



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbge/>



Caracterização Morfométrica das Microbacias Hidrográficas do Parque Estadual Nova Baden, MG

Ariovaldo Machado Fonseca Júnior¹, Gilsonley Lopes dos Santos¹, Rafael Coll Delgado³, Marcos Gervasio Pereira⁴

¹ Mestre em Ciências Ambientais e Florestais em pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais (PPGCAF), Instituto de Florestas (IF), CEP: 23897-000, Seropédica (RJ), Brasil, arjunior01@hotmail.com. ²Doutor em Ciências Ambientais e Florestais em pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais (PPGCAF), Instituto de Florestas (IF), CEP: 23897-000, Seropédica (RJ), Brasil, leylopes85@hotmail.com. ³Professor do Departamento de Ciências Ambientais e Florestais (DCA), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) CEP: 23897-000, Seropédica (RJ), Brasil, rafaelcollldelgado32@gmail.com. ⁴ Professor do Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) CEP: 23897-000, Seropédica (RJ), Brasil, gervasio@ufrrj.br (autor correspondente) * Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor.

Artigo recebido em 29/09/2022 e aceito em 28/03/2023

RESUMO

Unidades de conservação são ambientes de preservação e conservação dos recursos naturais. As unidades são delimitadas muitas das vezes considerando os divisores hidrológicos englobando uma ou mais unidade hidrológica. As menores unidades hidrológicas consideradas no plano de manejo dessas unidades são as microbacias hidrográficas. Assim, o objetivo desse estudo foi a realização da análise morfométrica de duas microbacias hidrográficas (Trilha dos Troncos e Sete Quedas) do Parque Estadual Nova Baden, Lambari-MG. A caracterização da morfometria e dos fatos topográficos das microbacias foi obtida a partir do Modelo Digital de Elevação na resolução espacial de 12,5m obtido pelo sensor Alos Palsar. As microbacias do Parque Estadual Nova Baden em função das características morfométricas apresentadas (fator de forma; densidade de drenagem e índice de circularidade) são pouco susceptíveis a ocorrência de enchentes. Ambas as microbacias possuem um padrão característicos quanto à distribuição dos atributos do relevo (declividade, orientação e radiação global), o qual está associado a topografia de encosta da Serra da Mantiqueira. Apesar da proximidade entre as microbacias existem particularidades entre elas em função das condições morfométricas e do relevo, as quais precisam ser consideradas na definição das estratégias de manejo da unidade de conservação.

Palavras-chave: unidade de conservação, Mata Atlântica, relevo, recursos hídricos.

Morphometric Characterization of the Watersheds of Nova Baden State Park, MG

ABSTRACT

Water infiltration is a key process in groundwater-river recharge. However, it is poorly known in the Brazilian Tropical Savanna (biome with different natural ecosystems, such as savannas, native grasslands, and forests). Thus, we carried out a review on soil water infiltration in different natural ecosystem types within the domains of the Brazilian Tropical Savanna. We collected articles from the Web of Science, Periódicos CAPES, and Scholar Google databases. We found 15 articles (including 22 essays) with studies prevailing in the Midwest region of Brazil. The mean and median infiltration capacity of all studies was 792 and 567 mm h⁻¹, respectively. The majority of the studies (12 articles) did not clearly define which specific type of ecosystem was studied. Furthermore, most of the studies were carried out in Oxisols. Generally, the studies had a low sample size to characterize soil properties. A better description of ecosystem type, as well as a more significant sample size, are needed to understand infiltration in natural ecosystems of the Brazilian Tropical Savanna. Given the limitations of the studies available, our review showed that it is still too early to synthesize and to make an in-depth discussion on such topic in such huge and heterogeneous biome.

Keywords: conservation unit; Atlantic forest; relief; water resources

Introdução

consideradas como ambientes de relevante importância para a preservação e conservação dos recursos naturais. As unidades de conservação são compostas por diversas unidades de manejo, dentre elas, as bacias hidrográficas. O conhecimento das características morfológicas das bacias hidrográficas é fundamental para o planejamento e a implantação de práticas de manejo voltadas para os recursos hídricos (Martins et al., 2022; Lopes et al., 2022; Abdeta et al., 2020).

As bacias hidrográficas nos últimos anos foram fontes de debate em função do aumento da demanda hidrológica e a ocorrência de períodos de estiagem prolongados, que levaram diversas regiões do Brasil a busca de estratégias que proporcionassem alternativas que minimizassem o efeito da seca (Aires et al., 2021). Assim, destaca-se a importância da caracterização morfológica das bacias hidrográficas nas unidades de conservação, por serem uma fonte importante de água potável para o abastecimento da população.

