

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS ARARANGUÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ENERGIA E SUSTENTABILIDADE
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ENERGIA

Marcos Ricardo Giehl

Regionalização de vazões de referência em bacias hidrográficas com aproveitamento hidrelétrico no sul de Santa Catarina, Brasil

Araranguá

2025

Marcos Ricardo Giehl

Regionalização de vazões de referência em bacias hidrográficas com aproveitamento hidrelétrico no sul de Santa Catarina, Brasil

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia de Energia do Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para a obtenção do título de Engenheiro de Energia.

Orientadora: Prof.^a Kátia Cilene Rodrigues Madruga, Dra.

Araranguá

2025

Marcos Ricardo Giehl

Regionalização de vazões de referência em bacias hidrográficas com aproveitamento hidrelétrico no sul de Santa Catarina, Brasil

O presente Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso de Engenharia de Energia, foi avaliado e aprovado pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof.^a Kátia Cilene Rodrigues Madruga, Dr.^a
Orientadora

Prof. Reginaldo Geremias, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Fernando Henrique Milanese, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Araranguá, 7 de julho de 2025.

Certificamos que essa é a versão original e final do trabalho que foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro de Energia.

Insira neste espaço
a assinatura

Prof.^a Kátia Cilene Rodrigues Madruga, Dra.
Coordenadora do Curso

Insira neste espaço
a assinatura

Prof.^a Kátia Cilene Rodrigues Madruga, Dra.
Orientadora

Insira neste espaço
a assinatura

Marcos Ricardo Giehl
Autor

Araranguá, 7 de julho de 2025.

Ficha de identificação da obra realizada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC

Giehl, Marcos Ricardo

Regionalização de vazões de referência em bacias
hidrográficas com aproveitamento hidrelétrico no sul de
Santa Catarina, Brasil / Marcos Ricardo Giehl ;
orientadora, Kátia Cilene Rodrigues Madruga, 2025.

51 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá,
Graduação em Engenharia de Energia, Araranguá, 2025.

Inclui referências.

1. Engenharia de Energia. 2. Energia e
Sustentabilidade. 3. Regionalização de vazão. 4. Vazão de
referência. 5. Hidrologia estatística. I. Madruga, Kátia
Cilene Rodrigues. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Graduação em Engenharia de Energia. III. Título.

RESUMO

O Brasil possui uma matriz elétrica predominantemente renovável, com a energia hidrelétrica representando 60,15% da geração total em 2023. Apesar da elevada capacidade instalada de geração a partir de fontes hidráulicas, persistem desafios relacionados à gestão dos recursos hídricos e à capacidade de monitoramento, essenciais para assegurar a segurança hídrica e a operação eficiente dos sistemas hidrelétricos. O conhecimento da disponibilidade hídrica é um fator essencial para a expansão da matriz elétrica renovável brasileira, especialmente no contexto de aproveitamentos hidrelétricos de pequeno porte, como as PCHs e CGHs. Neste aspecto, o estudo teve como objetivo regionalizar vazões de referência (Q_{MLT} , $Q_{7,10}$, Q_{98} diária e Q_{98} mensal) para a bacia hidrográfica do rio Tubarão (BHRT), localizada na região sul de Santa Catarina. Foram utilizados dados consistidos do período de 1986–2021 de 10 estações fluviométricas e 14 pluviométricas. As vazões foram regionalizadas pelo Método de Regressão, a partir de diferentes modelos. Na regressão foram relacionadas as vazões Q_{MLT} , $Q_{7,10}$, Q_{98} diária e Q_{98} mensal com as características fisiográficas e climáticas de bacias hidrologicamente homogêneas (RHH). O desempenho dos modelos de regressão foi verificado por meio do erro médio absoluto (MAE), raiz do erro quadrático médio (RMSE) e logaritmo do índice de eficiência de Nash-Sutcliffe (\logNSE). Para a BHRT os modelos que apresentaram o melhor desempenho foram linear, logarítmico e potencial, com valores de R^2 superiores a 0,90, de R^2 superiores a 0,87 e σF inferiores a 1,5. A comparação entre as vazões observadas e estimadas pelos modelos de regionalização apresentou valores de ER% inferiores 30%. Os resultados mostram que as equações de regressão apresentaram bom desempenho, com valores de MAE, para a RHH 1 variando de 0,289 a 0,599 $m^3 \cdot s^{-1}$ e para a RHH 2 de 0,240 a 0,888 $m^3 \cdot s^{-1}$; valores de RMSE inferiores a 1,3 $m^3 \cdot s^{-1}$ e próximos aos de MAE, indicando baixa dispersão dos erros; e \logNSE próximos de 1,0. A área de drenagem foi a variável preditora com maior correlação com as vazões. Os resultados obtidos indicam que os modelos de regionalização são adequados para estimar vazões de referência em regiões não monitoradas, contribuindo para o planejamento energético, a gestão de recursos hídricos e de outorgas na BHRT.

Palavras-chave: vazão mínima; vazão média; região homogênea; disponibilidade hídrica.

ABSTRACT

Brazil has a predominantly renewable electricity matrix, with hydropower accounting for 60.15% of total generation in 2023. Despite the high installed capacity of hydraulic sources, challenges remain regarding water resource management and monitoring capacity, both essential to ensuring water security and the efficient operation of hydropower systems. Understanding water availability is a key factor for expanding Brazil's renewable electricity matrix, especially in the context of small-scale hydropower developments such as small hydropower plants (PCHs) and micro hydropower plants (CGHs). In this regard, this study aimed to regionalize reference streamflows (Q_{MLT} , $Q_{7,10}$, daily Q_{98} , and monthly Q_{98}) for the Tubarão River Basin (BHRT), located in southern Santa Catarina. Consistent data from 1986 to 2021 were used, comprising 10 streamflow and 14 rainfall stations. Reference flows were regionalized using the regression method, applying different models. The regression related Q_{MLT} , $Q_{7,10}$, daily and monthly Q_{98} flows to the physiographic and climatic characteristics of hydrologically homogeneous regions (HHR). The model performance was evaluated using mean absolute error (MAE), root mean square error (RMSE), and the logarithmic Nash-Sutcliffe efficiency index (logNSE). In the BHRT, the best-performing models were linear, logarithmic, and power-law, with R^2 values above 0.90, adjusted R^2 values above 0.87, and σF values below 1.5. The comparison between observed and estimated flows yielded relative errors (ER%) below 30%. The regression equations demonstrated good performance, with MAE ranging from 0.289 to 0.599 $m^3 \cdot s^{-1}$ in HHR 1 and from 0.240 to 0.888 $m^3 \cdot s^{-1}$ in HHR 2; RMSE values were below 1.3 $m^3 \cdot s^{-1}$ and close to MAE values, indicating low error dispersion; and logNash values were close to 1.0. Drainage area was the predictor variable with the highest correlation with streamflow. The results indicate that the regionalization models are suitable for estimating reference flows in ungauged regions, supporting energy planning, water resource management, and water use permitting in the BHRT.

Keywords: minimum flow; mean flow; homogeneous region; water availability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Tubarão e distribuição espacial das estações fluviométricas utilizadas no presente estudo (a) e dos empreendimentos hidrelétricos da região (b).	17
Figura 2 – Precipitação média anual da bacia hidrográfica do rio Tubarão (SC)	27
Figura 3 – Identificação das regiões hidrologicamente homogêneas.....	29
Figura 4 – Gráfico entre a área de drenagem e erro percentual das vazões de referência para as estações da RHH 1	34
Figura 5 – Gráfico entre a área de drenagem e erro percentual das vazões de referência para as estações da RHH 2	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estações pluviométricas da BHRT com dados de 1986 a 2021.....	19
Tabela 2 – Estações fluviométricas da BHRT com dados de 1986 a 2021.....	20
Tabela 3 – Vazões médias mínimas de referência das estações fluviométricas da BHRT considerando o período de 1986 a 2021.....	25
Tabela 4 – Características físicas e climáticas das estações fluviométricas da BHRT.....	26
Tabela 5 – Matriz de correlação de Pearson entre as vazões de referência e as características físicas e climática das RHH 1 e RHH 2.....	28
Tabela 6 – Equações de regionalização das vazões de referência para RHHs 1 e 2.....	30
Tabela 7 – Vazões de referência (Q_{98D} , Q_{98M} , $Q_{7,10}$ e Q_{MLT}) observadas e estimadas para as RHHs 1 e 2 e os Erros Relativos.....	32
Tabela 8 – Parâmetros de desempenho das vazões de referência das RHHs 1 e 2.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BHRT	Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão
CGH	Centrais Geradoras Hidrelétricas
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
GPRH	Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos
GW	Gigawatt
IDW	Inverse Distance Weighted
INPE	Instituto de Pesquisas Espaciais
kW	Kilowatt
MAE	Erro Médio Absoluto
MDE	Modelo Digital de Elevação
MW	Megawatt
ONU	Organização das Nações Unidas
PCH	Pequenas Centrais Hidrelétricas
RH	Região Hidrológica
RHH	Regiões Hidrologicamente Homogêneas
RMSE	Raiz Quadrática do Erro Médio
SDS	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável
SisCAH	Sistema Computacional para Análises Hidrológicas

SUMÁRIO

1 ARTIGO.....	11
1.1 INTRODUÇÃO.....	12
1.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
1.2.1 ÁREA DE ESTUDO.....	16
1.2.2 DADOS HIDROLÓGICOS.....	18
1.2.3 OBTENÇÃO DAS VAZÕES DE REFERÊNCIA.....	20
1.3 REGIONALIZAÇÃO DAS VAZÕES MÉDIAS MÍNIMAS DE REFERÊNCIA.....	21
1.3.1 VERIFICAÇÃO DAS REGIÕES HIDROLOGICAMENTE HOMOGÊNEAS E DO AJUSTE DOS MODELOS DE REGRESSÃO.....	23
1.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
1.4.1 VAZÕES DE REFERÊNCIA OBSERVADAS	24
1.4.2 Características físicas e climáticas da região BHRT.....	25
1.4.3 Identificação das regiões hidrologicamente homogêneas	27
1.4.4 Equações de regionalização ajustadas para as regiões hidrologicamente homogêneas (RHH)	29
1.4.5 Avaliação de desempenho das equações de regionalização	35
1.5 CONCLUSÃO.....	36
REFERÊNCIAS	38
ANEXO A – NORMAS DA REVISTA REGA.....	43

1 ARTIGO

Regionalização de vazões de referência em bacias hidrográficas com aproveitamento hidrelétrico no sul de Santa Catarina, Brasil

Marcos Ricardo Giehl¹
Kátia Cilene Madruga²
Álvaro José Back³
Cláudia Weber Corseuil⁴

¹Engenharia de Energia. Centro de Ciências, Tecnologias e Saúde. Campus Araranguá. Universidade Federal de Santa Catarina.

²Departamento de Energia e Sustentabilidade. Centro de Ciências, Tecnologias e Saúde. Campus Araranguá. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Energia e Sustentabilidade

³Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri).

⁴Departamento de Energia e Sustentabilidade. Centro de Ciências, Tecnologias e Saúde. Campus Araranguá. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Energia e Sustentabilidade. Universidade Federal de Santa Catarina.

Autor correspondente

Marcos Ricardo Giehl

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Rodovia Gov. Jorge Lacerda, 3201, Jardim das Avenidas, Araranguá/SC, CEP: 88.906-072, telefone (48) 99986-9838, e-mail: mrgiehl@gmail.com

1.1 INTRODUÇÃO

O consumo de energia constitui um fator intrínseco ao desenvolvimento social, ao crescimento populacional e à expansão econômica (Goldemberg; Lucon, 2013). De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), a população mundial passou de 2,5 bilhões em 1950 para 7,8 bilhões em 2022, com projeções indicando que poderá alcançar 8,5 bilhões em 2030 e 9,7 bilhões em 2050 (UN, 2022). O Brasil segue essa mesma tendência. O Censo de 2022 registrou um incremento populacional de 6,5% entre 2010 e 2022, totalizando 203,1 milhões de habitantes (IBGE, 2024). Esse crescimento populacional e econômico tende a intensificar a demanda por alimentos, energia e água, ampliando a pressão sobre os sistemas hídricos, particularmente sobre a disponibilidade, a qualidade e a gestão integrada dos recursos hídricos em bacias hidrográficas.

O Brasil possui uma matriz elétrica predominantemente renovável, com a energia hidrelétrica representando 60,15% da geração total em 2023, conforme o Balanço Energético Nacional de 2024 (EPE, 2024). Apesar da elevada capacidade instalada de geração a partir de fontes hidráulicas, persistem desafios relacionados à gestão dos recursos hídricos e à capacidade de monitoramento, essenciais para assegurar a segurança hídrica e a operação eficiente dos sistemas hidrelétricos.

