

Análise morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Verdinho, Rio Verde, Goiás, Brasil

Thiago Borges Paiva¹ & Daniel Noe Coaguila Nuñez^{1,2}

¹ Centro Universitário do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde, Goiás, Brasil

² Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Peru

Correspondência: Thiago Borges Paiva, Centro Universitário do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde, Goiás, Brazil. E-mail: tborges4909@gmail.com

Recebido: Dezembro 16, 2022

Aceito: Fevereiro 02, 2023

Publicado: Maio 01, 2023

DOI: 10.14295/bjs.v2i5.303

URL: <https://doi.org/10.14295/bjs.v2i5.303>

Resumo

A Bacia Hidrográfica do Rio Verdinho, localizada em Rio Verde e Santo Antônio da Barra, Goiás, Brasil, apresenta características morfométricas e hidrológicas que constitui elementos necessários para a análise do seu desempenho e facilita nas soluções quanto a conservação, o uso e o assoreamento do solo. Desta forma, esta bacia hidrográfica é de considerável importância tanto para Rio Verde e Santo Antônio da Barra, quanto para o Sudoeste Goiano, com uma importante fonte de água para o crescimento econômico e social da Região. Objetivou-se realizar uma análise morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Verdinho. Sendo utilizados para tal propósito cartas correspondentes à bacia em estudo do projeto Topodata, que utilizada dados aprimorados e corrigidos do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), as cartas foram processadas no programa QGIS utilizando a ferramenta *r. watershed* nativa do GRASS. Assim, a bacia se apresentou pouco propensa a ocorrência de grandes enchentes e que juntamente com a análise de índices foi classificada como de 4ª ordem, ocorrendo baixa densidade de drenagem de 0,16 km²/km², com uma área total de 1633,14 km², perímetro total de 460,26 km² e com um padrão de drenagem paralela, aonde os cursos d'água se escoam paralelamente uns aos outros, relacionados a áreas com alta declividade. O estudo morfométrico, atribuiu parâmetros relativo à geometria, como: coeficiente de capacidade, índice de circularidade, fator de forma, padrão de drenagem, densidade hidrográfica, densidade de drenagem, índice de sinuosidade, altitude média da bacia, declividade média da bacia, orientação das vertentes, comprimento total dos cursos de água, comprimento do curso de água principal. Portanto, as análises morfométricas possibilitam entender sobre os processos hidrológicos colaborando para o manejo racional do uso do solo e da água na bacia hidrográfica.

Palavras-chave: geoprocessamento, topodata, SRTM, DEM, bacia hidrográfica.

Morphometric analysis of Rio Verdinho watershed, Rio Verde, Goiás, Brazil

Abstract

The Verdinho River Basin, located in Rio Verde and Santo Antônio da Barra, Goiás, Brazil, presents morphometric and hydrological characteristics that constitute necessary elements for the analysis of its performance and facilitates solutions regarding the conservation, use and silting of the soil. In this way, this hydrographic basin is of considerable importance both for Rio Verde and Santo Antônio da Barra, and for Southwest Goiás, with an important source of water for the economic and social growth of the Region. The objective was to carry out a morphometric analysis of the Verdinho River watershed. For this purpose, charts corresponding to the basin under study of the Topodata project, which used improved and corrected data from the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), were used. The charts were processed in the QGIS program using the *r. watershed* tool native to GRASS. Thus, the basin was not very prone to the occurrence of large floods and, together with the index analysis, was classified as 4th order, with a low drainage density of 0.16 km²/km², with a total area of 1633.14 km², total perimeter of 460.26 km² and with a parallel drainage pattern, where the water courses flow parallel to each other, related to areas with high slope. The morphometric study assigned parameters related to geometry, such as: capacity coefficient, circularity index, shape factor, drainage pattern, hydrographic density, drainage density, sinuosity index, average altitude of the basin, average slope of

the basin, orientation slopes, total length of watercourses, length of main watercourse. Therefore, morphometric analyzes make it possible to understand the hydrological processes, contributing to the rational management of soil and water use in the watershed.