A caracterização morfométrica da bacia hidrográfica permite conhecer suas potencialidades e as vulnerabilidades ambientais, como susceptibilidade de inundações a montante e a velocidade que a água da chuva deixa a bacia (Peixoto et al., 2021; Nogueira et al., 2020). A compreensão dessa dinâmica hidrológica permite a gestão dos recursos hídricos de forma sustentável nas unidades de conservação, e o aproveitamento desses recursos para a demanda da sociedade adjacente as unidades.

Uma unidade de conservação pode ser composta por uma ou mais bacias hidrográficas. Quando é composta por mais de uma unidade hidrológica é importante a caracterização morfométrica individualizada de cada bacia (Abdeta et al., 2020). Na área do Parque Estadual Nova Baden (PENB) são observadas duas microbacias hidrográficas (Dos Troncos e Sete Quedas), sendo a caracterização morfométrica destas relevante para a definição das estratégias do plano de manejo da unidade de conservação.

O plano de manejo é considerado como uma técnica ou instrumento de organização de processos futuros que permite otimizar as ações destinadas a alcançar objetivos propostos para a área (Rodrigues, 2000). Uma das etapas necessárias para a realização de um correto plano de manejo é a caracterização do meio físico, com destaque para as condições da vegetação, climáticas, topográficas, geológicas e pedológicas. A caracterização do meio físico é obtida com o conhecimento das características morfométricas das microbacias, a qual permite as potencialidades

e as vulnerabilidades de uma unidade hidrológica. A partir do exposto este estudo tem como objetivo a realização da análise morfométrica de duas microbacias hidrográficas (Trilha dos Troncos e Sete Quedas) do Parque Estadual Nova Baden, Lambari-MG.

Material e métodos

Área de estudo

O Parque Estadual Nova Baden (PENB) está localizado na Serra da Mantiqueira entre as coordenadas 45°19'52''W, 21°56'46''S e 45°18'27''W, 21°55'51''S, pertencente ao município de Lambari-MG (Figura 1). A unidade de conservação foi criada em 1974 com o objetivo de preservar importantes nascentes de águas minerais que compõem o Circuito Mineiro das Águas. O PENB representa um grande fragmento da Mata Atlântica que preserva uma diversidade de espécies de répteis, mamíferos, aves, anfíbios, insetos e vegetais (IEF, 2023).

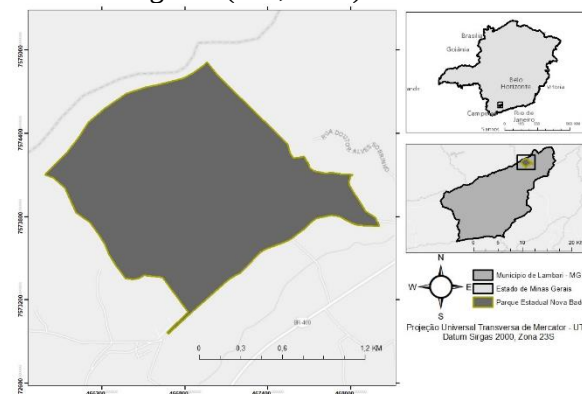


Figura 1. Localização do Parque Estadual Nova Baden, Lambari – MG.

O PENB possui uma área de 214,47 ha, apesar de pequeno em comparação a outras unidades de conservação de Minas Gerais é de suma importância, pois em sua abrangência encontram-se diversos exemplares nativos da fauna e flora da Mata Atlântica relevantes para as próximas gerações, além disso, tem uma importante função de recarga hídrica e de conectividade entre vários fragmentos de Mata Atlântica (IEF, 2023).

Com relação ao clima da região segundo Köppen é tropical de altitude, com boa umidade do ar, e estações do ano bem definidas, a umidade relativa do ar oscila em torno de 75% e o número de dias de chuva no ano é superior a 180, com geadas ocasionais, a precipitação média anual está entre 1.500 a 2.000 mm (Alvares et al., 2013).

Quanto a geologia, o PENB possui grande extensão em escarpa erosiva, de frente dissecada de bloco falhado, com direção predominante de NE-SW e ravinada conforme fraturas de direção ortogonal (NW -SE), que formam grandes anfiteatros de erosão, onde se encaixam rios que descem a escarpa. Assim, a drenagem do PENB mostra-se fortemente encaixada, correndo diretamente sobre a rocha sendo comum à ocorrência de cachoeiras com elevado valor cênico e recreativo (IEF, 2023).