O país possui um expressivo potencial hidrelétrico distribuído em todas as suas regiões, com maior aproveitamento nas regiões nordeste (94%) e sudeste (89%), embora ainda haja um remanescente passível de ser explorado. Entretanto, nas regiões norte e centro-oeste, apenas 9 e 31% do potencial, respectivamente, são atualmente utilizados. Essas duas regiões concentram a maior parte do potencial hidrelétrico ainda disponível no país. Aproximadamente 70% desse potencial se encontra nas bacias hidrográficas Amazônica e Tocantins. Por outro lado, na região sul do país, o aproveitamento do potencial disponível é de cerca de 88%, mas ainda há um percentual não aproveitado que pode ser utilizado. Considerando o território nacional, de um total estimado de 172 GW de potencial hidrelétrico, aproximadamente 60% já foi convertido em capacidade instalada (BRASIL, 2007). Esses aspectos mostram a importância dos recursos hídricos para geração de energia no país.

O potencial hidrelétrico de uma determinada região é avaliado com base na disponibilidade hídrica da respectiva bacia hidrográfica, a qual pode ser definida, segundo Cruz e Tucci (2008), como a quantidade de água disponível em um corpo hídrico para ser utilizada em um determinado intervalo de tempo, desde que não comprometa a manutenção do ecossistema aquático. A avaliação da disponibilidade hídrica da bacia pode ser determinada por

meio da análise da frequência das vazões medidas nos rios, utilizando-se funções de probabilidade de ocorrência para as vazões de interesse ou, alternativamente, por meio da curva de permanência (Back et al., 2019). Entretanto, a estimativa da vazão de um rio, com uma precisão aceitável para aplicação em projetos e estudos hidrológicos, ainda representa um dos principais desafios. Devido à aleatoriedade do clima, as vazões nos rios apresentam elevada variabilidade temporal, o que dificulta a obtenção de estimativas mais precisas. Além disso, a heterogeneidade das características fisiográficas das bacias, incluindo o tipo de solo, rocha e relevo, causa a variabilidade espacial das vazões, tanto ao longo de um mesmo curso d'água, como em diferentes rios de uma mesma bacia (Collischonn et al., 2023).

Nesse contexto, para reduzir os efeitos da variabilidade temporal, frequentemente utiliza-se uma vazão de referência, definida a partir de um valor que sintetiza estatisticamente a série histórica de dados de vazão de um local específico. Esse valor representa uma medida estatística da série de dados (Collischonn et al., 2023).

As vazões de referência são utilizadas, principalmente, para avaliar a disponibilidade hídrica de uma bacia em condições normais (ou médias) ou em situações extremas – secas ou cheias (Sorribas et al., 2021). As vazões médias envolvem os processos associados ao escoamento superficial direto e subterrâneo e permitem caracterizar a disponibilidade hídrica potencial da bacia (Pruski et al., 2012). As vazões de referência comumente utilizadas para a estimativa da disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica no Brasil são: as vazões médias de longo termo, vazões de permanência no tempo e vazões médias mínimas com determinado tempo de duração, associadas a um período de retorno definido (ANA, 2019).

A vazão média ou média de longo termo (Q_{MLT}), permite estimar o volume total do escoamento em um determinado ponto da bacia (Collischonn et al., 2023). Essa vazão representa a máxima disponibilidade hídrica de uma bacia, sendo um importante indicador da variabilidade climática ao longo de um período de tempo (Tucci, 2017). Entretanto, seu valor não é representativo de situações extremas, como os eventos de estiagem ou de cheias (Collischonn et al., 2023).

Em casos de escassez hídrica são utilizadas as vazões médias mínimas, determinadas por percentis elevados em uma série de vazões com frequência acumulada (por exemplo, 90% ou 95%) ou por vazões mínimas associadas a probabilidades de ocorrência, como por exemplo, a vazão mínima de 7 dias com período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$). Por outro lado, para caracterizar as condições de cheia, utilizam-se vazões máximas associadas à altas probabilidades de ocorrência (Tucci, 2017; ANA, 2019; Collischonn et al., 2023).

No Brasil, a definição do potencial hidrelétrico de bacias hidrográficas é realizada com base na vazão média de longo termo (Q_{MLT}) e nas vazões médias mínimas associadas a permanência de 90%, 95% do tempo (Q_{90} e Q_{95}), bem como na vazão mínima de 7 dias com período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$) (ANA, 2019; ANEEL, 2020)

De acordo com a ANA (2019), as vazões mínimas de referência são fundamentais para a determinação da vazão máxima outorgável, a qual é definida a partir de um percentual da vazão de referência, alocado para os diferentes usos da água na bacia. Esse percentual máximo é determinado considerando a capacidade de atendimento aos diferentes usos da água, assim como a necessidade da manutenção da vazão ecológica, ou seja, a demanda de água para garantir a conservação dos ecossistemas aquáticos naturais de um rio. No caso específico da bacia hidrográfica do rio Tubarão, objeto de estudo deste trabalho, situada na região sul de Santa Catarina, a vazão mínima de referência adotada é a Q_{98} , sendo que o limite máximo para fins de outorga corresponde a 50% desta (SDE, 2008a e 2008b).

As vazões mínimas de referência podem ser determinadas pelo método da Curva de Permanência (Back et al., 2019), que representa a relação entre a magnitude e a frequência das vazões diárias, semanais ou mensais de uma determinada seção de controle do rio, indicando o percentual de tempo com que determinada vazão é igualada ou superada num período de tempo definido (Tucci, 2009).

Dentre os diversos métodos para a avaliação das vazões de referência, a Curva de Permanência ou de Duração é um dos amplamente utilizados, por representar o regime hidrológico característico de uma bacia (Back et al., 2019; Collischonn et al., 2023).

Segundo Collischonn e Dornelles (2021), as vazões mínimas estimadas pela Curva de Permanência apresentam resultados mais realistas, quando calculadas com base em séries diárias de vazão, uma vez que o uso de dados agregados em escalas mensais ou anuais, tendem a superestimar os valores das vazões mínimas, comprometendo a precisão da análise.

É importante considerar que, em muitos locais não há estações de medições de vazão, sendo, portanto, necessário estimar as vazões de referência por meio de modelagem hidrológica ou de metodologias mais simplificadas, como a regionalização de vazões. No contexto brasileiro, principalmente em função da extensão territorial continental, a densidade da rede de estações de monitoramento hidrológico é considerada insuficiente, o que torna imprescindível a aplicação de técnicas de regionalização hidrológica (Gasques et al., 2018).

A regionalização de vazões consiste na transferência de informações hidrológicas de locais monitorados para áreas adjacentes ou semelhantes, com base na premissa de que bacias hidrográficas que compartilham características fisiográficas, climáticas e hidrológicas

similares, tendem a apresentar comportamentos hidrológicos semelhantes. Dessa forma, é possível suprir a carência de dados observados, utilizando-se a similaridade entre variáveis e parâmetros hidrológicos como critério para estimar vazões em áreas não monitoradas (Tucci, 2017).

Dentre os métodos de regionalização de vazões, Collischonn et al. (2023) comentam que há três abordagens baseadas em modelos de regressão, que são: métodos que regionalizam os parâmetros da distribuição estatística; métodos que regionalizam o evento com um determinado risco; e métodos que regionalizam uma curva adimensional de probabilidades. Destes três, a ênfase é dada para o método de Regressão, que consiste no ajuste de equações de regressão entre as vazões de interesse e as variáveis fisiográficas e climáticas de bacias definidas como hidrologicamente homogêneas (ELETROBRAS, 1985; Tucci, 2017).

Para fins de geração de energia hidrelétrica, atualmente a ANEEL (2024), tem priorizado instalação de Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGHs) e as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs). Segundo a ELETROBRÁS (2000), os principais fatores que justificam essa preferência são o menor impacto ambiental e a possibilidade de geração descentralizada de energia, o que contribui para a redução dos custos de transmissão. Além disso, apresentam menores prazos e custos de implantação, comparadas às usinas hidrelétricas de grande porte (UHE). As PCHs e CGHs são, em geral, construídas em rios de pequeno e médio porte, preferencialmente com desníveis acentuados ao longo de seu curso, o que permite a geração de energia mesmo a partir de vazões mínimas (ELETROBRÁS, 2000).

Na bacia do rio Tubarão, localizada no sul de Santa Catarina, existem 27 Centrais Geradoras Hidrelétrica (CGH) e 4 Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) em operação, que geram cerca 73,50 MW (ANEEL, 2024). Esse alto potencial hidrelétrico evidencia a importância do estudo das vazões de referência, uma vez que, tem influência direta na operação dessas usinas, bem como no seu dimensionamento.

As PCHs e CGHs trazem inúmeros benefícios para a região onde estão inseridas, contribuindo para a independência total ou parcial da matriz elétrica local em relação às termelétricas. Adicionalmente, contribuem para a transição energética da região sul de Santa Catarina, que visa substituir o carvão mineral por fontes renováveis para geração de energia.

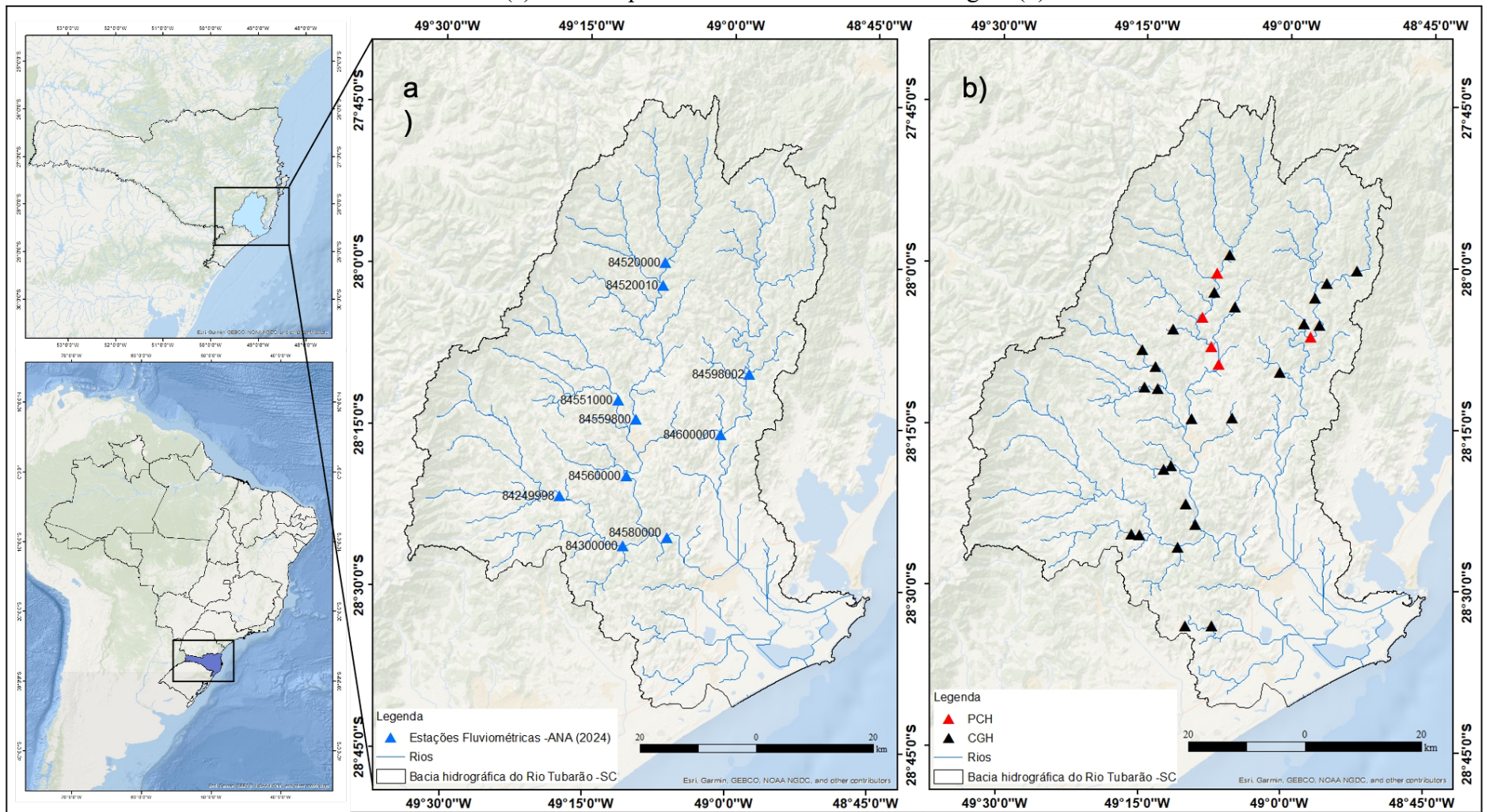
Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo analisar a regionalização das vazões de referência (Q_{MLT} , $Q_{7,10}$ e Q_{98} mensal e diária) em locais sem dados medidos, na bacia hidrográfica do rio Tubarão, sul de Santa Catarina.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é a bacia do Rio Tubarão (4.735,00 km²), localizada na região sul de Santa Catarina (Figura 1a,b), entre as coordenadas 27,736° Sul 48,629° Oeste e 28,698° Sul 49,568° Oeste (SDS, 2017). O estado de Santa Catarina possui 10 regiões hidrográficas (Santa Catarina, 1998), as quais são formadas por um conjunto de bacias hidrográficas com características semelhantes, tanto físicas quanto hidrológicas. A bacia hidrográfica do Rio Tubarão (BHRT) pertence à região hidrográfica 9 (RH9), e abrange 79,62% desta. O principal rio dessa bacia é o rio Tubarão, com suas nascentes na Serra Geral e sua foz na Lagoa de Santo Antônio a 120 km de distância, próximo ao litoral (aproximadamente 3,0 km).

