



## MODELAGEM DE MACRODRENAGEM NA CONCEPÇÃO DE PROJETOS PÚBLICOS DE IRRIGAÇÃO NO SEMIÁRIDO BAIANO.

Ricardo Barros Vieira<sup>1</sup>; Newton Moreira de Souza<sup>2</sup>; Rômulo Jose da Costa Ribeiro<sup>3</sup>.

### RESUMO

A gestão hídrica no semiárido brasileiro enfrenta o desafio de compatibilizar déficit hídrico, elevada evapotranspiração e risco de salinização dos solos. Nesse cenário, a modelagem de macrodrenagem com base em talwegues derivados de Modelos Numéricos de Terreno (MNT) configura-se como instrumento estratégico para concepção de projetos públicos de irrigação no semiárido baiano. A utilização do SRTM (30 m), processado no ArcGIS Pro®, possibilitou extrair redes potenciais de drenagem, delimitar sub-bacias e identificar áreas de maior convergência de fluxos, subsidiando o rearranjo fundiário. Os resultados indicam que os talwegues coincidem com Planossolos, de baixa permeabilidade, que funcionam como corredores naturais de escoamento e zonas de amortecimento, favorecendo arranjos produtivos na Caatinga. A integração entre drenagem, uso da terra e conservação ambiental reforça a aderência aos ODS 2, 6 e 15, além de alinhar-se às diretrizes da Política Nacional de Recursos Hídricos e da Política Nacional de Irrigação. Assim, o geoprocessamento destaca-se como ferramenta estratégica para o planejamento territorial sustentável.

**Palavras-chave:** Geotecnologias; Irrigação; Recursos hídricos.

### ABSTRACT

Water management in the Brazilian semi-arid region faces the challenge of reconciling water deficit, high evapotranspiration, and soil salinization risk. In this context, macrodrainage modeling based on thalwegs derived from Digital Elevation Models (DEMs) emerges as a strategic tool for the design of public irrigation projects in Bahia's semiarid region. The use of SRTM data (30 m), processed in ArcGIS Pro®, enabled the extraction of potential drainage networks, the delimitation of sub-basins, and the identification of convergence zones, supporting land reorganization. Results indicate that thalwegs overlap with Planosols, low-permeability soils that function as natural runoff corridors and buffer zones, favoring productive arrangements within the Caatinga biome. The integration of drainage, land use, and environmental conservation reinforces adherence to SDGs 2, 6, and 15, while aligning with the National Water Resources Policy and the National Irrigation Policy. Thus, geoprocessing is consolidated as a strategic instrument for sustainable territorial planning.

**Keywords:** Geotechnologies; Irrigation; Water resources.

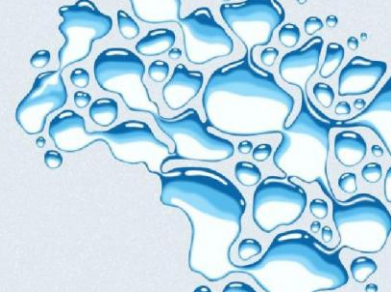
## INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro dispõe de cerca de 7,5 milhões de hectares com potencial irrigável, correspondendo a 5,6% da região climática, embora apenas 1,7 milhão de hectares tenham alto potencial para agricultura irrigada (ANA, 2021; CONDEL/SUDENE, 2024). Contudo, a expansão efetiva depende da disponibilidade hídrica outorgável pela Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH (Lei nº 9.433/1997), estimada em 1,16 milhão de hectares (ANA, 2017). Esse quadro é agravado pelos efeitos das mudanças climáticas, que reduzem a regularidade hidrológica e ampliam riscos de escassez, não obstante ao elevado custo de infraestrutura, cotas e distâncias desfavoráveis (SÁ; SILVA, 2010; CASTRO, 2018). Assim, o uso agrícola irrigado exige planejamento criterioso, integrado à gestão de solo e água, em conformidade com a PNRH, para garantir eficiência hídrica e resiliência do empreendimento. A ocupação fundiária articulada à drenagem natural está em consonância a essa diretriz.