O relevo possui aspecto montanhoso e escarpado, com altitudes variam de 1.300 a 1.900m. As classes de solos variam de Latossolos Vermelho Amarelo, nos terços médios a superior das elevações, na porção mais baixa da encosta predominam os Latossolos com horizonte superficial A húmico, já nas baixadas ocorrem os Gleissolos (solos hidromórficos), os quais formam a planície, também são verificados nas áreas de relevo montanhoso Cambissolos Háplicos (IEF, 2023). A hidrografia possui uma rede de drenagem com rios encaixados e encachoeirados, sendo uma importante área de nascentes do Ribeirão dos Melo.

A vegetação do local possui grande riqueza de espécies distribuídas nas seguintes fitossomias: Floresta Semidecidual Montana; Floresta Estacional Semidecidual Aluvial com *Euterpe Edulis*; Floresta Estacional Semidecidual Alto-Montana e Campo Brejoso de *Hedychium coronarium* (IEF, 2023).

Caracterização Morfométrica da Microbacia Hidrográfica

No PENB foram selecionadas duas microbacias hidrográficas: Trilha dos Troncos e Sete Quedas (Figura 2). A seleção destas microbacias deve-se a sua relevância na dinâmica hídrica do PENB.

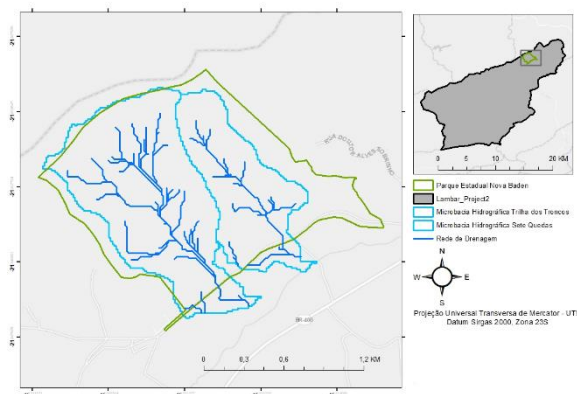


Figura 2. Microbacias Hidrográficas Trilhas dos Troncos e Sete Quedas no Parque Estadual Nova Baden.

Para a caracterização morfológica das microbacias foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) obtido no site da Nasa (<https://search.asf.alaska.edu>), com resolução espacial de 12,5m, oriundo do sensor Alos Palsar. As características morfométricas consideradas foram: características geométricas (área total, perímetro total, fator de forma (Kf), coeficiente de compacidade (Kc), índice de circularidade (IC)), relevo (altitude mínima e máxima, altitude média e a declividade) e rede de drenagem (comprimento do curso d'água principal, comprimento total dos cursos d'água, densidade de drenagem (Dd), ordem dos cursos e a densidade hidrográfica (Dh)), todos os cálculos foram realizados com o uso do software ArcGis 10.1.

O fator de forma (Kf), o coeficiente de conformidade (Kc) e o índice de circularidade (IC) foram determinados de acordo com Christofolletti (1969; 1974) e Rocha e Kurts (2001), com as seguintes equações:

O Kf é expresso como sendo a razão entre a largura média da bacia e o comprimento do eixo da bacia (L) (da foz ao ponto mais longínquo da área), o qual é determinado pela seguinte equação:

$$KF = \frac{A}{L^2} \quad (1)$$

Em que: Kf – Fator de forma; L – Comprimento do eixo da bacia, em m; A – Área de bacia, em m².

O Kc é a relação entre o perímetro da bacia (P) e a raiz da área da bacia (A), o qual foi determinado pela seguinte equação:

$$Kc = 0,28 * \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (2)$$

Em que: Kc – Coeficiente de conformidade; P – Perímetro da bacia, em m; e A – Área da bacia, em m².

O índice de circularidade (Ic), simultaneamente ao coeficiente de compacidade, tende para a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui à medida que a forma torna alongada. O IC foi determinado pela seguinte equação:

$$IC = 12,57 * \frac{A}{P^2} \quad (3)$$

Em que: IC – Índice de circularidade; P – Perímetro da bacia em m; A – Área da bacia em m².

A densidade de drenagem (Dd) disponibiliza uma indicação da eficiência da drenagem da bacia, sendo resultante da relação entre o comprimento total dos cursos d'água de uma bacia e a sua área total (Tabela 1). É uma boa indicação do grau de desenvolvimento de um

sistema de drenagem (Cardoso et al., 2006), a qual é determinada pela seguinte equação:

$$Dd = \frac{\sum L}{A} \quad (4)$$

Em que: Dd – Densidade de drenagem, em km/km; $\sum L$ – Comprimento total dos cursos d'água da bacia, em km; A – Área da bacia, em km.

Tabela 1. Classificação da densidade de drenagem (Dd) da bacia hidrográfica.