Figura 1 – Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Tubarão e distribuição espacial das estações fluviométricas utilizadas no presente estudo (a) e dos empreendimentos hidrelétricos da região (b).



Fonte: Elaborada pelo autor (2025)

Na região da BHRT predominam dois subtipos climáticos, o Cfa (subtropical mesotérmico úmido com verões quentes), presente nas áreas mais baixas e abrangendo aproximadamente 60% do seu território; e Cfb (subtropical mesotérmico úmidos com verões amenos), que ocorre nas porções mais elevadas, acima de 900 m, correspondendo a cerca de 40% da área da bacia. O clima Cfa caracteriza-se por temperaturas médias superiores a 10°C no mês mais frio e acima de 22°C no mês mais quente. Por sua vez, no Cfb, as temperaturas médias no mês mais quente permanecem abaixo dos 22°C. A região apresenta umidade relativa média anual de 81,5% (Pandolfo et al., 2002; Alvares et al., 2013), e a precipitação média anual varia entre aproximadamente 1378,00 e 2072,00 mm, com distribuição irregular em toda a região das bacias.

Quanto ao relevo, a BHRT caracteriza-se por 26,40% de áreas planas, 33,70% onduladas, 39,90% montanhosas (SDS, 2017). Essa configuração topográfica favorece o aproveitamento hidrelétrico na bacia.

Os principais afluentes do rio Tubarão são os rios Braço do Norte e Capivari, que, devido às características hidrológicas e de relevo, apresentam um bom potencial para aproveitamento hidrelétrico. Atualmente, nesses rios estão instaladas 27 Centrais Geradoras Hidrelétrica (CGH) e 4 Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), distribuídas ao longo de seus cursos (ANEEL, 2024), conforme mostra a Figura 1b. Adicionalmente, nessa região desenvolvem-se atividades de indústria, agroindústria, agricultura, mineração (areia e carvão), setor de serviços e geração de energia termoelétrica (SDS, 2017).

1.2.2 DADOS HIDROLÓGICOS

No presente estudo, a regionalização das vazões de referência Q_{98} , Q_{MLT} e $Q_{7,10}$ foi realizada com base em séries históricas de dados de vazão e precipitação obtidos de forma simultânea, garantindo a coerência hidrológica necessária para análises estatísticas robustas. A adoção da simultaneidade entre os registros é uma prática consolidada na literatura, conforme demonstrado por Euclides et al. (2001), que obteve resultados consistentes na regionalização de vazões médias mínimas e de longo termo em bacias hidrográficas de Minas Gerais.

Além da simultaneidade, foram considerados critérios rigorosos de qualidade das séries temporais, utilizando apenas séries de vazão com no mínimo 10 anos de observações e com um limite máximo de 10% de falhas. A adoção desses critérios é amplamente recomendada, pois assegura maior confiabilidade às análises hidrológicas e estatísticas, conforme evidenciado por Cupak (2017) e Molina et al. (2014).

Com base nesses parâmetros metodológicos, foi selecionado o período de 1986 a 2021, abrangendo dados de 14 estações pluviométricas e 10 estações fluviométricas localizadas na área de estudo (Figura 1a e Tabela 2), todas sob a responsabilidade da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). A utilização dessas séries de longa duração, com controle de qualidade e adequação estatística, é fundamental para assegurar a representatividade das estimativas de vazões de referência, bem como para fortalecer a aplicabilidade dos modelos de regionalização desenvolvidos.

Tabela 1 – Estações pluviométricas da BHRT com dados de 1986 a 2021.

Número	Nome da estação	Código da ANA	Altitude (m)	Latitude (°)	Longitude (°)	Pma (mm)
1	Orleans - montante	2849001	90	-28.3589	-49.2950	1552,10
2	São Ludgero I	2849002	40	-28.3258	-49.1792	1606,00
3	Braço do Norte - montante	2849030	68	-28.2389	-49.1628	1469,87
4	Rio Pequeno	2849008	93	-28.2094	-49.195	1648,16
5	Santa Rosa de Lima	2849031	248	-28.0322	-49.1186	1754,36
6	Divisa de Anitápolis	2749012	320	-27.9956	-49.1156	1886,64
7	Anitápolis	2749027	419	-27.9097	-49.1297	1873,84
8	São Bonifácio	2748018	425	-27.9008	-48.9278	1709,20
9	Armazém Capivari	2848000	21	-28.2617	-49.0122	1378,26
10	Tubarão	2849027	14	-28.4722	-48.9911	1483,88
11	Pedras Grandes	2849028	40	-28.4344	-49.1825	1504,15
12	Jaguaruna	2849020	10	-28.6067	-49.0331	1454,76
13	Vargem do Cedro	2848006	166	-28.1036	-48.9194	1705,93
14	São Martinho - jusante	2848009	41	-28.1656	-48.9711	1463,09

Fonte: ANA (2024). Pma – Precipitação média anual.

Tabela 2 – Estações fluviométricas da BHRT com dados de 1986 a 2021.

Número	Nome da estação	Código da ANA	A (km ²)	Latitude (°)	Longitude (°)
1	São Ludgero I	84560000	1690,00	-28.3258	-49.1792
2	Braço do Norte - montante	84559800	1515,00	-28.2389	-49.1631
3	Rio Pequeno	84551000	379,00	-28.2094	-49.195
4	Santa Rosa de Lima	84520010	676,00	-28.0331	-49.1186
5	Divisa de Anitápolis	84520000	380,00	-27.9956	-49.1161
6	Armazém Capivari	84600000	770,00	-28.2606	-49.0147
7	Rio do Pouso	84580000	2740,00	-28.4206	-49.1064
8	Pedras Grandes	84300000	822,00	-28.4347	-49.1831
9	São Martinho - jusante	84598002	620,00	-28.1656	-48.9717
10	Orleans - montante	84249998	599,00	-28.3586	-49.2950

Fonte: ANA (2024). A – Área de drenagem de abrangência da estação da ANA.

1.2.3 OBTENÇÃO DAS VAZÕES DE REFERÊNCIA

No presente trabalho, foram determinadas as vazões referência Q_{MLT} , $Q_{7,10}$ e Q_{98} , as quais são amplamente utilizadas na estimativa da disponibilidade hídrica e são fundamentais para avaliar o potencial hidrelétrico de uma bacia hidrográfica, tanto no contexto nacional quanto no estado de Santa Catarina (Q_{MLT} , $Q_{7,10}$ e Q_{98}).

A vazão de referência Q_{MLT} permite estimar o volume total do escoamento em um dado local (Collischonn et al. 2023) e representa a máxima disponibilidade hídrica de uma bacia, constituindo-se um indicador do potencial hidrelétrico médio de um rio. Tal vazão corresponde à média das vazões observadas em um período extenso, preferencialmente superior a 20 anos, conforme recomendado por Tucci (2017).

Por sua vez, as vazões $Q_{7,10}$ e Q_{98} , são utilizadas como referência para concessão de outorga de direitos de uso dos recursos hídricos. Essas vazões correspondem aos limites mínimos que devem ser mantidos a jusante de um aproveitamento hidrelétrico, a fim de assegurar as demandas hídricas existentes na bacia, bem como a integridade do sistema fluvial e a preservação do ambiente aquático (ANA, 2019; SDE, 2008a e 2008b).

No estado de Santa Catarina, onde se localiza a BHRT, as vazões mínimas de referência, comumente adotadas para fins de outorga de uso da água correspondem à 100% da $Q_{7,10}$ (Cadorin, 2021) e 50% da Q_{98} (SDE, 2008a e 2008b).

A vazão $Q_{7,10}$ corresponde a vazão mínima média anual, com 7 dias de duração e 10 anos de período de retorno (Tucci, 2017). A escolha de uma duração de 7 dias é amplamente utilizada no dimensionamento de projetos hidrológicos, pois possibilita que os reservatórios

atendam às variações de consumo que ocorrem em dias úteis e finais de semana. O período de retorno de 10 anos indica uma probabilidade de 10% de ocorrência de uma vazão igual ou menor à vazão mínima (Tucci, 2017; ANA, 2019). A Q_{98} corresponde à vazão que é igualada ou superada em 98% do tempo, ou seja, em 2% do tempo essa vazão não será atingida.

Nos cálculos das vazões de referência $Q_{7,10}$, Q_{98} e Q_{MLT} foram utilizados dados diários e mensais consistidos provenientes das 10 estações fluviométricas operadas pela ANA (Tabela 2). As análises foram realizadas no software SisCAH 1.0 (Sistema Computacional para Análises Hidrológicas) (Sousa, 2009).

Para a estimativa da $Q_{7,10}$ foram utilizadas as distribuições de probabilidade de Weibull com 2 parâmetros e Log-Pearson Tipo III, selecionadas por apresentarem os melhores ajustes em relação aos dados observados. Resultados semelhantes foram obtidos por Galatto e Back (2023), que ao analisarem sete distribuições de probabilidades para a bacia do rio Araranguá, região adjacente da bacia do rio Tubarão, também identificaram a superioridade das distribuições Weibull com 2 parâmetros e Log-Pearson Tipo III na determinação da $Q_{7,10}$.

No entanto, para estimativa da Q_{98} mensal, utilizou-se o software Excel[®], devido ao SisCAH 1.0 não disponibilizar este tipo de cálculo. A metodologia adotada baseou-se em Tucci (2017), com a diferença de que foram considerados todos os valores das vazões médias mínimas mensais, sem agrupamento em intervalos de classes, visando maior precisão na definição do percentil. Para a elaboração da Curva de Permanência, os dados de vazões foram organizados, e o valor da Q_{98} foi obtido mediante a aplicação da função PERCENTIL.INC do Excel[®], atribuindo-se um percentil igual a 2, correspondente à vazão que é igualada ou superada em 98% do tempo.

1.3 REGIONALIZAÇÃO DAS VAZÕES MÉDIAS MÍNIMAS DE REFERÊNCIA

A regionalização de uma variável consiste em sua estimativa em diferentes locais de uma região (bacia hidrográfica) onde não há dados medidos (Tucci, 2017) com base em relações estatísticas estabelecidas a partir de locais com dados disponíveis. No presente estudo, a regionalização das vazões Q_{MLT} , $Q_{7,10}$ e Q_{98} foi realizada por meio do método de Regressão, onde foram utilizadas a Linear, a Logarítmica, a Potencial e a Exponencial. Esse método fundamenta-se na identificação de uma relação estatística entre a vazão e as características físicas e climáticas da bacia. Dentre essas variáveis, aquelas que apresentam melhor correlação com as vazões médias e mínimas são: a área de drenagem (A), declividade média do rio principal (dmR) e densidade de drenagem (Dd). Como variável climática, destaca-se a

precipitação média anual (Pma) (Naghetini e Pinto, 2007; Tucci, 2017; Maciel et al., 2019). Neste estudo, estas variáveis foram utilizadas tanto para a definição das regiões hidrologicamente homogêneas, quanto para a regionalização das vazões de referência Q_{98} , $Q_{7,10}$ e Q_{MLT} .

