UM FRAMEWORK METODOLÓGICO PARA DEFINIÇÃO DO CURVE NUMBER (SCS-CN) VIA GOOGLE EARTH ENGINE: COMPATIBILIZAÇÃO MULTIESCALAR DE DADOS GEOESPACIAIS

Thiago Vieira da Costa[1]*; Venerando Eustáquio Amaro*[2]

Palavras-Chave – SCS-CN, Google Earth Engine, Bacias não monitoradas.

INTRODUÇÃO

A estimativa do escoamento superficial é essencial ao dimensionamento de sistemas de drenagem e à análise do risco de inundações. Em bacias não monitoradas, o método Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) é amplamente empregado por relacionar o Curve Number (CN) ao uso e cobertura da terra, aos Grupos Hidrológicos do Solo (Hydrologic Soil Groups - HSG) e à condição de umidade antecedente. Produtos globais, como o GCN250, ampliam a aplicabilidade regional do método, mas incorporam hipóteses e suportes espaciais que podem limitar a representação da heterogeneidade de bacias pequenas ou urbanizadas (Jaafar, Ahmad, El Beyrouthy, 2019; Wu *et al.*, 2024).

O Google Earth Engine (GEE) permite integrar bases com diferentes resoluções, como MapBiomas (30 m), SoilGrids (250 m) e Brazilian Daily Weather Gridded Data (BR-DWGD; aproximadamente 10 km). Contudo, reamostrar produtos mais grosseiros para 30 m não cria informação física nessa escala. No caso do SoilGrids 2.0, a incerteza espacial permanece associada ao suporte nativo de 250 m (Poggio *et al.*, 2021), enquanto o BR-DWGD representa precipitação gradeada em escala quilométrica (Xavier *et al.*, 2022). A interpretação da reamostragem como ganho efetivo de resolução pode, portanto, introduzir pseudo-precisão.

Este trabalho propõe um framework metodológico para derivação do CN em grade operacional de 30 m no GEE, aplicado à bacia do rio Jundiaí, em Macaíba/RN. O objetivo é explicitar regras de harmonização multiescalar, derivar HSG e condições de umidade antecedente e comparar os resultados com o GCN250. A comparação é empregada como análise de consistência entre parametrizações, e não como validação hidrométrica de superioridade.

METODOLOGIA

O processamento foi integralmente realizado no GEE. O Copernicus GLO-30 foi adotado como referência topográfica; o MapBiomas Coleção 10 forneceu o uso e cobertura da terra; o SoilGrids 2.0 forneceu frações texturais do solo; e o BR-DWGD forneceu precipitação diária para caracterização da Condição de Umidade Antecedente (Antecedent Moisture Condition - AMC). As regras de compatibilização são sintetizadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Bases de dados e regras de harmonização utilizadas no framework.

Base	Resolução	Função	Tratamento no framework
Copernicus GLO-30	30 m	Topografia e grade de referência	Mantido na resolução nativa; suporte geométrico da delimitação e do processamento.
MapBiomas C10	30 m	Uso e cobertura da terra	Dado categórico mantido na resolução nativa; sem interpolação.

[1]) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPCIVAM), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal/RN. E-mail: thiago_vieira@outlook.com

[2]) Professor Doutor do Departamento e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRN; INCT Klimapolis-UFRN, Natal/RN. E-mail: venerandoamaro@gmail.com.

Base	Resolução	Função	Tratamento no framework
SoilGrids 2.0	250 m	Areia e argila / HSG	Interpolação bilinear para compatibilização geométrica; o suporte pedológico original permanece 250 m.
BR-DWGD	≈ 10 km	Precipitação diária / AMC	Agregação zonal por sub-bacia ou vizinho mais próximo; evita-se interpolação contínua.

Os HSG foram classificados a partir das frações de areia e argila segundo os critérios quantitativos de Ross *et al.* (2018): Grupo A, areia > 85% e argila < 10%; Grupo B, argila < 20%; Grupo C, argila entre 20% e 35%; e Grupo D, argila > 35% ou presença de condições de baixa infiltração. A interpolação bilinear do SoilGrids é utilizada apenas para harmonização geométrica com a grade operacional de 30 m, sem atribuir nova informação pedológica a essa resolução. O raster de CN é obtido pelo cruzamento HSG × uso da terra, com valores de referência do TR-55, e ajustado para AMC I, II e III a partir da precipitação antecedente do BR-DWGD.

O fluxo operacional compreende: (i) aquisição e padronização das bases; (ii) classificação funcional dos dados em categóricos, contínuos e agregados; (iii) harmonização conforme o suporte físico de cada variável; (iv) derivação do CN e cálculo zonal por sub-bacia; e (v) comparação com o GCN250. Para cada condição AMC foi calculada a diferença $\Delta CN = CN_{framework} - CN_{GCN250}$, permitindo avaliar a magnitude e a dispersão das discrepâncias entre as parametrizações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A comparação mostrou que a divergência entre as parametrizações é maior em condição seca e diminui à medida que aumenta a umidade antecedente. Em AMC I, ΔCN variou de −10,96 a +5,68, com desvio-padrão de 4,13. Em AMC II, a amplitude das diferenças foi menor que em AMC I. Em AMC III, observou-se maior concentração dos valores em torno de zero, embora persistam discrepâncias entre sub-bacias, com desvio-padrão de 1,85. A Tabela 2 sintetiza esse comportamento.