Dd (km/km ²)	Classificação da drenagem
<0,5	Pobre
0,5-1,5	Regular
1,5-2,5	Boa
2,5-3,5	Muito boa
>3,5	Excepcionalmente bem drenada

A densidade hidrográfica (Dh) é a relação entre o número de cursos d'água e a área de uma bacia hidrográfica (Tabela 2), a qual é determinada segundo Christofolletti (1970):

$$Dh = \frac{N^{\circ} \text{ de cursos d'água}}{A} \quad (5)$$

Em que: A – Área da bacia em km².

Tabela 2. Classificação da densidade hidrográfica (Dh) da bacia hidrográfica.

Dh (canais/km ²)	Classificação
<3	Baixa
3-7	Média
7-15	Alta
>15	Muito alta

Quanto a caracterização do relevo foram considerados os seguintes parâmetros: declividade, orientação da vertente e a radiação solar global. Para o fator declividade foi considerada a seguinte classificação: plana (0-3%), suave ondulada (3-8%), ondulada (8-20%), forte ondulada (20-45%), montanhosa (45-75%) e escarpada (>75%) (EMBRAPA, 1999). Em relação à orientação da vertente considero as seguintes classes: norte (0°-22,5° e 337,5°-360°), nordeste (22,5°-67,5°), leste (67,5°-112,5°), sudeste (112,5°-157,5°), sul (157,5°-202,5°), sudoeste (202,5°-247,5°), oeste (247,5°-292,5°) e noroeste (292,5°-337,5°) (Caldas, 2006). Quanto ao cálculo da radiação solar global que incidente nas vertentes foi considerado as seguintes classes: < 1.500.000, 1.500.000 –

1.600.000, 1.600.000 – 1.700.000 e > 1.700.000 Watts (Rich et al., 1994; Fu e Rich, 2000).

Como as microbacias apresentam características físicas diferentes, o levantamento das variáveis morfométricas e do relevo foi realizado de forma individualizada: Trilha dos Troncos e Sete Quedas.

Resultados e discussão

De acordo com as análises morfológicas pode se observar que as microbacias do PENB apresentaram características peculiares (Tabela 3). Para a Trilha dos Troncos foi observada uma área total de 0,64km² e perímetro de 5,20 km. Já para a Sete Queda verifica-se uma área total de 1,19 km² e perímetro de 6,75 km. Analisando a morfometria da sub-bacia hidrográfica do rio Piauitinga, SE, Martins et al. (2022) observaram um padrão distinto do verificado nesse estudo, quantificando valores de 411,33 km² e 121,58 km, para a área e perímetro, respectivamente.

As dimensões de uma bacia hidrográfica, associado aos atributos morfométricos são responsáveis pela sua dinâmica hidrológica. Os autores Martins et al. (2022) afirmam que quanto maior for a área, maior será a demanda de tempo para que os canais hidrográficos contribuam conjuntamente para a drenagem da área, diminuindo assim o potencial de susceptibilidade a enchente.

Tabela 3. Características morfométricas das microbacias Trilha dos Troncos e Sete Quedas, Lambari (MG).

Classe de Orientação	Microbacia	
	Trilha dos Troncos	Sete Quedas
Área (km ²)	0,64	1,19
Perímetro (km)	5,20	6,75
Coeficiente de compacidade (Kc)	1,82	1,73
Fator de forma (Kf)	0,12	0,15
Índice de Circularidade (IC)	0,29	0,33
Densidade de drenagem (Dd)	2,06	1,84

Quanto aos valores encontrados para o Kc, Kf e IC (Tabela 3), estes foram respectivamente: 1,82; 0,12 e 0,29 para a Trilha dos Troncos e 1,73; 0,15 e 0,33 para a Sete Quedas, sendo ambas as microbacias classificadas como alongadas (Figura 1). O formato alongado facilita o escoamento da água (Martins et al. 2022), e consequentemente diminuição da suscetibilidade a inundações em

condições normais de precipitação (Lopes et al. 2022). Segundo Alves et al. (2019) quanto mais próximo de 1 o valor do IC maior é a chance de ocorrência de enchentes e inundações. A partir desta análise verifica-se que as microbacias do PENB apresentam uma baixa tendência a enchentes (Tabela 3).

Resultados que corroboram com este estudo foram observados por Raiol et al. (2022) estudando a morfometria da bacia hidrográfica do rio Caripi, Zona Costeira Amazônica/AM e Rocha et al. (2014) analisando a bacia hidrográfica do rio ribeirão Santana – Rio Pardo de Minas/MG. Os autores verificaram em seus estudos que a existência de uma forma mais alongada e irregular contribui positivamente para que não haja a ocorrência de enchentes.

