PROJEÇÕES DE SECA E BALANÇO HÍDRICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CUBATÃO: APLICAÇÃO DOS ÍNDICES SPI E SPEI

Vítor Hein Teixeira, Virginia Grace Barros

INTRODUÇÃO

O Estado de Santa Catarina possui um histórico bem documentado de enchentes e deslizamentos de terra (Speckhann *et al*., 2017), associado a uma incidência crescente de secas nos últimos anos (De Miranda Junior; Conceição, 2023). Desastres naturais causam mortes, danos e significativos prejuízos às cidades brasileiras, afetando a região Sul por sua suscetibilidade à variabilidade climática (Bertoli; Suski, 2024). Entre 1993 e 2023, eventos extremos como enxurradas e chuvas intensas desalojaram ou desabrigaram mais de 1 milhão de catarinenses, evidenciando a urgência no gerenciamento de riscos e no planejamento de respostas (Bertoli; Suski, 2024). Na Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão, responsável pelo abastecimento de Joinville e região, a ocorrência cada vez mais frequente desses fenômenos climáticos torna necessária, a análise da disponibilidade hídrica para evitar crises futuras.

Para isso, a primeira etapa foi a coleta de dados hidrológicos na plataforma HidroWeb, da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) (BRASIL, 2026). Em seguida, a bacia é delimitada e mapeada com o auxílio de ferramentas de geoprocessamento em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG)

Com a área mapeada, foram feitos os cálculos hidrológicos para a região. Esses dados servem de base para a aplicação de dois índices principais de avaliação de secas, o *Standardized Precipitation Index* (SPI), índice baseado na probabilidade estatística de precipitação para quantificar o déficit de chuva em diferentes escalas temporais (McKee *et al*., 1993), e o *Standardized Precipitation Evapotranspiration Index* (SPEI), que estende essa análise ao incorporar a evapotranspiração potencial e o balanço hídrico do solo no diagnóstico da seca (Vicente-Serrano *et al*., 2010). Por fim, é feito o cálculo do balanço hídrico atual e futuro, confrontando a oferta de água projetada com o crescimento da demanda e do uso do solo na bacia.

DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento inicial das atividades focou no levantamento, triagem e espacialização dos dados hidrometeorológicos da região de estudo. Primeiramente, foi realizado a coleta das séries históricas de dados pluviométricos e fluviométricos disponibilizados pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) através da plataforma HidroWeb (BRASIL, 2026). Para garantir a qualidade e a utilidade do banco de dados, fez-se uma triagem detalhada das estações, filtrando e separando as que apresentavam séries com poucas falhas daquelas sem registros disponíveis.

Após a seleção, os arquivos foram organizados em pastas específicas, divididas pelos municípios da região: Joinville, Araquari, Barra do Sul, Campo Alegre, Corupá, Garuva, Guaramirim, Itapoá, São Bento do Sul, São Francisco do Sul e Schroeder. Embora nem todas essas cidades vizinhas pertençam diretamente à Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão, a inclusão foi necessária para analisar suas influências regionais e viabilizar a aplicação de regressão linear (Barbetta, 2004) para o preenchimento de dados faltantes nas estações da bacia.

Para a etapa de geoprocessamento utilizou-se o *software* QGIS (QGIS Development Team, 2024), foram importados e sobrepostos os limites territoriais dos municípios catarinenses e a delimitação espacial da Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão. Com base no georreferenciamento, foram

plotados os pontos correspondentes às estações pluviométricas e fluviométricas ativas na bacia e em seu entorno. Essa etapa permitiu visualizar a distribuição da área de monitoramento, servindo de base para o preenchimento de falhas e para os futuros cálculos do balanço hídrico e dos índices de seca.

RESULTADOS

Como resultado da etapa inicial de triagem, foi obtida a estruturação do banco de dados hidrometeorológicos da Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão e do seu entorno. A filtragem realizada no acervo do HidroWeb (BRASIL, 2026) permitiu eliminar estações inativas ou sem registros, resultando em 86 estações pluviométricas e 45 fluviométricas.

A espacialização dos dados no *software* QGIS (QGIS Development Team, 2024) possibilitou a visualização clara da distribuição das estações de monitoramento, **Figura 1**. Esse mapa evidencia as áreas com maior cobertura de dados sobre o limite da bacia e as divisões municipais, identificando visualmente as lacunas existentes na área de monitoramento.

A seleção e o agrupamento das estações localizadas nos municípios vizinhos garantiram a base de dados necessária para a aplicação de técnicas estatísticas de regressão linear. Para realizar o preenchimento de falhas nas séries de dados e avançar para os cálculos de evapotranspiração, índices de seca, SPI e SPEI, **Tabela 1**

