,19	
PP5_UBC_207	2	2	1	0	14	14	1	2	5,21	
PP5_UBC_792	2	2	2	7	14	7	2	2	5,34	
PP5_UBC_332	3	2	2	14	14	7	2	2	5,66	Muito alta
PP5_UBC_199	4	5	2	7	14	7	2	2	5,73	
PP5_UBC_193	4	4	2	14	14	7	2	2	5,81	
PP5_UBC_388	3	3	2	14	14	7	2	2	5,83	
PP5_UBC_202	2	3	2	14	14	7	2	2	5,98	
PP5_UBC_858	2	2	2	14	14	7	2	2	6,07	
PP5_UBC_200	3	4	2	14	14	7	2	2	6,12	
PP5_UBC_430	2	3	2	14	14	7	2	2	6,18	
PP5_UBC_195	5	5	2	14	14	7	2	2	6,21	
PP5_UBC_790	3	4	2	14	14	7	2	2	6,34	

4. DISCUSSÃO

A utilização das UBC's como unidades de análise permitiu a distinção dos diferentes níveis de geodiversidade dentro da Bacia do Ribeirão das Cabras. Embora a bacia tenha uma baixa extensão territorial, as características relativas à sua gênese, ligada ao desenvolvimento do Planalto Atlântico, conformam um complexo arcabouço de interrelações entre os elementos do meio físico da área. Essa complexidade confere uma diversificação litológica e em consequência, também

uma diversificação dos solos e formas de relevo que por ela são sustentados. Não foram verificados elementos dominantes para o incremento da geodiversidade em cada UBC, contudo, os valores mais baixos, variando entre 0,35 e 1,07, são associados ao tamanho da área da UBC na bacia. Quanto à área de cada classe, verifica-se que a predominância é dada pela de muito alta geodiversidade, seguida pelas classes de baixa, alta, média e muito baixa, respectivamente.

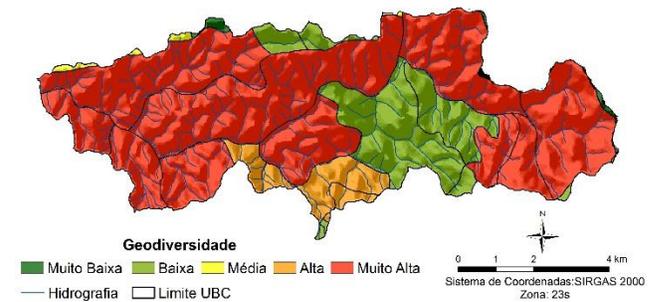


Figura 3. Distribuição espacial da geodiversidade nas UBC's.

5. CONCLUSÕES

Conclui-se que os dados derivados do MDE TOPODATA possibilitaram a obtenção de importantes indicadores para o mapeamento proposto e esse, por sua vez, pode ser utilizado como ferramenta para o planejamento e gestão ambiental. Possibilidades para estudos futuros incluem a comparação entre diferentes bacias hidrográficas e delimitação de geossítios de interesse para atividades, como o geoturismo.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Gray, M. "Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature". John Wiley & Sons Ltd, Londres, 2004.
- [2] ESRI. "ArcGis advanced: release 10.4.1". CA: Environmental Systems Research Institute, Redlands 2016.
- [3] São Paulo. "Unidades Básicas de Compartimentação do Meio Físico (UBC) do Estado de São Paulo". Instituto geológico/coordenadoria de planejamento ambiental, secretaria do meio ambiente do estado de são paulo, 2014.
- [4] Serrano C, E. e Ruiz Flaño, P. "Geodiversidad: concepto, evaluación y aplicación territorial. El caso de Tiermes Caracena (Soria)". Boletín de la A. G. E. N. (v.45), (pp.79-98), 2007.
- [5] Manosso, F. C. e Pellitero, R. O. "Geodiversidade: Considerações Sobre Quantificação e Avaliação da Distribuição Espacial". Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, (v35), (n.1), (pp.90-100), 2012.
- [6] Instituto Geológico (IG/SMA). "Subsídios do Meio Físico-Geológico ao Planejamento do Município de Campinas (SP). Mapa Geológico do Município de Campinas". 2v. (Relatórios Técnicos), São Paulo, 2009.
- [7] Valeriano, M. M.; Rossetti, D. F. Topodata: "Brazilian full coverage refinement of srtm data". applied geography, (v.32), (pp.300-309), 2012.
- [8] Valladares, G. S.; Coelho, R. M.; Chiba, M. K. "Mapa pedológico do Município de Campinas, SP". CNPM, Campinas,. (pp.9), 2008
- [9] Agência Nacional de Águas (ANA). "Base hidrográfica otocodificada da bacia do rio Tietê". Disponível em: <<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/metadata.show?id=370&currTab=distribution>>. Acesso em: 13 mar. 2017
- [10] Embrapa. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). "Súmula da 10ª reunião técnica de levantamento de solos. Rio de Janeiro": Embrapa, (pp. 83), 1979.