Keywords: geoprocessing, topodata, SRTM., DEM, watershed.

1. Introdução

A utilidade da água vem sendo um dos problemas mais emergentes, dentre tantos relacionados ao meio físico, proporcionando inúmeras formas de ser utilizada, como na energia, nas indústrias, na irrigação e no abastecimento, sendo um recurso dotado de um alto valor econômico e limitado. O volume de água necessário para fornecer a comunidade, está diretamente ligado ao controle da bacia hidrográfica, segundo a Lei n. 9.433/97 (Lei das águas).

A análise morfométrica de uma bacia hidrográfica é uma das metodologias mais empregadas levando em consideração as avaliações hidrológicas e ambientais, visando um entendimento mais aprofundado da dinâmica regional e local da bacia, sendo concernentes com estudos de parâmetros físicos, no qual é plausível conhecer a forma da bacia, demonstrar características geométricas, do relevo e da rede de drenagem, podendo contribuir nos estudos de erosão, visto que viabiliza avaliar o grau de energia e a susceptibilidade de ocorrência de processos erosivos e a conduta da microbacia ao longo de sua drenagem (Sousa, 2016). E com o advento das geotecnologias gratuitas como imagens de satélite e programas GIS o processamento na procura de dados morfométricos ficaram acessíveis.

No intuito de encarar a poluição, escassez e atritos pelo uso da água, foi necessário reconhecer a bacia hidrográfica como um complexo ecológico e compreender como os recursos naturais são interligados e soberanos (Capra, 2007).

Ao estabelecer os parâmetros de uma bacia hidrográfica delineia-se conhecimentos importantes para os recursos hídricos, servindo como elementos para aplicações quantitativas, por meio de planejamentos ou projetos ambientais garantindo um melhor controle e aproveitamento dos recursos naturais (Campos et al., 2015).

As qualidades morfométricas do relevo e da drenagem refletem algumas aptidões do terreno, tal como deflúvio das águas das chuvas e infiltração, e apresentam curta conexão com litologia, formação geológica das matérias que integram a superfície terrestre (Pissara et al., 2004).

Portanto, ao definir os parâmetros morfométricos de uma bacia hidrográfica é possível identificar os problemas da bacia, tal como detectar prováveis conflitos e soluções no intuito de recuperar o meio ambiente (Campanharo, 2010). Perante o exposto, objetivou-se realizar uma análise morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Verdinho, localizado no município de Rio Verde, Estado de Goiás, Brasil.

2. Material e Métodos

2.1 Área de estudo

A bacia hidrográfica do Rio Verdinho está localizada no município de Rio Verde e Santo Antônio da Barra, no Sudoeste do estado de Goiás, nas coordenadas como mostrado na Figura 1 com uma altitude média de 779 m.

O município de Rio Verde é o quarto mais populoso do estado de Goiás, tendo uma população estimada em 2021 de cerca de 247.259 habitantes em 8 388,295 km². O marco do desenvolvimento ocorreu na década de 1970, através da agricultura que começou a desencadear no cerrado e a chegada das estradas pavimentadas que dá acesso a Goiânia e Itumbiara, a agricultura começou a progredir e atraiu produtores do sul e do sudeste do país (Ibge, 2021).

A cidade de Santo Antônio da Barra, localizada a 45 km da cidade de Rio Verde, têm uma população de aproximadamente 4.430 hab, em uma área de 451,596 km². Na década de 1963, o distrito era delineado no Município de Rio Verde, quando se desmembrou se tornando município no ano de 1992.

2.2 Solo e vegetação

O solo pertencente a bacia hidrográfica em estudo é do tipo latossolo vermelho distrófico (PVd) com texturas argilosa e areno-argilosa. Sua vegetação é constituída de matas residuais e de cerrado (Embrapa, 2016).