No trabalho, a metodologia consistiu em: (a) adotar a área de drenagem (A) correspondente às estações fluviométricas da ANA (Tabela 2); (b) calcular a dmR pela diferença entre a altitude (m) do ponto mais alto e a altitude do ponto mais baixo do rio principal de cada sub-bacia, dividida pelo seu comprimento total (m); (c) determinar a Dd, expressa em $m.km^{-2}$, pela razão entre o comprimento total dos rios (m) e a A (km^2) das sub-bacias; e (d) calcular a Pma pelo método de Thiessen, com base nos dados das estações da Tabela 1, considerando o limite de cada sub-bacia.

Para a obtenção das variáveis físicas e climáticas, bem como para a elaboração do mapa de isoietas da BHRT, foi utilizado o software ArcGIS versão 10.8 (ESRI, 2019) em conjunto com um Modelo Digital de Elevação (MDE) com resolução espacial de 30 x 30 m (INPE, 2024). O mapa de isoietas foi elaborado utilizando o método de interpolação Inverse Distance Weighted (IDW), com base na precipitação média anual (Pma) da área de estudo. Esse método considera que o valor de uma variável em um determinado local (latitude e longitude) é estimado por uma média ponderada dos valores conhecidos da variável Pma da região analisada, sendo que o peso atribuído a cada ponto é inversamente proporcional à distância elevada a uma potência. Assim, quanto mais próximo um ponto estiver do local a ser estimado, maior será a sua influência no cálculo da média. Neste estudo, foi adotada a potência igual a 2.

A homogeneidade das regiões foi verificada por meio do coeficiente Pearson (r), obtido a partir da análise de correlação entre as vazões de referência ($Q_{7,10}$ e Q_{MLT} e Q_{98} diárias e mensais) e as variáveis físicas da bacia (A, dmR, Dd) e climáticas (Pma). Com base nos valores do coeficiente de Pearson (r) foram identificadas as variáveis mais adequadas para a modelagem da regionalização, bem como aquelas que apresentaram maior correlação com as vazões de referência (Q_{98} , $Q_{7,10}$ e Q_{MLT}).

Posteriormente, calculou-se modelos de regressão multivariada para cada vazão de referência, por meio do software Stata 14.2 (StataCorp, 2016), utilizando as variáveis que apresentaram as maiores correlações. Os modelos foram calculados respectivamente pelas equações de regressão linear (1), exponencial (2), potencial (3) e logarítmica (4).

$$Q = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n \quad (1)$$

$$Q = \beta_0 \cdot e^{\beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n} \quad (2)$$

$$Q = \beta_0 \cdot X_1^{\beta_1} \cdot X_2^{\beta_2} \cdot \dots \cdot X_n^{\beta_n} \quad (3)$$

$$\ln Q = \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \dots + \beta_n \ln X_n \quad (4)$$

onde Q é a vazão regionalizada (Q_{98} , $Q_{7,10}$ e Q_{MLT}), X_1, X_2, \dots, X_n , são as variáveis independentes (A, Dd, D_{mR} e Pma); $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ são os coeficientes de regressão das variáveis independentes.

1.3.1 VERIFICAÇÃO DAS REGIÕES HIDROLOGICAMENTE HOMOGÊNEAS E DO AJUSTE DOS MODELOS DE REGRESSÃO

A homogeneidade hidrológica foi avaliada por meio dos seguintes indicadores: (a) coeficiente de determinação (R^2), (b) coeficiente de determinação ajustado (R^2a), (c) erro padrão fatorial (σF) e (d) erro relativo (ER%). Para este estudo, definiram-se como hidrológicamente homogêneas as regiões que apresentaram R^2 e R^2a iguais ou superiores a 0,90, erro relativo (ER%) inferior a 30% e erro padrão fatorial (σF) inferior a 1,5, conforme os critérios estabelecidos por Tucci (2017), Bazzo et al. (2017) e Eletrobras(1985).

De acordo com Maciel et al. (2019), as vazões estimadas por equações de regionalização podem apresentar subestimações ou superestimações, independentemente da adequação dos resultados obtidos na análise de regressão. Assim, a validação dos modelos frente aos dados observados é imprescindível. Para esse fim, comparou-se as vazões Q_{98} , $Q_{7,10}$ e Q_{MLT} , estimadas pelas Equações de Regionalização (1 a 4), com aquelas observadas nas estações fluviométricas da Tabela 2. A acurácia das vazões regionalizadas foi aferida por meio dos seguintes indicadores estatísticos de desempenho: (a) erro relativo (ER%), (b) erro médio absoluto (MAE), (c) raiz do erro quadrático médio (RMSE) e (d) logaritmo do índice de eficiência de Nash-Sutcliffe ($\log NSE$), calculados conforme as Equações 5 a 8.

$$ER\% = \left(\frac{Q_{obs} - Q_{est}}{Q_{obs}} \right) \times 100 \quad (5)$$

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |(Q_{est} - Q_{obs})|}{n} \quad (6)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{est} - Q_{obs})^2}{n}} \quad (7)$$

$$\log NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (\log(Q_{obs}) - \log(Q_{est}))^2}{\sum_{i=1}^n (\log(Q_{obs}) - \overline{\log(Q_{obs})})^2} \quad (8)$$

onde, n é o número dados; Q_{obs} é a vazão observada nas estações fluviométricas ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$) e Q_{est} é a vazão calculada pelo Modelo de Regressão ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$); $\overline{\log(Q_{obs})}$ é a média das vazões observadas em ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$).

O erro médio absoluto (MAE) indica a magnitude do erro entre os valores estimados e observados, mantendo as unidades da variável em estudo, sendo útil para a avaliação da qualidade do ajuste. O modelo é considerado perfeito quando o MAE é igual a zero (Moriasi et al. 2007); Em rios de elevada vazão, os valores de MAE tendem a ser maiores (Moreira et al., 2007). Para vazões mínimas, Maciel et al. (2019) consideram aceitável um erro relativo (ER) inferior a 30%, onde valores positivos indicam superestimação e negativos, subestimação das vazões em relação às observadas. A raiz do erro quadrático médio (RMSE) representa a magnitude média dos erros, sendo sempre positiva, e quanto mais próxima de zero, melhor a precisão do modelo (Santos et al., 2014).

Segundo Moriasi et al. (2007), o Log de NSE é mais sensível às discrepâncias nas vazões mínimas, sendo particularmente útil na avaliação das vazões em condições de estiagem ou valores mínimos. Esse coeficiente é uma variação do índice original de Nash-Sutcliffe, aplicado após transformação logarítmica das vazões observadas e simuladas. O NSE varia de $-\infty$ a 1, onde 1 indica ajuste perfeito; valores entre 0 e 1 são aceitáveis, e valores negativos indicam desempenho insatisfatório do modelo. Conforme Oudin et al. (2008), Pushpalatha et al. (2012), Souza e Santos (2013) $\log NSE > 0,7$ é considerado satisfatório para análise de vazões médias mínimas.

1.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.4.1 VAZÕES DE REFERÊNCIA OBSERVADAS

A Tabela 3 apresenta os valores das vazões de referência Q_{98} , diárias (Q_{98D}) e mensais (Q_{98M}), bem como o erro relativo (ER%) entre essas duas vazões observadas. Também são apresentados os valores das vazões $Q_{7,10}$ e Q_{MLT} , calculados para as 10 estações fluviométricas localizadas na BHRT.

Tabela 3 – Vazões médias mínimas de referência das estações fluviométricas da BHRT considerando o período de 1986 a 2021.

Número	Código	Q _{98D} (m ³ .s ⁻¹)	Q _{98M} (m ³ .s ⁻¹)	ER (%)	Q _{7,10} (m ³ .s ⁻¹)	Q _{MLT} (m ³ .s ⁻¹)
1	84560000	10,49	14,06	25,39%	9,31	47,60
2	84559800	8,02	10,17	21,14%	7,51	33,64
3	84551000	1,90	2,90	34,48%	1,51	13,14
4	84520010	6,02	7,61	20,89%	5,18	20,79
5	84520000	3,71	4,62	19,70%	3,44	11,29
6	84600000	7,13	8,48	15,92%	6,43	23,10
7	84580000	17,94	24,80	27,66%	10,00	77,58
8	84300000	4,08	6,09	33,00%	3,20	26,78
9	84598002	5,55	6,49	14,48%	5,20	17,43
10	84249998	2,79	3,84	27,34%	2,21	18,49

Fonte: Elaborada pelo autor (2025)

Na Tabela 3 observa-se que os erros relativos entre as vazões mínimas de permanência diárias (Q_{98D}) e mensais (Q_{98M}), foram superiores a 14%, com valores variando entre 14,48%, (0,94 m³.s⁻¹) na estação 84598002 (822,00 km²) a 34,48% (1,0 m³.s⁻¹) na estação 84551000 (379,00 km²). Estudos indicam que o uso de dados mensais para a elaboração da curva de permanência, tende a superestimar as vazões mínimas de referência. Back et al. (2019) demonstraram que as vazões médias mínimas podem ser superestimadas em mais de 25% quando calculadas com base em séries mensais, reforçando que curva de permanência calculada com dados diários fornece estimativas mais realistas. Analisando o impacto econômico dessa superestimação, Costa e Santos (2018) constataram que o uso de vazões mensais, em comparação às diárias pode superestimar em até 25% a potência instalada de uma CGH na bacia do rio Itajaí-Açu (PR). Na BHRT, atualmente estão instaladas 27 Centrais Geradoras Hidrelétrica (CGH) e 4 Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), majoritariamente ao longo dos rios Braço do Norte e Capivari, com capacidade instalada total de, aproximadamente, de 73,50 MW (ANEEL, 2024). Dessa forma, erros na estimativa das vazões de referência impactam diretamente os estudos de inventário do potencial hidrelétrico de bacias hidrográficas, os projetos de viabilidade técnica e econômica, além dos processos de outorga para uso dos recursos hídricos.

1.4.2 Características físicas e climáticas da região BHRT

A Tabela 4 apresenta as características físicas e climática das bacias contribuintes associadas às estações fluviométricas localizadas na BHRT.

Tabela 4 – Características físicas e climáticas das estações fluviométricas da BHRT.

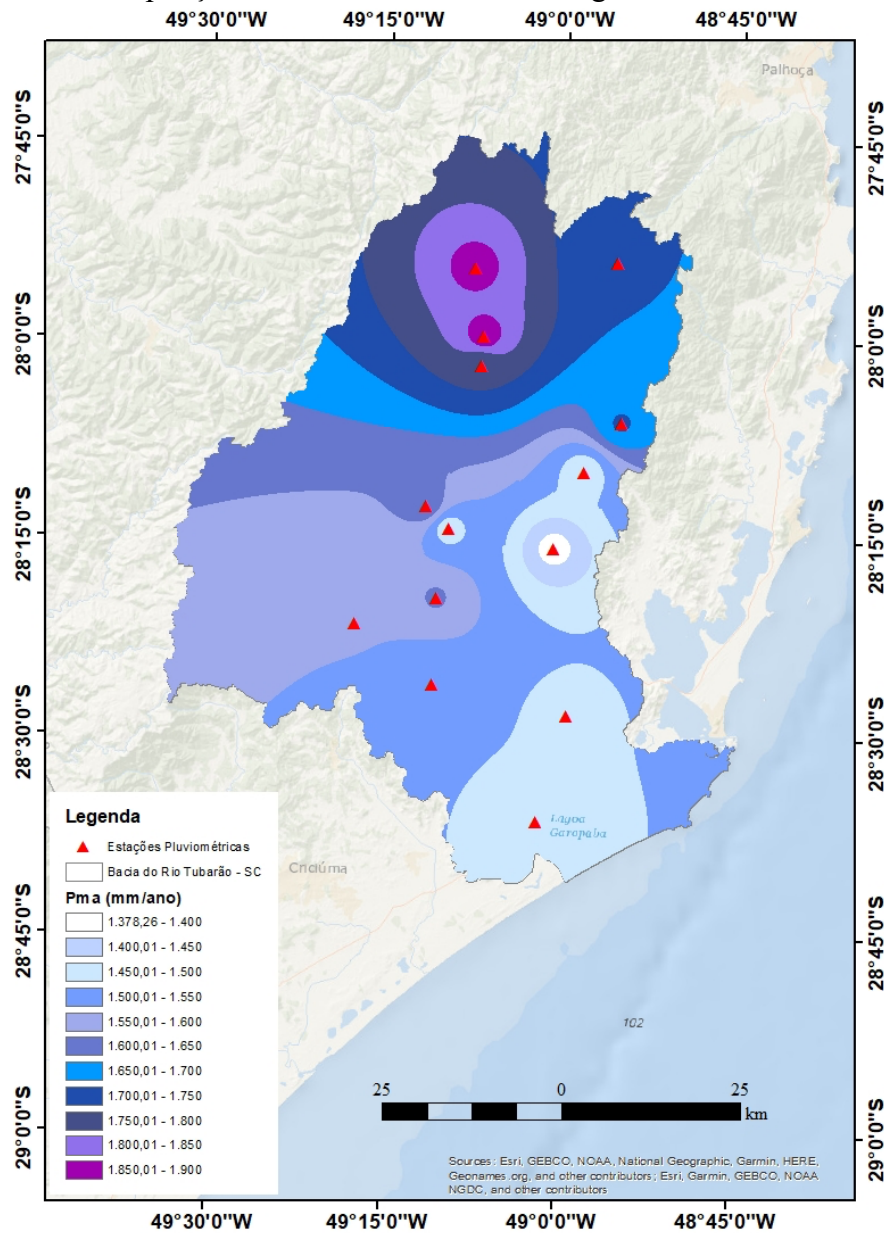
Código da ANA	Pma (mm.ano ⁻¹)	A (km ²)	Dd (km.km ⁻²)	dmR (m.km ⁻¹)
84560000	1647,40	1690,00	3,32	9,45
84559800	1771,96	1515,00	3,40	10,09
84551000	1419,76	379,00	3,00	19,58
84520010	1834,46	676,00	3,50	21,02
84520000	1820,53	380,00	2,72	17,62
84600000	1656,15	770,00	2,32	12,27
84580000	1619,57	2740,00	2,98	8,15
84300000	1594,73	822,00	2,40	6,10
84598002	1701,76	620,00	2,32	11,86
84249998	1606,44	599,00	2,39	23,53

Fonte: Elaborada pelo autor (2025). Nota – Pma: precipitação média anual; A: área de drenagem (km²); Dd: densidade de drenagem (km/km²); dmR: declividade média do rio principal (m/km).