Quanto a densidade de drenagem (Dd) esta foi de 2,06 kmkm⁻² para a Trilha dos Troncos e 1,84 km.km⁻² para a Sete Quedas (Tabela 3). A Dd influencia na dinâmica do solo e consequentemente na susceptibilidade à erosão (Peixoto et al., 2021; Lopes et al. 2022). Estudando a morfometria e qualidade da água da microbacia do córrego do Sapicado, afluente do rio Uberaba-MG, Vieira et al. (2012) verificaram o valor de 1,49 km km⁻² para a Dd, classificando a drenagem como regular.

Para o atributo declividade das vertentes observou-se (Figura 3 e Tabela 4) que aproximadamente 70% da área total das microbacias Sete Quedas e Trilha dos Troncos são pertencentes as classes forte ondulada, montanhosa e escarpada, o que é favorável a preservação dessas encostas em função da Lei da 12.651 de maio de 2012. Em um estudo sobre estrutura da paisagem, relevo e hidrografia de uma microbacia como suporte a um programa de pagamento por serviços ambientais relacionados à água, Rosa et al. (2014) observaram a presença de floresta em estágio médio e avançado de regeneração conforme o aumento da declividade na microbacia do Ribeirão Murundu, sendo essas, as áreas de interesse para implantação de um projeto de pagamento por serviços ambientais voltados para produção de água.

Tabela 4. Declividade das vertentes das microbacias Trilha dos Troncos e Sete Quedas, Lambari (MG).

Classe de Declividade	Microbacia	
	Trilha dos Troncos	Sete Quedas
Plana	2,02%	2,21%
Suave	7,67%	7,25%
Ondulada	19,43%	19,46%
Forte	46,60%	37,97%
Ondulada		
Montanhosa	22,10%	27,03%
Escarpada	2,19%	6,08%

A condição de declividade de uma microbacia hidrográfica é um dos principais fatores condicionantes ao processo erosivo, áreas com maior declividade tendem também a apresentar uma menor aptidão agrícola, devido a maior dificuldade operacional e a limitação pela legislação florestal (Coutinho et al., 2012). As condições de declividade também influenciam na incidência da radiação solar, escoamento superficial e a infiltração de água no solo (Nogueira et al. 2020; Santos et al., 2017).

Quanto a orientação das vertentes observou-se o predomínio de direção para o sudeste e sul (Figura 4 e Tabela 5), sendo respectivamente 33,25% e 37,89 para trilha dos troncos e 32,63% e 26,10% para Sete Quedas. As condições microclimáticas proporcionadas pela orientação das vertentes (Sul e Sudeste) em função da menor incidência da radiação solar, contribuem positivamente para presença da cobertura vegetal nessas vertentes, uma vez que há uma maior disponibilidade de água é de atributos ambientais favoráveis a instalação de diversas espécies vegetais (Santos et al., 2017). Em um trabalho sobre orientação das vertentes Mello (2009), observou que aproximadamente 33,7% das áreas de Mata ocorrem nas vertentes Sul, enquanto apenas 7,5% sobre as vertentes Norte.

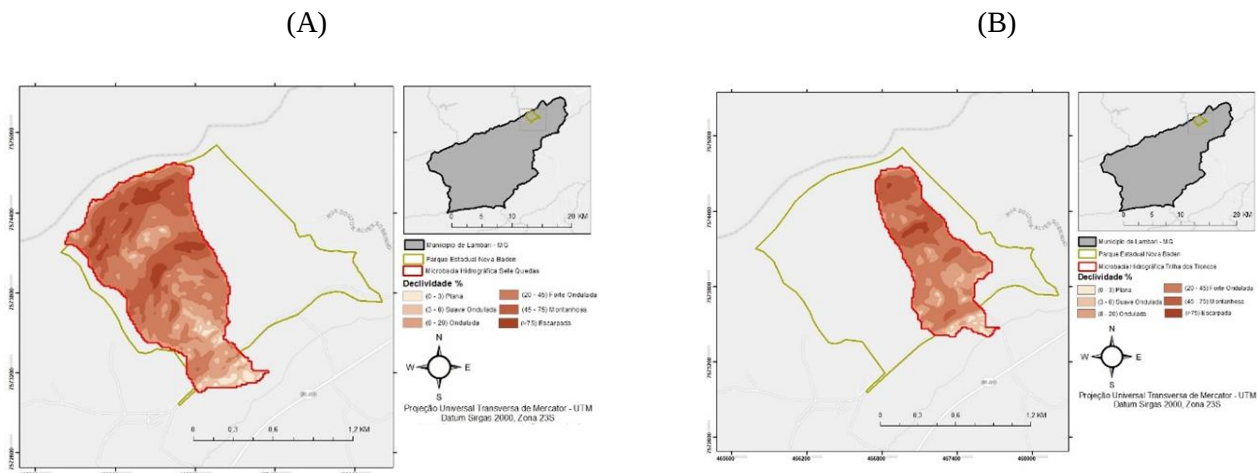


Figura 3. Caracterização da declividade das microbacias Trilha dos Troncos e Sete Quedas, Lambari (MG).