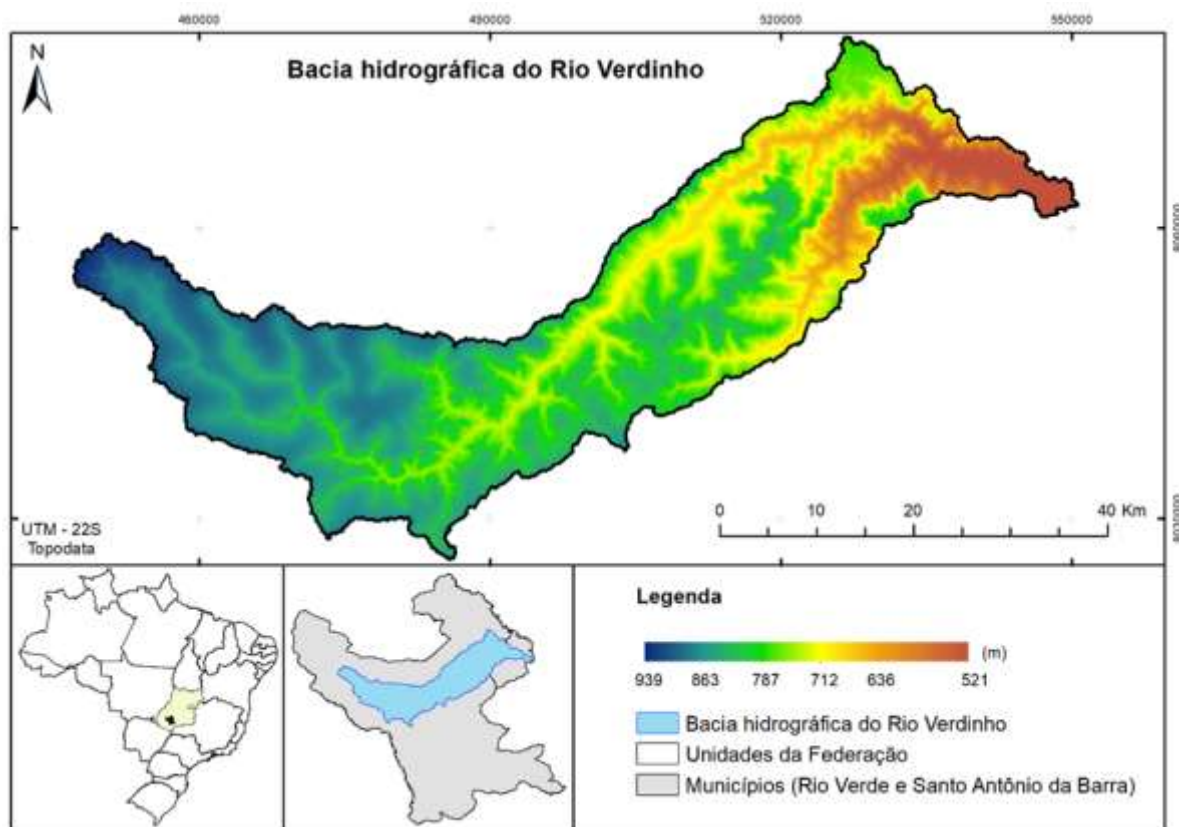


Figura 1. Mapa de localização da Bacia hidrográfica do Rio Verdinho. Fonte: Autores, 2023.

2.3 Clima

A classificação climática, considerando os elementos precipitação pluviométrica e a temperatura do ar, utilizando a metodologia de proposta por Köppen-Geiger em 1900 e adaptada por Setzer (1966), é adequado no tipo Aw- Clima tropical com estação seca no inverno, e um período chuvoso entre maio e outubro, com variação na temperatura entre 20 °C e 35 °C.

2.4 Determinação dos parâmetros morfométricos

2.4.1 Perímetro

É o comprimento da linha imaginária ao longo do divisor de águas (Tonello, 2005).

2.4.2 Área

A área da bacia hidrográfica representa toda a área drenada pelo conjunto fluvial inclusa entre seus divisores topográficos, projetada em plano horizontal (Tonello, 2005).