Verifica-se, na Tabela 4, que a bacia do rio do Pouso (84580000) apresentou a maior área de drenagem (2740,00 km²), enquanto a menor foi observada na bacia do rio Pequeno (379,00 km²). Os valores de densidade de drenagem mostram que a BHRT possui boa capacidade de escoamento, com valores que variam de 2,32 a 3,50 km.km⁻², de acordo com a classificação de Vilella e Mattos (1975). As maiores declividades médias foram registradas nas bacias dos rios onde estão localizadas as estações de Orleans Montante (84249998) e Santa Rosa de Lima (84520010), com valores de 23,53 e 21,02 m.km⁻¹, respectivamente. Ambas as estações se localizam nas porções de cabeceira da BHRT (Figura 1).

A Figura 2 apresenta o mapa de isoietas elaborado com dados das estações pluviométricas listadas na Tabela 1, para o período de 1986 a 2021. Observa-se que, na BHRT, a precipitação média anual apresenta distribuição espacial irregular, variando de 1378,26 mm a 1886,64 mm, com desvio padrão de 160,95 mm. Verifica-se também que a precipitação média anual é maior nas áreas próximas às cabeceiras da bacia, localizadas nos patamares elevados da Serra Geral, e reduz gradualmente à medida que se aproxima do litoral. Resultados similares foram obtidos por Back e Poletto (2018), que mapearam a precipitação média anual para todo o estado de Santa Catarina e identificaram valores entre 1500 mm a 1800 mm na região sul, em consonância com os dados observados neste estudo. Os elevados índices pluviométricos em regiões litorâneas decorrem da atuação de processos orográficos, intensificados pela influência do sistema de alta pressão do Atlântico Sul que desloca o ar úmido marítimo para o continente e sofre com a influência do relevo das montanhas (Gotardo et al., 2018; Reboita et al., 2012).

Figura 2 – Precipitação média anual da bacia hidrográfica do rio Tubarão (SC)



Fonte: Elaborada pelo autor (2025)

1.4.3 Identificação das regiões hidrologicamente homogêneas

Para a definição das RHHs, utilizou-se a matriz de Correlação de Pearson (r), onde foram relacionadas as vazões de referência (Q_{98D} , Q_{98M} , $Q_{7,10}$ e Q_{MLT}) com as características físicas e climáticas das sub-bacias (Tabela 4), considerando também a localização geográfica das estações fluviométricas. Os melhores coeficientes de correlação (r) foram obtidos ao dividir a Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão (BHRT) em 2 RHHs, cada uma composta por 5 estações fluviométricas, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 – Matriz de correlação de Pearson entre as vazões de referência e as características físicas e climática das RHH 1 e RHH 2.

RHH 1*								
	Pma	A	Dd	dmR	Q _{98D}	Q _{98M}	Q _{7,10}	Q _{MLT}
Pma	1	-0,096	0,760	0,719	-0,403	-0,278	-0,433	-0,182
A		1	0,489	-0,603	0,872	0,910	0,905	0,972
Dd			1	0,382	0,283	0,405	0,238	0,471
dmR				1	-0,576	-0,512	-0,669	-0,550
RHH 2**								
	Pma	A	Dd	dmR	Q _{98D}	Q _{98M}	Q _{7,10}	Q _{MLT}
Pma	1	0,582	-0,043	-0,469	0,546	0,535	0,645	0,578
A		1	0,479	-0,615	0,999	0,998	0,945	0,999
Dd			1	-0,238	0,507	0,493	0,642	0,458
dmR				1	-0,595	-0,605	-0,636	-0,635

Fonte: Elaborada pelo autor (2025). Nota – Pma, precipitação média anual (mm.ano⁻¹); A, área de drenagem (km²); Dd, densidade de drenagem (km.km⁻²); dmR, declividade média do rio principal (m.km⁻¹); Q_{98D}, Q_{98M}, Q_{7,10} e Q_{MLT}, vazões de referência (m³.s⁻¹).

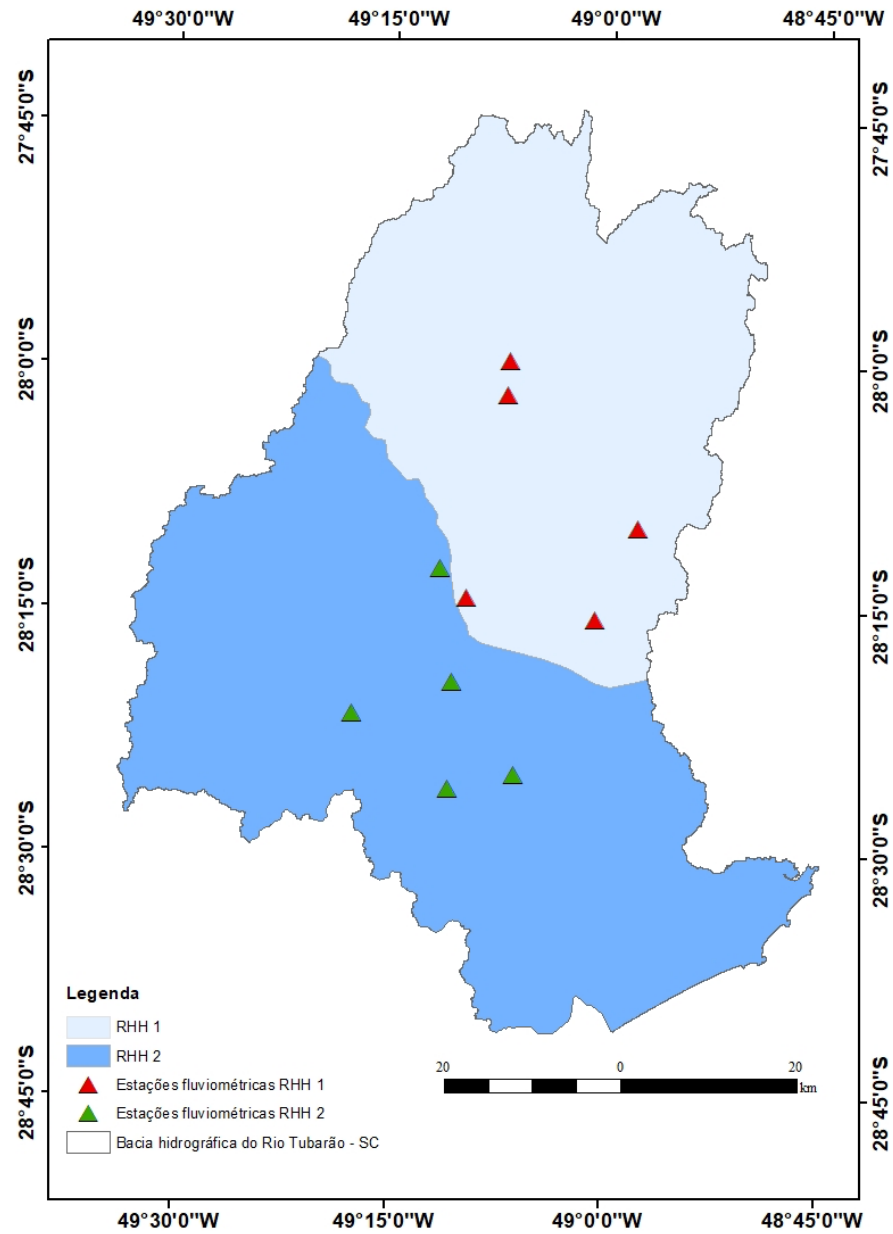
* RHH 1 – Estações da ANA: 84559800, 84520010, 84520000, 84600000, 84598002.

** RHH 2 – Estações da ANA: 84249998, 84560000, 84551000, 84580000, 84300000.

Na Tabela 5 observa-se que a área de drenagem (km²) foi a variável que apresentou os maiores coeficientes de correlação com as vazões de referência, sendo, portanto, a mais indicada para a regionalização de vazões na região da BHRT. Verificou-se também, que a RHH 2 apresentou valores de r superiores aos obtidos na RHH 1, evidenciando maior homogeneidade hidrológica entre as bacias que a compõe. Segundo a classificação proposta por Asuero et al. (2006), os coeficientes de correlação podem ser considerados altas para valores de r entre 0,70 a 0,89 e muito altos quando entre 0,90 a 1,00.

A Figura 3 mostra as RHH 1 e RHH 2, onde é possível identificar que essas regiões estão localizadas ao norte e sul, respectivamente, da BHRT.

Figura 3 – Identificação das regiões hidrologicamente homogêneas.



1.4.4 Equações de regionalização ajustadas para as regiões hidrologicamente homogêneas (RHH)

A Tabela 6 apresenta as equações de regionalização obtidas para as vazões de referência Q_{98} (diária e mensal), $Q_{7,10}$ e Q_{MLT} para a região da bacia hidrográfica do rio Tubarão (SC).

Tabela 6 – Equações de regionalização das vazões de referência para RHHs 1 e 2

RHH	Permanência	Modelo	Equação	R ²	R ^{2a}	σF
1	Q _{98D}	Logarítmica	$Q_{98D} = 3,135575 * LnA - 14,51827$	0,906	0,875	1,1
	Q _{98M}	Logarítmica	$Q_{98M} = 4,066744 * LnA - 19,2491$	0,943	0,923	1,5
	Q _{7,10}	Logarítmica	$Q_{7,10} = 2,964037 * LnA - 13,92507$	0,935	0,913	1,1
	Q _{MLT}	Logarítmica	$Q_{MLT} = 16,43248 * LnA - 86,72994$	0,989	0,985	1,5
2	Q _{98D}	Linear	$Q_{98D} = 0,0069531 * A - 1,223594$	0,998	0,997	1,1
	Q _{98M}	Linear	$Q_{98M} = 0,0094497 * A - 1,436379$	0,997	0,996	1,4
	Q _{7,10}	Potencial	$Q_{7,10} = 0,0029 * A^{1,05121}$	0,963	0,950	1,2
	Q _{MLT}	Linear	$Q_{MLT} = 0,0270765 * A + 2,980669$	0,998	0,998	1,3

Fonte: Elaborada pelo autor (2025). Nota: Q - Vazão estimada, em m³.s⁻¹

A análise de regressão múltipla evidenciou que o melhor ajuste das equações foi obtido considerando exclusivamente a área de drenagem (A) como variável independente, superando os modelos que incluíram as demais variáveis testadas (Dd, dmR) e Pma) em ambas as Regiões Hidrológicamente Homogêneas (RHHs) (Tabela 6). As equações apresentaram coeficientes de determinação (R² e R² ajustado) superiores a 0,90, indicando elevada capacidade preditiva dos modelos baseados apenas na área da bacia. Este resultado reforça o papel da área de drenagem como principal fator explicativo das vazões de referência na BHRT, uma vez que influencia diretamente o volume de contribuição hídrica ao longo do tempo.