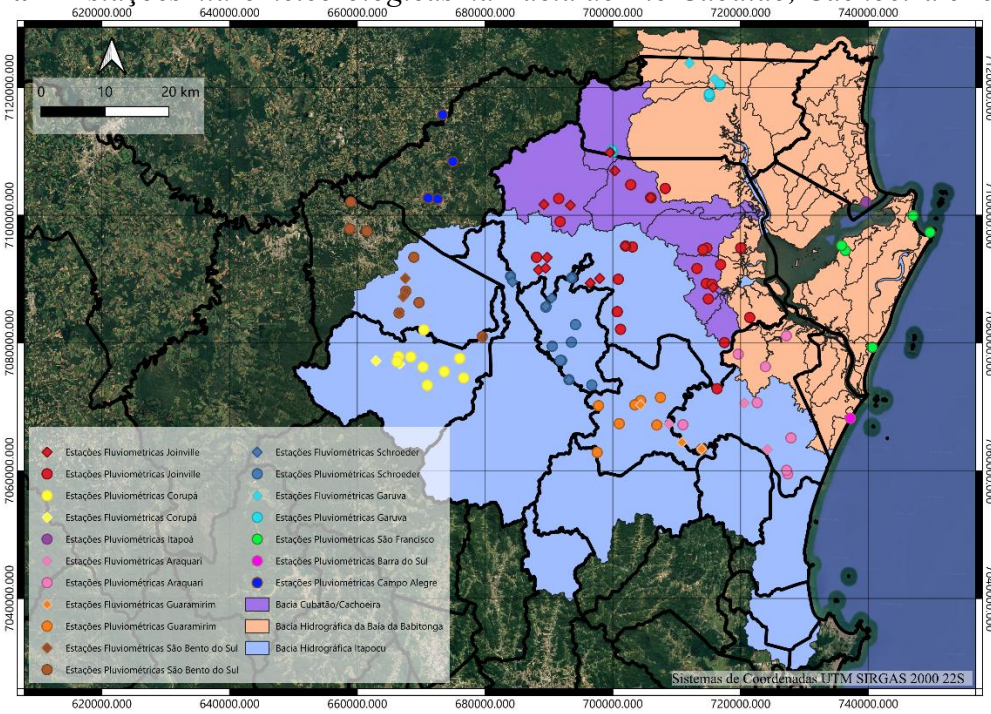
CONSIDERAÇÕES FINAIS

As etapas iniciais cumpriram a organização e o tratamento dos dados hidrometeorológicos necessários para a pesquisa. A triagem das séries históricas permitiu selecionar as estações para o preenchimento de falhas por regressão linear (Barbetta et al., 2004), enquanto a espacialização no QGIS (QGIS Development Team, 2024) permitiu a visualização na Bacia do Rio Cubatão, **Figura 1**. A aplicação dos índices SPI e SPEI baseou-se na escala temporal de 12 meses (SPI-12 e SPEI-12), na qual os valores negativos indicam cenários de seca e os valores positivos representam períodos de umidade, **Tabela 1**. Os maiores registros de escassez hídrica foram em 2004, 2020, 2014, 2006, com o Verão e o Outono apresentando as maiores frequências acumuladas de índices negativos ao longo da série histórica. A análise das médias anuais revelou que, dos 25 anos avaliados (2000–2024), 15 apresentaram predominância de condições de seca e apenas 10 apresentaram umidade. Com essa análise, as próximas etapas abordarão o cálculo para as demais estações, a realização de projeções climáticas para anos futuros e a modelagem do balanço hídrico para avaliar a disponibilidade hídrica da região diante dos cenários de mudanças do clima

Palavras-chave: recurso hídrico; bacia do Rio Cubatão; índices de seca; SPI; SPEI; balanço hídrico.

ANEXOS

Figura 1: *Estações hidrometeorológicas na Bacia do Rio Cubatão, Cachoeira e região.*



Fonte: Próprio autor.

Tabela 1: *Média anual dos índices SPI-12 e SPEI-12*

Ano	Média SPI-12	Média SPEI-12
2000	-0,67	-0,56
2001	0,61	0,68
2002	-0,45	-0,28
2003	-0,42	-0,36
2004	-1,59	-1,41
2005	-0,85	-0,60
2006	-1,14	-1,13
2007	-0,14	-0,14
2008	0,89	1,01
2009	1,22	1,27
2010	1,65	1,70
2011	1,27	1,51
2012	0,26	0,36
2013	-0,48	-0,54
2014	-1,15	-1,47
2015	-0,26	-0,32
2016	0,88	0,88
2017	-0,64	-0,83
2018	-0,07	0,00
2019	-0,25	-0,35
2020	-1,28	-1,40
2021	0,29	0,35
2022	-0,11	-0,11
2023	0,40	0,42
2024	0,44	0,38

Fonte: Próprio autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBETTA, P. A.; REIS, M. M.; BORNIA, A. C. Estatística para cursos de engenharia e informática. São Paulo: Atlas, 2004.

BERTOLI, B.; SUSKI, C. A. Gerenciamento de riscos de desastres naturais em Santa Catarina. Revista do Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, v. 44, e227702, p. 1-17, 2024.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Portal HidroWeb: Sistema de Informações Hidrológicas. Brasília, DF: ANA, 2026. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/hidroweb/. Acesso em: 16 set. 2026.

DE MIRANDA JUNIOR, G. X.; CONCEIÇÃO, G. Atividades da Sala de Situação ANA/EPAGRI na estiagem de 2019 e 2022 em Santa Catarina. In: 7º Simpósio sobre Sistemas Sustentáveis, 2023, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre, 2023.

MCKEE, T. B.; DOESKEN, N. J.; KLEIST, J. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In: 8th Conference on Applied Climatology, 1993, Anaheim. Proceedings... Anaheim: American Meteorological Society, 1993. p. 179-184.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. QGIS Geographic Information System: Open Source Geospatial Foundation Project. Versão 3.x. [S.l.]: QGIS Development Team, 2026. Disponível em: https://www.qgis.org/. Acesso em: 16 set. 2026.

SPECKHANN, G. A. et al. Flood hazard mapping in Southern Brazil: a combination of flow frequency analysis and the HAND model. Hydrological Sciences Journal, v. 63, n. 1, p. 87-100, 2017.

VICENTE-SERRANO, S. M.; BEGUERÍA, S.; LÓPEZ-MORENO, J. I. A multiscalar drought index sensitive to global warming: the standardized precipitation evapotranspiration index. Journal of Climate, v. 23, n. 7, p. 1696-1718, 2010.