2.4.3 Coeficiente de compacidade

Associa a forma da bacia com um círculo, relacionando o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área semelhante ao da bacia hidrográfica (Cardoso et al., 2006). O coeficiente varia de acordo com a forma da bacia e pode ser calculado na seguinte equação (Vilela; Matos, 1975):

$$Kc = 0,28.P / A^{1/2} \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde:

Kc - coeficiente de compacidade;

P - perímetro (km);

A - área (km²).

2.4.4 Fator de forma

O fator de forma estabelece a relação da forma da bacia com a de um retângulo, definido através da largura média da bacia e o comprimento axial (da foz ao ponto mais longínquo do espigão). Quanto menor a forma da bacia, mais comprida é a bacia e menos sujeitas a picos de enchente, devido ao tempo de concentração ser maior, além do pequeno índice de probabilidade de chuva atingir toda a bacia hidrográfica, podendo ser definida através da seguinte equação (Carvalho; Silva, 2003):

$$Kf = A / L^2 \quad \text{Eq. (2)}$$

Onde:

Kf - Fator de forma;

A - Área de drenagem (km²);

L - Comprimento axial da bacia (km).

2.4.5 Índice de circularidade

É obtido através da relação entre a área total da bacia e a área de um círculo com um perímetro semelhante ao da área total da bacia, indicando o quanto é circular ou alongada uma bacia hidrográfica, descrito na seguinte equação (Almeida et al., 2013; Alves et al., 2016):

$$Ic = 12,57.A / P^2 \quad \text{Eq. (3)}$$

Onde:

Ic - índice de circularidade;

A - área de drenagem;

P - perímetro da bacia.

2.4.6 Índice de sinuosidade

O índice de sinuosidade relaciona o comprimento do canal principal com a distância vetorial entre os dois extremos do canal (Alves; Castro, 2003).

O cálculo para o índice de sinuosidade é descrito na seguinte equação:

$$Is = L / dv \quad \text{Eq. (4)}$$

Onde:

Is - índice de sinuosidade;

L - comprimento do canal;

dv - distância vetorial entre os extremos do canal principal.

2.4.7 Densidade de drenagem

Conforme Crhistofolletti (1969), a densidade de drenagem relaciona o comprimento total dos canais ou rios com a área da bacia hidrográfica, sendo calculada pela seguinte equação:

$$Dd = Lt / A \quad \text{Eq. (5)}$$

Onde:

Dd - densidade de drenagem;

Lt - comprimento total dos rios ou canais;

A - área de drenagem.

2.4.8 Característica do relevo

Em geral, a declividade concerne-se a velocidade em que se dá o escoamento superficial afluindo o tempo que a água da chuva leva para acumular nos leitos fluviais que estabelecem a rede de drenagem das bacias. De outro modo, a variação da altitude, se relaciona com a evaporação, precipitação e transpiração, sobre o deflúvio médio. Já a amplitude altimétrica corresponde a variação entre a altura máxima e a mínima (Villela; Mattos, 1975).

2.5 Delimitação da bacia hidrográfica

No presente estudo foi seguida a metodologia utilizada por Coaguila (2017) para a delimitação da bacia hidrográfica do Rio Verdinho, através do programa QGIS utilizando a ferramenta *r.watershed* nativa do GRASS no processamento de dados obtidos das cartas do TOPODATA (<http://www.dsr.inpe.br/topodata/>).

O modelo digital de elevação utilizado no presente estudo foi o do TOPODATA, em que os dados originais do Shuttle Radar Topographic Mission (SRMT) foram interpolados para refinamento no tamanho de pixel de 90 m para 30 m, além de inclusão de informação nos pontos vazios (Valeriano; Rossetti, 2012).

A ferramenta utilizada no QGIS foi a *r.watershed*, que nativamente vem do GRASS e foi incorporado ao QGIS. A ferramenta *r.watershed* obtém semi-automaticamente a direção de fluxo, acumulação de fluxo, stream link e a watershed, para o ponto de drenagem designado.