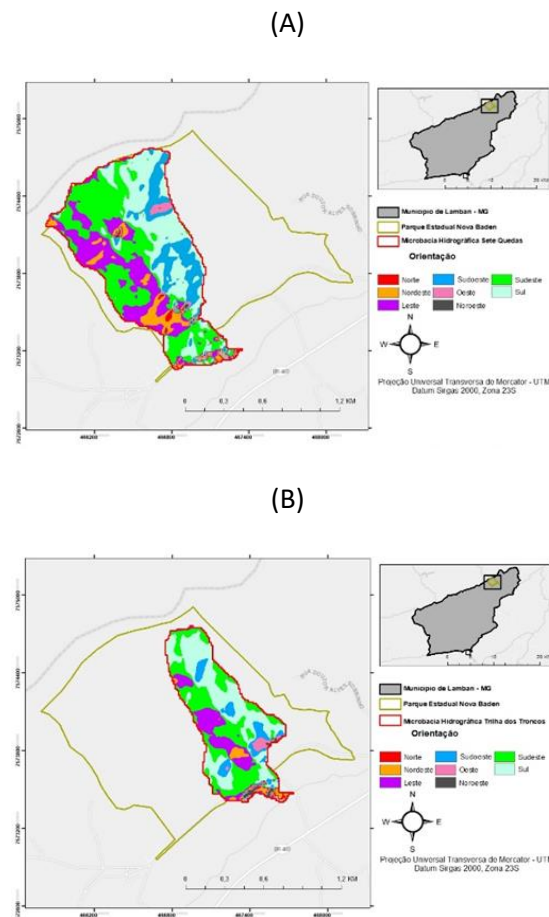


Figura 4. Orientação das vertentes das microbacias Trilha dos Troncos e Sete Quedas, Lambari (MG).

Tabela 5. Orientação das vertentes nas microbacias Trilha dos Troncos e Sete Quedas, Lambari (MG).

Classe de Orientação	Microbacia	
	Trilha dos Troncos	Sete Quedas
Norte	1,14%	1,26%
Nordeste	2,87%	5,51%
Leste	13,75%	19,61%
Sudoeste	7,74%	13,14%
Oeste	2,16%	1,42%
Sudeste	33,25%	32,63%
Noroeste	1,20%	0,33%
Sul	37,89%	26,10%

Quanto a radiação que incidente (Figura 5 e Tabela 6) observou-se que Trilha dos Troncos 28,14% da área recebe entre 1.600.000 e 1.700.000 Watts, 27,55% da área recebe < 1.500.000 Watts, 23,84 % da área recebe > 1.700.000 Watts e 20,48% da área recebe entre 1.500.000 e 1.600.000 Watts. Já na Sete Quedas, 29,43 % da área recebe radiação < 1.500.000 Watts, 26,16% da área recebe > 1.700.000 Watts, 25,23% da área recebe entre 1.600.000 e 1.700.000 Watts e 19,17% da área recebe entre 1.500.000 e 1.600.000 Watts. Segundo Santos et al. (2017) a variação da incidência de radiação numa microbacia hidrográfica proporciona a formação de diferentes microclimas, que influenciam diretamente na dinâmica e funcionamento de um ecossistema.