1 Mestrando na Universidade de Brasília no âmbito do curso Gestão e Regulação de Recursos Hídricos/PROFÁGUA. Matrícula: 231116259. E-mail: ricardoamaterra@gmail.com.

2 Doutor em Engenharia Civil (Geotecnia) e Professor Associado do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental (ENC) da UnB. Professor na Disciplina Geoprocessamento em Geotecnia. Brasília -DF. E-mail: mmsouza@unb.br

3 Doutor em Arquitetura e Urbanismo e Professor Associado da Faculdade UnB Planaltina e orientador no Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua (Unesp-UnB). E-mail: rjcribeiro@unb.br



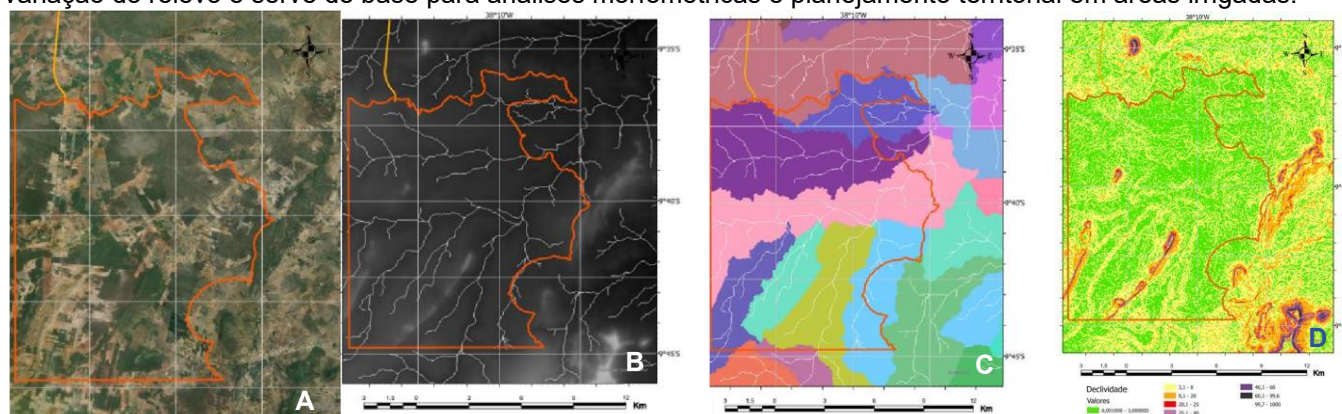
A modelagem hidrológica, com correção do Modelo Numérico de Terreno – MNT, uso de algoritmos de direção e acumulação de fluxo e definição de limiares de contribuição, possibilita gerar redes de drenagem consistentes mesmo em canais intermitentes ou efêmeros (LIMA; CUNHA, 2022). Aplicada em ferramentas como ArcGIS, tem sido decisiva na delimitação de bacias hidrográficas, definição de áreas de preservação permanente e concepção de sistemas de macrodrenagem agrícolas e urbanos. Embora a validação em campo permaneça essencial, sobretudo em áreas planas ou antropizadas, trata-se de método robusto e replicável, como demonstrado em estudos de caso no Rio Pontal (LOPES; RAMOS; LEAL, 2018).

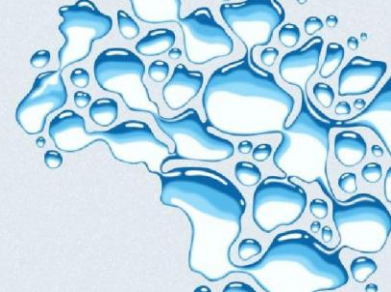
## MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo corresponde ao Projeto Público de Irrigação Santa Brígida (BA), cuja complexidade geológica e pedológica envolve as formações Tacaratu, Santa Brígida, Grupo Brotas e depósitos aluvionares, que condicionam a ocorrência na área de estudo de Luvissoles Crômicos (18%), Planossolos Háplicos (14%) e Nátricos (13%), Neossolos Litólico (8%), Neossolos Quartzarênicos Órticos (44%) e Latossolos Amarelos (3%), sendo os dois últimos mais indicados à irrigação (ENGERCORPS, 2009). O clima apresenta precipitação média de 513 mm/ano, com déficit hídrico durante todo ano, e geralmente superior a 1.200 mm/ano. A Caatinga, vegetação resiliente, tem sua atividade fotossintética condicionada à umidade do solo, servindo de indicadores via assinatura espectral no tempo NDVI para mapeamento de glebas (MARQUES, 2020).