3. Resultados e Discussão

A bacia hidrográfica do Rio Verdinho possui uma área de drenagem de 1633,14 km², com um perímetro de 460,26 km (Tabela 01), indicando ser uma unidade bem ramificada, apresentando um maior tempo de concentração de água da chuva, sendo menos propensa a enchentes em decorrência do coeficiente de compacidade ser de 3,18 (> 1). De acordo com o fator de forma obteve um valor 0,0828, distante de 1,0 não tendo tendência a arredondada, sendo comprovado pelo índice de circularidade com um valor de 0,0969. O índice de sinuosidade indica que o canal principal tende a ser transacional, com baixa sinuosidade, nem retilíneo e nem sinuoso (Batista et al., 2017). Seu padrão de drenagem apresenta ser paralela, em que existem controles estruturais que favoreçam a formação de correntes fluviais (Trajano et al., 2012).

Condizente com as características do relevo, a bacia hidrográfica possui orientação sudeste-leste, com declividades média e máxima de 5,08 e 66,69%, respectivamente. A declividade média, dispõe de um considerável papel na distribuição da água entre o escoamento superficial e subterrâneo (Tonello et al., 2006), com altitudes mínima, média e máxima de 521, 779, 938 m, respectivamente, e com amplitude altimétrica de 417 m.

O comprimento do curso de água principal é de 140,42 km, com o comprimento total dos cursos de água de 273,56 km, e densidade de drenagem de 0,16 km/km², indicando dessa forma que a bacia possui uma baixa capacidade de drenagem, com um regime pluviométrico caracterizado por chuvas de baixa intensidade ou pouca concentração da precipitação (Castro; Lopes, 2001).

A altitude média da bacia hidrográfica do Rio Verdinho é de 779,15 m, e altitude máxima de 938,88 (Tabela 01). De acordo com (Gerber et al., 2018), a variação da elevação e a elevação média de uma bacia hidrográfica têm grande relação com a temperatura e a precipitação, provocando variações na evapotranspiração e precipitação anual. Quanto maior a altitude, menor a quantidade de energia solar que o ambiente recebe (Castro; Lopes, 2001).

Vale ressaltar que, em áreas favoráveis à mecanização agrícola e com declividade de 20 a 75%, se o manejo do solo não tiver planejamento e gestão levando em consideração a sustentabilidade do agroecossistema, pode haver danos no meio ambiente, como assoreamento de cursos d'água em razão de processos erosivos.

Tabela 1. Características morfométricas e tipos de análises na área de estudo em bacia hidrográfica do rio Verdinho, município de Rio Verde, Goiás, Brasil.

Características morfométricas	Tipo de Análise	Unidades	Bacia hidrográfica Rio Verdinho
	Área total	km ²	1633,14
	Perímetro total	km	460,26
	Coefficiente de Compacidade	-	3,18
Características geométricas	Fator de forma	-	0,0828
	Índice de circularidade	-	0,0969
	Índice de sinuosidade	-	(dv = 95,54 km) 1,46
	Padrão de drenagem	-	Paralela
	Orientação	-	SE - E
	Declividade mínima	%	0,00
	Declividade média	%	5,09
Características do relevo	Declividade máxima	%	66,69
	Altitude mínima	m	521,28
	Altitude média	m	779,1543
	Altitude máxima	m	938,89
	Amplitude altimétrica	m	417,61
Características da rede de drenagem	Comprimento do curso de água principal	km	140,42
	Comprimento total dos cursos de água	km	273,56
	Densidade de drenagem	km km ⁻²	0,17
	Ordem do córrego principal	-	4°

Fonte: Autores, 2023.

4. Conclusões

Diante da análise morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Verdinho, os resultados obtidos, evidenciam a contribuição para a conservação dos recursos hídricos, obtendo condições adequadas para o seu uso. As observações dos aspectos relacionados à drenagem, relevo e geologia pode levar ao efeito e entendimento de diversas questões relacionadas à dinâmica ambiental local.