Estudos em diferentes contextos hidrográficos corroboram este resultado. Zagonel (2021), Maciel (2019) e Bazzo et al. (2017) demonstraram forte correlação entre a área de drenagem e a vazão Q₉₅, enquanto Cadorin (2021) e Cecílio et al. (2018) observaram desempenho semelhante para a Q_{7,10}. Rocha (2024) e Cecílio et al. (2018) também confirmaram a predominância dessa variável nos modelos de estimativa da Q_{MLT}. Tais resultados sugerem que, mesmo em regiões com características fisiográficas distintas, a área de drenagem se mantém como um preditor robusto, sobretudo quando não há dados hidrológicos disponíveis in loco.

Na BHRT, essa dependência é particularmente importante, dado o número significativo de trechos fluviais sem monitoramento direto. Assim, a regionalização das vazões com base na área de drenagem mostra-se uma alternativa metodológica eficiente, tanto para fins de planejamento do uso da água quanto para estudos de inventário e viabilidade de aproveitamentos hidrelétricos.

Observa-se que na RHH 1, as equações logarítmicas apresentaram o melhor ajuste para todas as vazões analisadas. Enquanto na RHH 2, os melhores resultados foram obtidos com equações lineares para as vazões Q_{98D}, Q_{98M} e Q_{MLT}, e com equação do tipo potencial para a

$Q_{7,10}$, conforme pode ser observado pelos valores dos coeficientes de determinação (R^2 , $R^2_{ajustado}$) e do erro-padrão fatorial (σ_F). A literatura recomenda que equações de regionalização sejam consideradas estatisticamente satisfatórias quando apresentam em R^2 e $R^2_{ajustado}$ superiores a 0,75 e $\sigma_F < 1$ (Maciel et al., 2019; Bazzo et al. (2017). Adicionalmente, a Eletrobrás (1985) reconhece como aceitáveis equações com σ_F inferior a 1,5 em estudos voltados à estimativa do potencial hidrelétrico.

Dessa forma, os resultados obtidos neste estudo indicam que as equações ajustadas são robustas e adequadas para a estimativa das vazões mínimas de referência (Q_{98D} , Q_{98M} , $Q_{7,10}$ e Q_{MLT}) em locais sem dados fluviométricos na Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão. A utilização dessas equações pode subsidiar com precisão os estudos de inventário hidrelétrico, a elaboração de projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) e a definição de outorgas de uso da água, contribuindo para o uso sustentável dos recursos hídricos na região.

Na Tabela 7, são apresentados para fins de comparação, os erros relativos (ER%) entre os valores observados das vazões de referência (Q_{98D} , Q_{98M} , $Q_{7,10}$ e Q_{MLT}), obtidos nas estações fluviométricas, e os valores estimados pelas equações de regressão ajustadas para as regiões hidrologicamente homogêneas (RHH 1 e RHH 2) da BHRT.

Tabela 7 – Vazões de referência (Q_{98D} , Q_{98M} , $Q_{7,10}$ e Q_{MLT}) observadas e estimadas para as RHHs 1 e 2 e os Erros Relativos

RHH 1												
Código	$Q_{98D} (m^3.s^{-1})$			$Q_{98M} (m^3.s^{-1})$			$Q_{7,10} (m^3.s^{-1})$			$Q_{MLT} (m^3.s^{-1})$		
	Q_{obs}	Q_{est}	ER%	Q_{obs}	Q_{est}	ER%	Q_{obs}	Q_{est}	ER%	Q_{obs}	Q_{est}	ER%
84559800	8,02	8,44	-5,29	10,17	10,53	-3,56	7,51	7,78	-3,61	33,64	33,61	0,10
84520010	6,02	5,91	1,77	7,61	7,25	4,72	5,18	5,39	-4,04	20,79	20,35	2,13
84520000	3,71	4,11	-10,72	4,62	4,91	-6,23	3,44	3,68	-7,03	11,29	10,88	3,62
84600000	7,13	6,32	11,33	8,48	7,78	8,25	6,43	5,78	10,19	23,1	22,49	2,65
84598002	5,55	5,64	-1,67	6,49	6,90	-6,30	5,2	5,13	1,29	17,43	18,93	-8,58
<i>ER médio</i>			6,15			5,82			5,23			3,42
RHH 2												
Código	$Q_{98D} (m^3.s^{-1})$			$Q_{98M} (m^3.s^{-1})$			$Q_{7,10} (m^3.s^{-1})$			$Q_{MLT} (m^3.s^{-1})$		
	Q_{obs}	Q_{est}	ER%	Q_{obs}	Q_{est}	ER%	Q_{obs}	Q_{est}	ER%	Q_{obs}	Q_{est}	ER%
84249998	2,79	2,94	-5,42%	3,84	4,22	-10,00%	2,21	2,41	-9,06%	18,49	19,20	-3,84%
84560000	10,49	10,53	-0,35%	14,06	14,53	-3,37%	9,31	7,17	22,97%	47,6	48,74	-2,39%
84551000	1,9	1,41	25,70%	2,9	2,15	26,03%	1,51	1,49	1,35%	13,14	13,24	-0,78%
84580000	17,94	17,83	0,62%	24,8	24,46	1,39%	10	11,92	-19,18%	77,58	77,17	0,53%
84300000	4,08	4,49	-10,09%	6,09	6,33	-3,96%	3,2	3,36	-5,05%	26,78	25,24	5,76%
<i>ER médio</i>			8,44			8,95			11,52			2,66

Fonte: Elaborada pelo autor (2025). Nota – Erro Relativo (ER%): $ER\% > 0$, vazão subestimada; $ER\% < 0$, vazão superestimada.

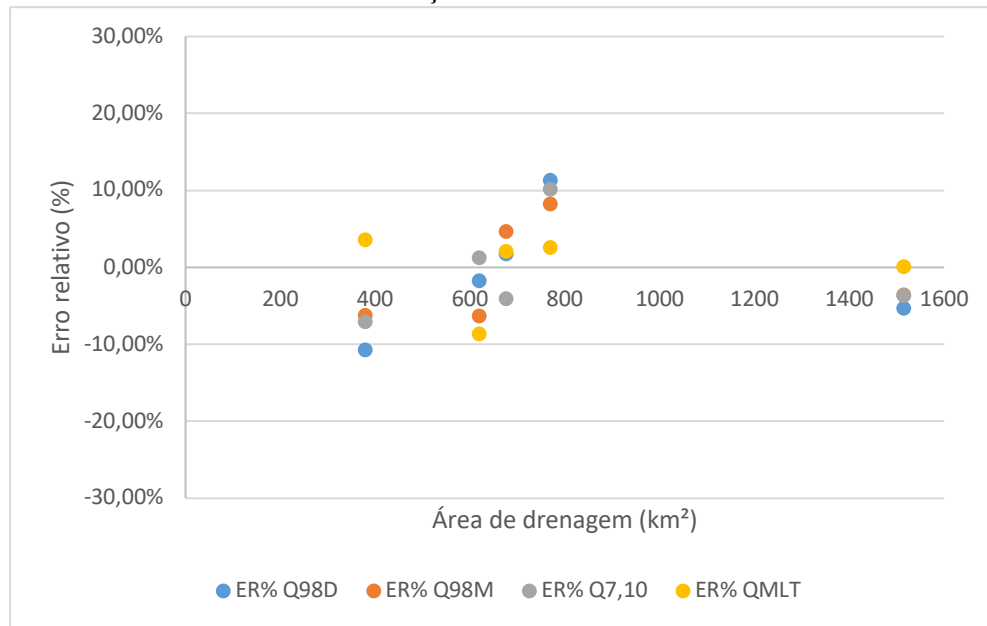
Observa-se que, em todas as estações analisadas, os erros relativos (ER%) entre as vazões estimadas pelas equações de regionalização e os valores observados foram inferiores a 30%, o que demonstra a adequação dos modelos ajustados para a estimativa das vazões Q_{98D} , Q_{98M} , $Q_{7,10}$ e Q_{MLT} na área de estudo. Esses resultados estão em conformidade com achados anteriores da literatura (Cadorin, 2021; Bazzo et al., 2017; Aguiar, 2020), que também apontam a robustez da regionalização com base em características físicas da bacia. No entanto, Cadorin (2021) observou valores superestimados para a $Q_{7,10}$ (ER>30%) em relação à observada em duas estações na BHRT (84250008 e 84541000), o que contrasta com os resultados do presente estudo. Uma possível explicação para essa divergência está relacionada ao critério de simultaneidade adotado entre os dados de precipitação média anual e as séries de vazão, bem como ao período de análise (1986 a 2021), que pode ter contribuído para um melhor ajuste das equações neste trabalho.

Ressalta-se que os valores positivos e negativos de ER% na Tabela 7 indicam, respectivamente, a subestimativa e a superestimativa das vazões regionalizadas em relação às observadas. A subestimativa das vazões de referência pode resultar em um dimensionamento dos projetos de aproveitamento hidrelétrico aquém do potencial hídrico disponível. Por outro lado, a superestimativa das vazões pode não refletir as condições reais da bacia hidrográfica, implicando em uma estimativa superdimensionada da geração de energia, o que pode comprometer a eficiência operacional e, conseqüentemente, influenciar a quantidade de energia gerada.

No presente estudo, observou-se que, na RHH 2, os valores médios de erro relativo (ER%) variaram 2,66% para a Q_{MLT} a 11,5% para a $Q_{7,10}$. Na RHH 1, os ER% médios oscilaram entre 3,42% (Q_{MLT}) a 6,15%, (Q_{98D}). Segundo Novaes et al. (2007) e Aguiar (2020), é comum que os maiores valores de ER% médio estejam associados às menores vazões, devido ao maior grau de variabilidade hidrológica. Resultados similares foram obtidos por Maciel et al. (2019) e Cecílio et al. (2018), que também encontraram valores de ER% médio inferiores a 30% na regionalização de vazões de referência. Assim, os erros médios observados neste trabalho foram inferiores aos encontrados por Aguiar (2020) e Cadorin (2021), que aplicaram métodos de regionalização na bacia do rio Tubarão, indicando a robustez das equações ajustadas neste estudo.

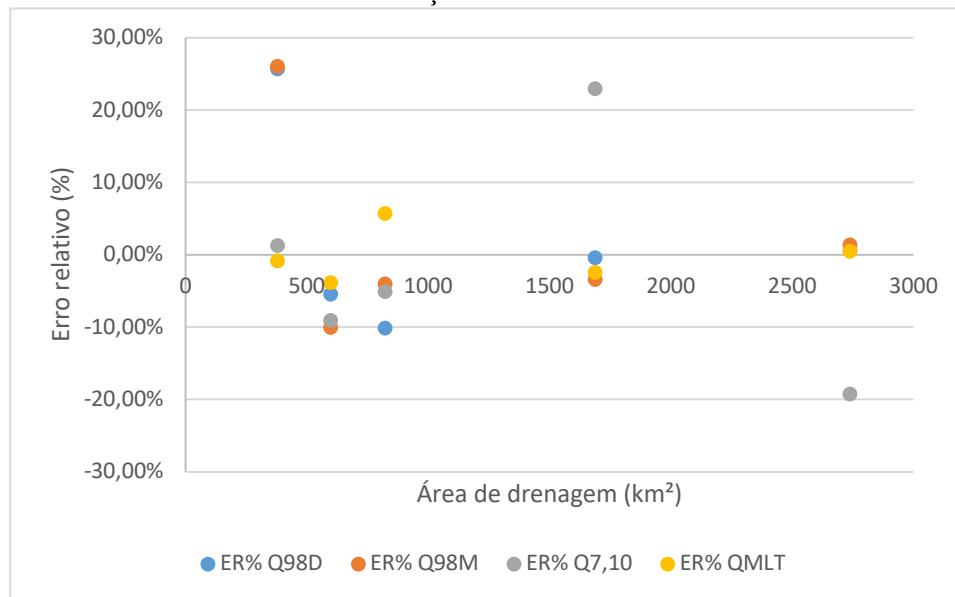
As Figuras 4 e 5 apresentam a relação entre a área de drenagem de cada estação fluviométrica e o erro relativo percentual encontrado para cada vazão de referência analisada nas RHH 1 e RHH 2.