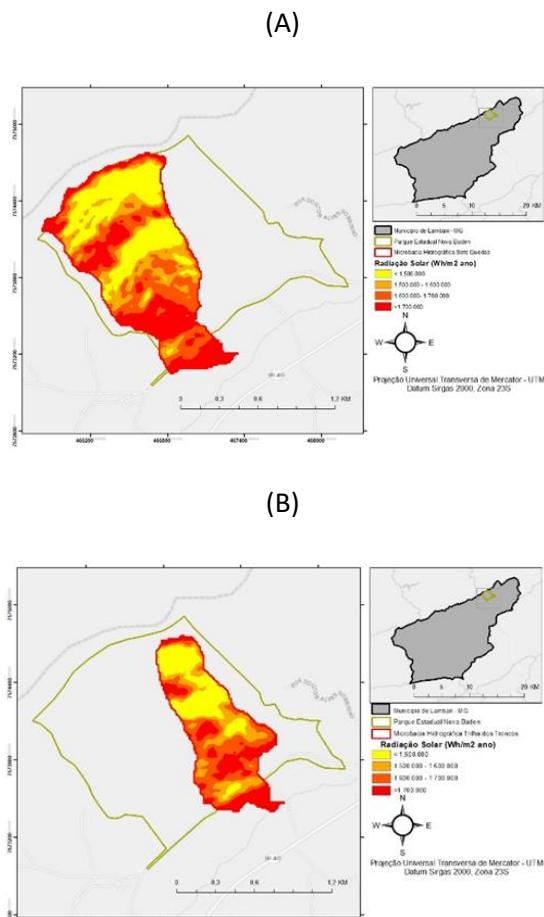


Figura 5. Radiação solar nas microbacias Trilha dos Troncos e Sete Quedas, Lambari (MG).

Tabela 6. Radiação solar (Wh/m^2) nas microbacias Trilha dos Troncos e Sete Quedas, Lambari (MG).

Classe de Radiação	Microbasia	
	Trilha dos Troncos	Sete Quedas
<1500000	29,43%	27,55%
1500000-1600000	19,17%	20,48%
1600000- 1700000	25,23%	28,14%
>1700000	26,16%	23,84%

Como observado neste estudo as microbacias do PENB são diferentes quanto aos atributos morfométricos (Tabela 3), e do relevo (Figura 3, 4 e 5). Nas duas microbacias em função das características morfométricas e do relevo desempenham um papel ambiental fundamental para o Circuito das Águas de Minas Gerais e para a preservação da vegetal nativa da Mata Atlântica.

Conclusões

As microbacias do Parque Estadual Nova Baden em função das características morfométricas apresentadas (fator de forma; densidade de

drenagem e índice de circularidade) são pouco suscetíveis a ocorrência de enchentes.

Ambas as microbacias possuem um padrão característicos quanto à distribuição dos atributos do relevo (declividade, orientação e radiação global), o qual está associado a topografia de encosta da Serra da Mantiqueira.

Apesar da proximidade entre as microbacias existem particularidades entre elas em função das condições morfométricas e do relevo, as quais precisam ser consideradas na definição das estratégias de manejo da unidade de conservação.

Agradecimentos

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Ao Parque Estadual Nova Baden e ao Instituto Estadual de Florestas. FAPERJ - Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro.

Referências

- Abdeta, G. C., Tesemma, A. B., Tura, A. L., & Atlabachew, G. H. (2020). Morphometric analysis for prioritizing sub-watersheds and management planning and practices in Gidabo Basin, Southern Rift Valley of Ethiopia. *Applied Water Science*, 10(7), 1-15. <https://doi.org/10.1007/s13201-020-01239-7>
- Aires, A.A., da Costa, J. D., Bezerra, J. M., & do Rêgo, A. T. A. (2021). Caracterização morfométrica da microbasia hidrográfica da barragem de Pau dos Ferros/RN. *Revista Geama*, 7(3), 67-76.
- Alves, W.S., Morais, A., Pereira, B., & Saleh, B. B. (2019). Análise do uso da terra, da cobertura vegetal e da morfometria da bacia do Ribeirão Douradinho, no sudoeste de Goiás, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 12(03), 1093-1113.
- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. D. M., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Caldas, A. J. F. D. S. (2006). Geoprocessamento e análise ambiental para determinação de corredores de hábitat na Serra da Concórdia, Vale do Paraíba-RJ.
- Christofolletti, A. (1974). *Geomorfologia*. Editora Blucher.
- Christofolletti, A. (1999). *Modelagem de sistemas ambientais*. Editora Blucher.
- Coutinho, M. P., de Deus Medeiros, J., Soriano, É., de Resende Londe, L., Vaitsman Leal, P. J., &