O modelo digital de elevação (SRTM, 30 m), obtido no Earth Explorer/USGS (USGS, 2025) e processado no ArcGIS Pro® disponibilizado pela UnB no âmbito do Prof<sup>Á</sup>Gua, foi corrigido altimetricamente (Fill) e usado para calcular direção e acúmulo de fluxo (Flow Direction, Flow Accumulation), extraíndo-se a rede de drenagem (Raster Calculator, Stream Link, Stream to Feature), com definição de pontos do exutório e delimitação sub-bacias (Snap Pour Point, Watershed). O mapa de declividade, gerado com a ferramenta Slope, subsidiou análises morfométricas e o planejamento territorial em áreas irrigadas (LOPES; RAMOS; LEAL, 2018).

**Figura 1** – Em “A” verifica-se a localização do projeto delimitado em vermelho, “B” o modelo SRTM (30 m), obtido no EarthExplorer/USGS, corrigido e processado com Flow Direction e Flow Accumulation para identificar o escoamento superficial e zonas de convergência; em “C” realizou-se a definição de pontos de exutório (pour points) e a delimitação das sub-bacias hidrográficas com as ferramentas Snap Pour Point e Watershed; “D” Por último, gerou-se o mapa de declividade da área a partir do modelo preenchido, utilizando a ferramenta Slope. O raster resultante representa a variação do relevo e serve de base para análises morfométricas e planejamento territorial em áreas irrigadas.





## RESULTADOS E DISCUSSÕES

No semiárido baiano, a sustentabilidade da irrigação pública requer compatibilizar solos, manejo hídrico e drenagem, sendo a salinização secundária o principal entrave a médio e longo prazo, agravada pela alta evapotranspiração e déficit hídrico que intensificam a ascensão capilar e a acumulação de sais. Estudos da FAO já indicavam que, nessas condições, a irrigação só é viável quando associada à drenagem planejada e frações de lixiviação adequadas. A extração de talvegues a partir de Modelos Numéricos de Terreno (SRTM) auxilia na identificação de rotas preferenciais de escoamento, embora sua baixa precisão exija condicionamento hidrológico, com correção de depressões, ajuste das calhas à hidrografia e definição de limiares de contribuição, para aproximar o traçado da rede à dinâmica real do relevo.

No recorte analisado, os talvegues coincidem com áreas de Planossolos, solos de baixa permeabilidade e sujeitos ao encharcamento, que podem atuar como corredores naturais de escoamento e zonas de amortecimento para recepção de chuvas erosivas e interceptação de fluxos subsuperficiais oriundos de parcelas irrigáveis adjacentes. A macrodrenagem estruturada nesses corredores, com drenos projetados para manter o nível do lençol abaixo da altura capilar crítica, mitiga a salinização e organiza o espaço produtivo, em consonância com a diretriz de uso eficiente do solo e da água estabelecida na Política Nacional de Irrigação (BRASIL, 2013).

Tal abordagem também se articula com os princípios da Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433/1997, que preconiza a gestão integrada, descentralizada e participativa dos recursos hídricos, considerando a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e assegurando a compatibilização entre uso produtivo da terra, conservação ambiental e segurança hídrica no semiárido brasileiro (BRASIL, 1997).