Figura 4 – Gráfico entre a área de drenagem e erro percentual das vazões de referência para as estações da RHH 1



Fonte: Elaborada pelo autor (2025)

Figura 5 – Gráfico entre a área de drenagem e erro percentual das vazões de referência para as estações da RHH 2



Fonte: Elaborada pelo autor (2025)

As Figuras 4 e 5 demonstram que, à medida que a área de drenagem diminui, os valores de erro relativo (ER%) aumentam. Esse resultado está de acordo com a literatura, que aponta que, em estudos de regionalização de vazões, bacias de menor porte tendem a apresentar maior incerteza nas estimativas. Conforme apontado na literatura, bacias de menor porte tendem a apresentar maior variabilidade espacial da precipitação não capturada adequadamente pelas

séries pluviométricas disponíveis, o que compromete a precisão das estimativas de vazão (Corseuil et al. 2024; Cadorin 2021; Pruski et al., 2016). Essa limitação é particularmente relevante para vazões mínimas, como Q_{98D} e $Q_{7,10}$, que são mais sensíveis à variabilidade hidrológica. No presente estudo, embora os erros médios de estimativa (ER%) tenham permanecido abaixo de 30% em todas as estações, observou-se que os maiores valores ocorreram justamente nas estações com menor área de drenagem.

1.4.5 Avaliação de desempenho das equações de regionalização

A Tabela 8 apresenta os parâmetros estatísticos de desempenho das equações de regressão ajustadas para as duas regiões hidrologicamente homogêneas (RHHs). Os indicadores apresentados quantificam a diferença em magnitude entre as vazões observadas nas estações fluviométricas e aquelas estimadas por meio da regionalização, permitindo avaliar a precisão e a robustez dos modelos ajustados.

Tabela 8 – Parâmetros de desempenho das vazões de referência das RHHs 1 e 2

RHH	Referência	MAE ($m^3 \cdot s^{-1}$)	RMSE ($m^3 \cdot s^{-1}$)	LogNash (adimensional)
01	Q_{98D}	0,366	0,450	0,920
	Q_{98M}	0,424	0,447	0,948
	$Q_{7,10}$	0,289	0,349	0,945
	Q_{MLT}	0,599	0,772	0,985
02	Q_{98D}	0,240	0,298	0,971
	Q_{98M}	0,440	0,473	0,968
	$Q_{7,10}$	0,888	1,290	0,962
	Q_{MLT}	0,781	0,934	0,997

Fonte: Elaborada pelo autor (2025).

De modo geral, os resultados apresentados na tabela 8 demonstram que as equações de regressão ajustadas para cada RHH (Tabela 6) apresentaram bom desempenho, conforme indicado pelos valores do Erro Médio Absoluto (MAE), que para a RHH 1 variou de 0,289 a 0,599 $m^3 \cdot s^{-1}$ e para a RHH 2 de 0,240 a 0,888 $m^3 \cdot s^{-1}$, e da raiz quadrática do erro médio (RMSE) que apresentou valores próximos aos de MAE, e, do LogNash próximo de 1,0. Em estudos prévios na bacia do rio Tubarão, Aguiar (2020) encontrou $MAE < 2,0 m^3 \cdot s^{-1}$ na regionalização da Q_{98} , considerando esses resultados satisfatórios. Valores mais elevados também foram reportados na literatura: Matos et al. (2020) e Araújo et al. (2018) encontraram MAE de 14,1 $m^3 \cdot s^{-1}$ (para a Q_{95}) e 36,1 $m^3 \cdot s^{-1}$ (para a Q_{MLT}), respectivamente, mantendo ainda assim um bom ajuste segundo os autores.

Os valores de RMSE foram igualmente baixos, variando de 0,349 a 0,772 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ na RHH 1 e de 0,298 a 1,290 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ na RHH 2. A semelhança entre os valores de MAE e RMSE evidencia baixa dispersão dos erros e reforça a qualidade do ajuste das equações às regiões homogêneas. Em comparação, Araújo et al. (2018) obtiveram RMSE de até 8,94 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ para $Q_{7,10}$ e 91,15 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ para Q_{MLT} , ainda considerados aceitáveis para fins de regionalização.

O coeficiente Log de Nash-Sutcliffe (LogNash) variou de 0,920 a 0,997, indicando desempenho excelente dos modelos, dado que valores próximos de 1 indicam forte concordância entre vazões estimadas e observadas Moriasi (2007).

1.5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo demonstram a robustez das equações de regionalização propostas para estimativa das vazões de referência Q_{98} (diária e mensal), $Q_{7,10}$ e Q_{MLT} na bacia hidrográfica do rio Tubarão (BHRT), especialmente quando consideradas as duas regiões hidrologicamente homogêneas (RHHs) definidas a partir da análise de correlação.

A área de drenagem foi identificada como a variável preditora com maior poder explicativo, corroborando a literatura e conferindo simplicidade e aplicabilidade às equações ajustadas.

A análise estatística dos erros relativos (ER%) revelou que todas as equações apresentaram desempenho satisfatório, com valores inferiores a 30%, e tendência de maior erro em bacias com menor área de drenagem — resultado consistente com outros estudos que indicam maior sensibilidade da regionalização em bacias de pequeno porte. Ainda, os menores ER% médios foram obtidos na RHH 2, sugerindo melhor homogeneidade hidrológica nesta sub-região.

Os parâmetros de desempenho MAE, RMSE e LogNash reforçaram a qualidade dos modelos ajustados. Os baixos valores de MAE e RMSE, aliados a coeficientes de LogNash próximos de 1, evidenciam a capacidade preditiva das equações ajustadas e sua adequação para aplicação prática em locais sem dados fluviométricos. A semelhança entre MAE e RMSE também indicou baixa dispersão e ausência de erros extremos significativos entre as vazões observadas e estimadas pelas equações de regionalização propostas.

Esses resultados não apenas confirmam a eficácia da regionalização, mas também indicam avanços em relação a estudos anteriores como os de Aguiar (2020) e Cadorin (2021) na mesma bacia, os quais apresentaram maiores variações de erro. Assim, as equações desenvolvidas neste trabalho configuram-se como ferramentas úteis para subsidiar estudos de

outorga, dimensionamento de aproveitamentos hidrelétricos e planejamento de recursos hídricos na BHRT, contribuindo para uma gestão mais eficiente dos recursos hídricos da região.

Para estudos futuros sugere-se utilizar as vazões de referência Q_{98} (diária e mensal), $Q_{7,10}$ e Q_{MLT} regionalizadas nos cálculos da potência média gerada pelos empreendimentos hidrelétricos presentes na BHRT, a fim de verificar se há superestimativa ou subestimativa da mesma.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (BRASIL) – ANA **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2023: informe anual**. Brasília. ANA, 118 p. 2024.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (BRASIL) – ANA **Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos**. Brasília. ANA, 76 p. 2019.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. 2020. **Resolução Normativa Nº 875, de 10 de março de 2020**. Estabelece os requisitos e procedimentos necessários à aprovação dos Estudos de Inventário Hidrelétrico de bacias hidrográficas, à obtenção de outorga de autorização para exploração de aproveitamentos hidrelétricos. Brasília.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **SIGEL: Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico. Empreendimentos de Geração**. Disponível em <Mapa dos Empreendimentos de Geração de Energia Elétrica - Visão Geral>. Acesso em: fev. 2024.
- AGUIAR, A. F. de O. **Regionalização de vazões mínimas diárias e mensais para bacias hidrográficas do Sul de Santa Catarina, Brasil**. 2020. 113 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Sustentabilidade) – Universidade Federal de Santa Catarina, SC.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONCALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, Berlin, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ARAÚJO, F. C.; De MELLO, E. L.; GOLLIN, G. M.; De QUADROS, L. E.; GOMES, B. M. **Streamflow regionalization in Piquiri River basin**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 38, n. 1, p. 22–31, jan./fev. 2018. DOI: 10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v38n1p22-31/2018
- ASUERO, A. G.; SAYAGO, A.; GONZÁLEZ, A. G. **The correlation coefficient: an overview**. Critical Reviews in Analytical Chemistry, v. 36, n. 1, p. 41–59, 2006. DOI: 10.1080/10408340500526766
- BACK, Á. J.; POLETO, C.. **Avaliação temporal do potencial erosivo das chuvas de Florianópolis-SC**. Revista Brasileira de Climatologia, Curitiba, v. 21, n. 1, p. 264–283, 2018.
- BACK, Á. J.; ZAMBRANO, G. J. D.; CORSEUIL, C. W. **Streamflow permanence curve of the river Timbó, Santa Catarina, Brazil**. Acta Brasiliensis, v. 3, n. 2, p. 56-61, 2019. <http://dx.doi.org/10.22571/2526-4338182>.
- BAZZO, K. R.; GUEDES, H.A.S.; CASTRO, A.S.; SIQUEIRA, T.M.; TEIXEIRA-GANDRA, C.F.A. **Regionalização da vazão Q95: comparação de métodos para a bacia hidrográfica do Rio Taquari-Antas, RS**. Revista Ambiente e Água, Taubaté, v.12, n. 5, p. 855-870. 2017.
- BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Plano Nacional de Energia 2030**. colaboração EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Brasília : MME : EPE, 2007. p. 324 : il.

CADORIN, S. B. **Estimativa e regionalização de vazões mínimas em região do sul do Brasil. Criciúma, SC.** Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma, SC. 2021.

CECÍLIO, R. A.; ZANETTI, S. S.; GASPARINI, K. A. C.; CATRINCK, C. N. **Avaliação de métodos para regionalização das vazões mínimas e médias na bacia do rio Itapemirim.** Revista Scientia Agraria, v. 19, n. 2, p. 122–132, abr./jun. 2018.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S. A. – ELETROBRAS. **Metodologia para regionalização de vazões.** Rio de Janeiro. v. 1, 1985.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S. A. – ELETROBRAS. **Diretrizes para estudos e projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas.** Rio de Janeiro, 2000.

COLLISCHONN, W. **Métodos simples para estimar vazões de referência e sua incerteza.** Brasília; Porto Alegre: ANA: ABRH, 2023. 102 p., il. ISBN 97885886686496. Disponível em: https://biblioteca.ana.gov.br/sophia_web/acervo/detalhe/100918. Acesso em: mai. 2025.

COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. **Hidrologia para engenharias e ciências ambientais.** 3ª Imp. Porto Alegre: ABRH: 347p. 2021.

CORSEUIL, C. W.; BACK, A. J.; RONCHI, B. G.; AGUIAR, A. F. O. de.; GIEHL, M. R. **Análise de vazão mínima diária e mensal em locais com aproveitamento hidrelétrico.** In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA AMBIENTAL, 3., 2024, Porto Alegre, RS. Anais... Madrid: IAHR, 2024. p. 193-202

COSTA, T. F.; SANTOS, I. F. S. dos. **Análise do impacto da metodologia de construção da curva de permanência de vazões sobre os benefícios ótimos de uma central hidrelétrica.** XII Conferência de Pequenas Centrais Hidrelétricas – mercado e meio ambiente, São Paulo, 2018.

CRUZ, J. C. TUCCI, C. M. E. **Estimativa da disponibilidade hídrica através da curva de permanência.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, [S.L.], vol. 13. n. 1, p. 111-114, 2008. <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v13n1.p111-124>.

CUPAK A. **Initial results of nonhierarchical cluster methods use for low flow grouping.** Journal of Ecological Engineering, Poland, v. 18, n.2, p.44-50, 2017. <https://doi.org/10.12911/22998993/67504>.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional (BEN) 2024: Ano base 2023.** Disponível em <https://ben.epe.gov.br>. Acesso em: mai. 2025.

ESRI. **ArcMap: Component of ArcGIS Desktop. Versão 10.8.** Redlands: Environmental Systems Research Institute, 2020.

EUCLYDES, H.; RUBERT, O.; FERREIRA, P.; SANTOS, R. **Regionalização Hidrológica na Bacia do Alto São Francisco à Montante da Barragem de Três Marias, Minas Gerais.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, [S.L.], v. 6, n. 2, p. 81-105, 2001. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v6n2.p81-105>.

GALATTO, S.L.; BACK, Á.J. **Distribuição de probabilidades para determinação de vazão mínima de referência anual e sazonal da bacia do Rio Araranguá, Santa Catarina, Brasil.** *Contribuciones a las Ciencias Sociales.* 16 (9):16000-16. <https://doi.org/10.55905/revconv.16n.9-132>. 2023.

GASQUES, A.C. F.; NEVES, G. L.; SANTOS, J. D.; MAUAD, F. F.; OKAWA, C. M. P. **Regionalização de vazões mínimas: breve revisão teórica.** *Revista Eletrônica de Engenharia Civil - REEC*, 14 (2), 60-70. 2018.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. **Energia e meio ambiente no Brasil.** *Dossiê Energia. Estudos Avançados*, 21 (59), 2007. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142007000100003>

GOTARDO, R.; PIAZZA, G. A.; TORRES, E.; SEVERO, D. L.; KAUFMAN, V.. **Distribuição espacial e temporal das chuvas no Estado de Santa Catarina.** *Geosul*, Florianópolis, v. 33, n. 67, p. 253–276, 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico de 2022.** Rio de Janeiro, 2024.