- Midori Saito, S. (2013). O Código Florestal Atual (Lei Federal nº 12.651/2012) e suas implicações na prevenção de desastres naturais. *Sustainability in Debate/Sustentabilidade em Debate*, 4(2).
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (1999). Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA.
- Fu, P e Rich, P.M (2000). The solar analyst 1.0 manual. Estados Unidos da América: Helios Environmental Modeling Institute (HEMI).
- IEF - Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais (2023). Disponível em <http://www.ief.mg.gov.br>. Accessed on: march 28, 2023
- Lopes, J. R. A., Bezerra, J. M., Almeida, N. M. D. P., Costa, H. C. G., Fernandes, G. S. T., Gonçalves, G. L., ... & de Oliveira Júnior, M. E. (2022). Caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica do Açude Grande no semiárido do Rio Grande do Norte. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 15(1), 429-442.
- Martins, C. F. V., Bahia, D. D. S. G., Doll, K. M., & da Silva, D. T. (2022). Análise morfométrica da sub-bacia hidrográfica do rio Piauitinga, SE. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, 7(2), 117-126. <https://doi.org/10.24221/jeap.7.2.2022.4247.117-126>
- Mello, T. F. D. (2009). Estrutura da vegetação, cobertura florestal e preferências de uso da paisagem associadas a vertentes: as quase-florestas de São Luiz do Paraitinga (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Nogueira, F., Ferreira, M. P., & Tonello, K. C. (2020). Caracterização morfométrica e uso e cobertura do solo de uma microbacia no município de Burí, SP. *Revista Hipótese*, 56-68. ISSN: 2446-7154
- Peixoto, F.S., Dias, G. H., Filgueira, R. F., & Dantas, J. (2021). Caracterização hidrológica e do uso e cobertura da Terra no alto curso da bacia hidrográfica do rio do Carmo – RN/Brasil. *Caderno Prudentino de Geografia*, 2(43), 138-158.
- Raiol, L. L., Ferreira, M. T., Santos, D. C. R., & Hayashi, S. N. (2022). Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Caripi, Zona Costeira Amazônica. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 15(05), 2354-2370. ISSN:1984-2295
- Rich, P., Dubayah, R., Hetrick, W., & Saving, S. (1994). Using viewshed models to calculate intercepted solar radiation: applications in ecology. *American Society for Photogrammetry and Remote Sensing Technical Papers*. In *American Society of Photogrammetry and Remote Sensing* (pp. 524-529).
- Rocha, J. S. M. (1991). Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas. UFSM.
- Rocha, R. M., Lucas, A. A. T., Almeida, C. A. P. D., Menezes Neto, E. L., & Netto, A. D. O. A. (2014). Caracterização morfométrica da sub-bacia do rio Poxim-Açu, Sergipe, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, 9, 276-287. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1289>
- Rodrigues, J. E. R. (2002). Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC): uma análise à luz da legislação vigente (lei federal 9985 de 18 de julho de 2000).
- Rosa, F. S., Tonello, K. C., Valente, R. D. O. A., & Lourenço, R. W. (2014). Estrutura da paisagem, relevo e hidrografia de uma microbacia como suporte a um programa de pagamento por serviços ambientais relacionados à água. *Revista Ambiente & Água*, 9, 526-539.
- Santos, G. L. D., Pereira, M. G., Delgado, R. C., & Moraes, L. F. D. D. (2017). Padrões da regeneração natural na região de Mar de Morros, Pinheiral-RJ. *Floresta e Ambiente*, 24. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.008115>
- ieira, D. M.S., Torres, J. L. R., Barreto, A. C., & Cunha, M. A. (2012). Avaliação quantitativa das características geomorfológicas das microbacias hidrográficas que compõem a área de proteção ambiental do rio Uberaba. *Irriga*, 17(3), 313-326. <https://doi.org/10.15809/irriga.2012v17n3p313>
- Filho, F.R., Teixeira, M.B., Carvalho, J.J., 2014. Características físico-hídricas de um latossolo sob diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada* 8, 375-390.
- Souza, Z.M., Alves, M.C., 2003. Movimento de água e resistência à penetração em um Latossolo Vermelho distrófico de cerrado, sob diferentes usos e manejos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 7, 18-23.
- Strassburg, B.B.N., Brooks, T., Feltran-Barbieri, R., Iribarrem, A., Crouzeilles, R., Loyola, R., Latawiec, A.E., Oliveira Filho, F.J.B., Scaramuzza, C.A. de M., Scarano, F.R., Soares-Filho, B., Balmford, A., 2017. Moment of truth for the Cerrado hotspot. *Nature Ecology & Evolution* 1, 1-3.
- Strydom, T., Riddell, E.S., Rowe, T., Govender, N., Lorentz, S.A., le Roux, P.A.L., Wigley-Coetsee, C., 2019. The effect of experimental fires on soil hydrology and nutrients in an African savanna. *Geoderma* 345, 114-122.

Vilarinho, M.K.C., Koetz, M., Schlichting, A.F., Silva, M.D.C., Bonfim-Silva, E.M., 2013. Determinação da taxa de infiltração estável de água em solo de cerrado nativo. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada* 7, 17-26.

Zhang, Z.-H., Li, X.-Y., Jiang, Z.-Y., Peng, H.-Y., Li, L., Zhao, G.-Q., 2013. Changes in some soil properties induced by re-conversion of cropland into grassland in the semiarid steppe zone of Inner Mongolia, China. *Plant and Soil* 373, 89-106.