## CONCLUSÃO

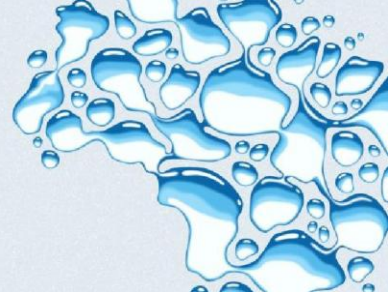
A modelagem de macrodrenagem com base em talvegues derivados de MNT mostrou-se eficaz para integrar drenagem e uso agrícola no semiárido, reforçando os ODS 6, 2 e 15. Todavia, limitações da resolução SRTM exigem complementações com MDEs de alta precisão e simulações hidrológicas para maior confiabilidade. A incorporação de zonas tampão revegetadas com espécies nativas e tolerantes à salinidade amplia a resiliência do agroecossistema, consolidando a irrigação pública como instrumento de gestão territorial sustentável, em consonância com a Política Nacional de Recursos Hídricos e a Política Nacional de Irrigação.

### AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) através do Convênio CAPES/UNESP Nº 951420/2023. Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. Panorama da atual área de agricultura irrigada no Brasil. Brasília, DF: ANA, 2021. Disponível em:



<https://www.researchgate.net/publication/355313088> **Panorama da atual area de agricultura irrigada no Brasil**. Acesso em: 28 ago. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). Atlas Irrigação: uso da água na agricultura irrigada. Brasília, DF: ANA, 2017. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/atlasirrigacao/>. Acesso em: 27 ago. 2025.

BRASIL. **Lei nº 12.787, de 11 de janeiro de 2013**. Institui a Política Nacional de Irrigação. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, ano 150, n. 8, p. 1, 14 jan. 2013.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, p. 470, 9 jan. 1997.

Caatinga em anos de seca extrema. 2020. 109 f. Tese (Doutorado em Ciências Climáticas) – **Universidade Federal do Rio Grande do Norte**, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós-Graduação em Ciências Climáticas, Natal, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/29714>. Acesso em 16 jul. 2025.

CASTRO, C. N. de. Sobre a agricultura irrigada no semiárido: uma análise histórica e atual de diferentes opções de política. Brasília, DF: IPEA, 2018. (Texto para Discussão, 2369). Disponível em: <https://hdl.handle.net/10419/177585>. Acesso em: 27 jul. 2025.

CONDEL/SUDENE. **Resolução nº 176, de 3 de janeiro de 2024**. Aprova o Relatório Conclusivo da Delimitação do Semiárido e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/hierarquia/resolucoes-conselho-deliberativo/resolucao-condel-sudene-no-176-de-3-de-janeiro-de-2024>. Acesso em: 28 ago. 2025.

ENGEORPS ENGENHARIA S.A. Estudos de avaliação da viabilidade sócio-técnica-econômica e ambiental de aproveitamento múltiplo dos recursos naturais na área de influência do Sistema Xingó: volume 3 – anexos – tomo C – estudos ambientais. **Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF**. Relatório final. São Paulo: ENGEORPS, 509-CDF-XGO-RT-V355, jan. 2009. <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/26213> Acesso em: 17 jul. 2025.

LIMA, K. C.; CUNHA, C. M. L. Atualização cartográfica da rede de drenagem para estudo geomorfológico de rios intermitentes e efêmeros do semiárido. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 74, n. 2, p. 1–15, 2022. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/43901>. Acesso em: 17 jul. 2025.

LOPES, C. L.; RAMOS, C. M. C.; LEAL, B. G. Caracterização morfométrica de bacia hidrográfica no semiárido de Pernambuco através de dados SRTM em softwares livres. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, v. 8, p. 31–40, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/jhrs/article/view/237345>. Acesso em: 17 jul. 2025.

MARQUES, T. V. Mecanismos biofísicos e características de controle da evapotranspiração da SÁ, I. B.; SILVA, P. C. G. (org.). **Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. 110 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-depublicacoes/-/publicacao/861895>. Acesso em: 27 ago. 2025

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) – EarthExplorer. Reston, VA: **USGS**, [s.d.]. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov>. Acesso em: 20 jul. 2025.