Tabela 2 – Síntese da comparação entre o framework e o GCN250.

Condição	Comportamento de ΔCN	Desvio-padrão	Interpretação
AMC I	−10,96 a +5,68	4,13	Maior dispersão; maior sensibilidade às diferenças de representação do solo.
AMC II	Amplitude menor que em AMC I	—	Condição intermediária, com redução progressiva das discrepâncias.
AMC III	Maior concentração em torno de zero	1,85	Maior convergência central, sem eliminar discrepâncias locais.

O padrão é coerente com a estrutura do SCS-CN: alterações na representação pedológica e no uso da terra produzem maior diferenciação entre parametrizações quando o sistema se encontra mais seco, enquanto a elevação da umidade antecedente reduz a separação entre os valores de CN. Entretanto, a comparação com o GCN250 deve ser interpretada com cautela. O GCN250 utiliza parametrização global em grade de 250 m (Jaafar, Ahmad, El Beyrouthy, 2019), ao passo que o framework organiza dados de diferentes suportes em uma grade operacional comum. Assim, as discrepâncias observadas refletem diferenças de hipóteses, bases e escalas; não constituem, isoladamente, evidência de maior acurácia hidrológica.

A principal contribuição metodológica é tornar explícita a distinção entre resolução de processamento e resolução informacional. A reamostragem bilinear do SoilGrids suaviza transições e viabiliza

operações raster a 30 m, mas não transforma um produto pedológico de 250 m em observação de 30 m, aspecto particularmente relevante diante da incerteza espacial quantificada do SoilGrids 2.0 (Poggio *et al.*, 2021). De modo análogo, a precipitação do BR-DWGD é agregada por sub-bacia para evitar gradientes artificiais incompatíveis com seu suporte espacial.

Em áreas urbanizadas, permanece uma limitação importante: a classe Área Urbanizada do MapBiomas, em 30 m, pode omitir superfícies impermeáveis de pequena extensão. Portanto, o framework é adequado à parametrização hidrológica em escala de bacia e sub-bacia, mas aplicações de microdrenagem ou projetos de alta precisão devem incorporar camadas específicas de impermeabilização e, quando disponíveis, dados pedológicos locais. A ausência de séries hidrométricas suficientes na área de estudo também impede validação direta das vazões, de modo que a avaliação realizada é conceitual e comparativa.

CONCLUSÕES

- O framework organiza a parametrização do SCS-CN em ambiente GEE por regras explícitas de harmonização, evitando interpretar a reamostragem como geração de informação em resolução superior à das bases originais.
- A comparação com o GCN250 evidenciou maior dispersão das diferenças em AMC I e maior concentração em torno de zero em AMC III, indicando que o efeito das escolhas de parametrização varia com a condição de umidade antecedente.
- O procedimento é replicável para bacias não monitoradas e pode apoiar estudos de drenagem e risco de inundação; sua acurácia local deve ser posteriormente avaliada com dados hidrométricos, pedológicos e de impermeabilização de maior detalhe.

REFERÊNCIAS

JAAFAR, H. H.; AHMAD, F. A.; EL BEYROUTHY, N. (2019). “GCN250, new global gridded curve numbers for hydrologic modeling and design”. Scientific Data, v. 6, art. 145. DOI: 10.1038/s41597-019-0155-x.

POGGIO, L.; DE SOUSA, L. M.; BATJES, N. H.; HEUVELINK, G. B. M.; KEMPEN, B.; RIBEIRO, E.; ROSSITER, D. (2021). “SoilGrids 2.0: producing soil information for the globe with quantified spatial uncertainty”. SOIL, v. 7, pp. 217–240. DOI: 10.5194/soil-7-217-2021.

ROSS, C. W.; PRIHODKO, L.; ANCHANG, J. Y.; KUMAR, S.; JI, W.; HANAN, N. P. (2018). “HYSOGs250m: global gridded hydrologic soil groups for curve-number-based runoff modeling”. Scientific Data, v. 5, art. 180091. DOI: 10.1038/sdata.2018.91.

WU, Q.; RAMIREZ AVILA, J. J.; YANG, J.; JI, C.; FANG, S. (2024). “High-resolution annual dynamic dataset of Curve Number from 2008 to 2021 over Conterminous United States”. Scientific Data, v. 11, art. 207. DOI: 10.1038/s41597-024-03044-2.

XAVIER, A. C.; SCANLON, B. R.; KING, C. W.; ALVES, A. I. (2022). “New improved Brazilian daily weather gridded data (1961–2020)”. International Journal of Climatology, v. 42, n. 16, pp. 8390–8404. DOI: 10.1002/joc.7731.