Os fatores analisados foram satisfatórios, permitindo determinar características da bacia, correspondendo a uma bacia de ordem 4°. O coeficiente de compacidade, o índice de circularidade e o fator de forma, esclareceu que a bacia tende a ser não arredondada. O padrão de drenagem formado pelos cursos d'água identificou-se do tipo paralela, com acentuada declividade, ou onde existam controles estruturais que favoreçam a formação de correntes fluviais paralelas. Dessa forma, o estudo morfométrico da bacia hidrográfica do Rio Verdinho, deve auxiliar estudos posteriores, tendo em vista a gestão da bacia, indicando um comportamento hidrológico diferenciado.

5. Agradecimentos

Ao Centro Universitário do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde, Goiás, Brasil.

6. Contribuições dos autores

Thiago Borges Paiva: orientado, estruturação do projeto de pesquisa, coleta de dados, análises dos dados, escrita

do manuscrito. *Daniel Noe Coaguila Nuñez*: orientador e coordenador do projeto, correções gramaticais e científicas, análise dos dados, descrição da área de estudo e publicação do manuscrito.

7. Conflitos de interesses

Não há conflitos de interesses.

8. Aprovação ética

Não aplicável.

9. Referências

- Barrella, W., Jr, M. P., Smith, E. S., & Montag, L. F. A. (2001). As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: Rodrigues, R. R., & Leitão Filho; H. F. (Ed.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. 2ª Ed., São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 12, pp. 187-207.
- Barth, F. T., & Barbosa W. E. S. (1999). *Apostila Recursos Hídricos*. Escola Técnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – PHA. São Paulo.
- Campanharo, W. A. (2010). Diagnostico físico da bacia do Rio Santa Maria do Doce-ES. Monografia de conclusão de curso pela Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Florestal. Alegre. Espírito Santo, Brasil, 66 pps. <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/8007>
- Capra, F. (2007). *Alfabetização ecológica*. São Paulo: Cultrix, 2ª Ed., p.
- Carvalho, D. F., & Silva, L. D. B. (2003). *Apostila de Hidrologia*. Ed., UFRRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 116 p.
- Coaguila, D. N. (2017). *Determinação da evapotranspiração com aplicação do algoritmo SAFER em imagens LANDSAT na escala de microbacia*. Tese de Doutorado em Agronomia pela Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil.
- Christofoletti, A. (1980). *Geomorfologia*. São Paulo: Blucher, 2ª Ed., 188 pps. https://www.blucher.com.br/geomorfologia_9788521201304
- Embrapa. (2013). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: Embrapa.
- Ibge. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2021). *População, 2021 (estimativa)*. Brasil.
- Júnior, N. B. (2019). *Análise Morfométrica e Hidrológica da Bacia do Ribeirão Estiva, afluente do Rio Paraibuna, Juiz de Fora – MG*. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil, 8, 9-15. <https://www2.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2019/05/TCC-NELSON-BOLOTARI-JUNIOR-v.-Final.pdf>
- Lima, W. P., & Zakia M. J. B. (2000). *Hidrologia de matas ciliares*. In: Rodrigues; R. R., Leitão Filho, H. F. (Ed.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. 2ª Ed., São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, p.33-43.
- Siqueira-Batista, R., & Rôças, G. (2009). *Alfabetização ecológica. Resenha da obra de: Capra F et al. Alfabetização ecológica: a educação das crianças para um mundo sustentável*. São Paulo: Cultrix, 2006. Revista Brasileira de Educação Médica, 33(1), 123-125. <http://educa.fcc.org.br/pdf/rbem/v33s01/v33s01a14.pdf>
- Tonello, K. C. (2005). *Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhães, MG*. Tese de Doutorado em Ciências Florestal pela Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil.
- Valeriano, M. M., & Rossetti, D. F. (2012). Topodata: Brazilian full coverage refinement of SRTM data. *Applied Geography*, 32, 300-309. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.05.004>
- Villela, S. M., & Mattos, A. (1975). *Hidrologia aplicada*. São Paulo: McGRAW- Hill do Brasil.

Copyrights

Copyright for this article is retained by the author(s), with first publication rights granted to the journal.

This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).