INPE – Instituto de Pesquisas Espaciais. Banco de dados Geomorfométricos do Brasil – **TOPODATA.** Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>. Acesso em: mai. 2025.

MACIEL, A.L.; VIEIRA, E.M.; MONTE MOR, R.C.; VASQUES, A.C. **Regionalização e espacialização de vazões de permanência: Estudo aplicado na bacia do Rio Piracicaba-MG.** *Revista Brasileira de Climatologia.* v. 24, (1), 114-133. <https://doi.org/10.5380/abclima.v24i0.58420>. 2019.

MATOS, T. S.; ULIANA, E. M.; MARTINS, C. A. S; RAPALO, L. M. C.. **Regionalization of maximum, minimum and mean streamflows for the Juruena River Basin, Brazil.** *Ambiente & Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, Dourados, v. 15, n. 3, p. e2418, maio 2020. DOI: 10.4136/ambi-agua.2418

MICROSOFT CORPORATION, 2018. **Microsoft Excel.**

MOLINA S. K. M.; ALMEIDA I. K.; STEFFEN J. L.; ALVES SOBRINHO T. **Caracterização de Disponibilidade Hídrica e Comparação de Metodologias de Regionalização de Vazões.** *Geociências*, São Paulo, UNESP, v. 33, n. 3, p.506-515, 2014.

MOREIRA, J.; GUILHON, L.; ROCHA, V. **Comparação de métodos de previsão de vazões naturais afluentes a aproveitamentos hidroelétricos.** *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, [S.L.], v. 12, n. 3, p. 13-20, 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v12n3.p13-20>.

MORIASI, D. N.; ARNOLD, J. G.; VAN LIEW, M. W.; BINGNER, R. L.; HARMEL, R. D.; VEITH, T. L. **Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations.** *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, v. 50, p. 885-900, doi:<https://swat.tamu.edu/media/90109/moriasimodeval.pdf>. 2007.

NAGHETTINI, M.; PINTO, É. J. de A. **Hidrologia estatística**. Belo Horizonte, CPRM, 2007. 552p.

NOVAES, L. F. de; PRUSKI, F. F.; QUEIROZ, D. O de.; RODRIGUEZ, R. G.; SILVA, D. D da.; RAMOS, M. M. **Avaliação de desempenho de cinco metodologias de regionalização de vazões**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 51–61, 2007. DOI: 10.21168/rbrh.v12n2.p51-61

LOUDIN, L., ANDRÉASSIAN, V., PERRIN, C., MICHEL, C., LE MOINE, N. **Spatial proximity, physical similarity, regression and ungagged catchments: A comparison of regionalization approaches based on 913 French catchments**. Water Resources Research, 44(3), 1–15. 2008.

PANDOLFO, C.; BRAGA, H. J.; SILVA JR, V. P. da; MASSIGNAM, A. M., PEREIRA, E. S.; THOMÉ, V. M. R.; VALCI, F.V. **Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002.

PUSHPALATHA, R.; PERRIN, C.; MOINE, N. Le; ANDRÉASSIAN, V. **A review of efficiency criteria suitable for evaluating low-flow simulations**. Journal of Hydrology, [S.L.], v. 420-421, p. 171-182, 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.11.055>.

PRUSKI, F. F.; NUNES, A. A.; REGO, F. S.; SOUZA M. F. **Extrapolação de equações de regionalização de vazões mínimas: alternativas para atenuar os riscos**. Water Resources and Irrigation Management, Cruz das Almas, BA, v. 1, n. 1, p. 51-59, 2012.

PRUSKI, F. F.; RODRIGUEZ, R. D. G.; PRUSKI, P. L.; NUNES, A. de A.; REGO, F. S. **Extrapolation of regionalization equations for long-term average flow**. Engenharia Agrícola, v. 36, n. 5, p. 830-838, 2016. doi: 10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n5p830-838/2016.

REBOITA, M. S.; KRUSCHE, N.; AMBRIZZI, T.; ROCHA, R. P. **Understanding Weather and Climate in South America**. Terra e Didática, v. 8, p. 34–50, 2012.

ROCHA, S. C.; SILVA, D. P.; SILVA, J. B. L.; COELHO, D. A.; NOVAIS BRANDÃO, D. **Regionalização de vazões da região baiana da bacia hidrográfica do rio Pardo, Brasil**. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais, v. 12, n. 1, p. 82–94, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/57047>. Acesso em: 14 jun. 2025.

SANTA CATARINA. **Lei nº 10.949 de 09 de novembro de 1998**. Dispõe sobre a caracterização do estado em dez regiões hidrográficas. Florianópolis: 1998. Disponível em: https://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/Legislacao/Lei-Estadual-10949-1998.pdf. Acesso em: mar. 2025

_____. **Portaria SDS no 51, de 02 de outubro de 2008**. Altera a Portaria SDS no 36, de 29 de julho de 2008. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável. Florianópolis, 2008. Disponível em: http://www.cadastro.aguas.sc.gov.br/sirhsc/conteudo_visualizar_dinamico.jsp?idEmpresa=1&idMenu=1011&idMenuPai=333>. Acesso em: mai. 2025.

_____. **Portaria SDS no 36, de 29 de julho de 2008.** Estabelece os critérios de natureza técnica para outorga de direito de uso de recursos hídricos para captação de água superficial, em rios de domínio do Estado de Santa Catarina e dá outras providências. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável. Florianópolis, 2008. Disponível em: http://www.sirhesc.sds.sc.gov.br/sirhsc/conteudo_visualizar_dinamico.jsp?idEmpresa=12&idMenu=717&idMenuPai=333. Acesso em: mai. 2025.

SANTOS, W.O.; SILVA, K. B.; COELHO, D.C.L.; SILVA, K.M.P.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; SILVA, P.C.M.; BATISTA, R.O. **Variabilidade espacial e temporal das precipitações para a Microrregião de Pau dos Ferros-RN.** Revista Brasileira de Geografia Física, Pernambuco, v. 7, n. 3, p. 434-441, 2014.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL – SDS. **Plano estadual de recursos hídricos de Santa Catarina** – Florianópolis: SDS, 2017. Disponível em: https://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/Plano%20Estadual/etapa_a/PERH_SC_RH_9_CERTI-CEV_2017_final.pdf. Acesso em: mai. 2025

SORRIBAS, M. V.; COLLISCHONN, W.; PAIVA, R.C.D. **Relatório Técnico: Avaliação do método da vazão específica com doador único em postos fluviométricos do Brasil.** IPH-ANA-HGE-SR-R6. Porto Alegre, 2021.

SOUSA, H. T. de. **Sistema computacional para regionalização de vazões.** 2009. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

SOUZA, R. M. de; SANTOS, I. dos. **Estimativa da variabilidade espacial de vazões mínimas na bacia hidrográfica do Altíssimo Rio Negro, Região sul-brasileira, com aplicação do modelo SWAT.** Raega - O Espaço Geográfico em Análise, [S.L.], v. 28, p. 134-154, 2013. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v28i0.32304>.

STATACORP. 2025. **Stata Statistical Software: Release 14.2.** College Station, TX: StataCorp LLC.

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação.** 3^a Ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH. 2009.

_____. **Regionalização de vazões.** Porto Alegre, 1^a Ed. 1^a Reimp. ABRH/UFRGS, 2017. 256 p.

UN – United Nations. **World Population Prospects 2022. Summary of Results.** New York, 2022.

VILELLA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada.** São Paulo: McGraw-Hill, 1975

ZAGONEL, J. F.. **Regionalização da Q95 utilizando geoprocessamento, na Região Hidrográfica do Guaíba, RS.** 113 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento) – Centro Estadual de Pesquisa em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

ANEXO A – NORMAS DA REVISTA REGA

As normas da revista REGA – Revista de Gestão de Água da América Latina – ISSN 2359-1919 são apresentados abaixo, como também podem ser acessados no link <https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=2&PI=InsSubArt>.



Publicações

Português English Español

[Apresentação](#) [Conselho Editorial](#) [Instruções aos autores](#) [Envio de artigos](#)

REGA - Revista de Gestão de Água da América Latina - ISSN 2359-1919

Instrução aos autores para submissão de artigo – Revista de Gestão de Águas da América Latina – REGA -

Política Editorial

Os artigos deverão ser escritos em português. Aceitam-se artigos em espanhol e em inglês devendo obrigatoriamente conter o TÍTULO, o RESUMO e as PALAVRAS-CHAVE em português.

O artigo enviado não deve estar em processo de submissão para outra revista ou agência para publicação, e não deverá ter sido publicado anteriormente, exceto como um resumo para um evento científico. De acordo com o parágrafo único do artigo 2º das Regras da REGA, o escopo da Revista abrange assuntos relacionados às seguintes áreas: hidráulica, relações entre recursos hídricos e saneamento ambiental, água urbana, hidrometeorologia, irrigação, drenagem, quantidade de água e gestão da qualidade, energia hidrelétrica, limnologia, hidrogeologia, erosão, sedimentação, tecnologias ambientais, medições e instrumentação de recursos hídricos.

O manuscrito deverá ser enviado pela internet para o seguinte endereço:

<http://www.abrh.org.br/rega> de acordo com as instruções de uso. Deve ser submetido **arquivo separado** intitulado Filiação e Contribuição dos Autores, onde é apresentado os nomes dos autores e quais as contribuições individuais de cada um para o manuscrito apresentado. Além da identificação dos autores via sistema, é solicitado que (também via sistema) o arquivo seja enviado em Doc com o nome completo e afiliação dos autores (instituição, município, estado, país, email, ORCID) e descrição das contribuições individuais. Esta informação será usada se o artigo for aceito para publicação. O autor deve concordar com as seguintes condições (através do sistema) quando o manuscrito é enviado: assumir a responsabilidade pelos demais autores, se houver, como co-responsáveis pelo conteúdo técnico-científico do artigo, conforme o artigo 5º da Lei nº 9610, sobre direitos autorais.

Os manuscritos subdivididos em partes I, II, etc, devem ser registrados separadamente, mas serão submetidos aos mesmos revisores. Os manuscritos podem conter figuras coloridas (figuras, gráficos, gráficos e outros), mas o tamanho máximo permitido do arquivo completo é de 30Mb (Megabytes). Manuscritos que não seguem estas diretrizes serão devolvidos aos autores para corrigir os problemas. A classificação dos manuscritos enviados como Científicos / Técnicos, e que os Editores e/ou Revisores interpretam como estando no estilo de uma Nota Técnica deve ser alterada, e eles serão reavaliados se as alterações forem solicitadas. Se os autores não concordarem com a alteração da Nota Técnica, o manuscrito será rejeitado.

Conflito de interesse

RBRH

REGA

ANAIS - Simpósios

LIVROS

LIVROS DIGITAIS

PESQUISAR

Artigo ou palavra-chave:

Autor:

Buscar

REVISTA REGA

2025

VOL. 22

2024

2023

2022

2021

2020

2019

2018

2017

2016

2015

2014

2013

2012

2011

2010

A confiabilidade pública no processo de revisão por pares e a credibilidade de artigos publicados dependem em parte de como os conflitos de interesses são administrados durante a redação, revisão por pares e tomada de decisões pelos editores.

Quando os autores submetem um manuscrito, eles são responsáveis por reconhecer e revelar conflitos financeiros ou de outra natureza que possam ter influenciado seu trabalho. Os autores devem reconhecer no manuscrito todo o apoio financeiro para o trabalho e outras conexões financeiras ou pessoais com relação à pesquisa. O revisor ad hoc deve revelar aos editores quaisquer conflitos de interesse que poderiam influir em sua opinião sobre o manuscrito, e, quando couber, deve declarar-se não qualificado para revisá-lo.

2009

2008

2007

2006

2005

2004

Todos Volumes

Sistema de Processamento e Revisão por Pares / Critérios para arbitragem

Os manuscritos são enviados a dois revisores para avaliação e devem apresentar uma contribuição técnica e científica para a comunidade.

Os manuscritos deverão ser submetidos através do sistema eletrônico da REGA para submissão de manuscritos em <http://www.abrh.org.br/rega>, onde o autor responsável será informado, bem como todos os dados para a identificação dos coautores. O manuscrito recebido será tratado de acordo com os procedimentos estabelecidos pelo Conselho Editorial da Revista.

O processo de revisão de manuscritos no REGA é meticuloso. Revisores voluntários aplicam seus conhecimentos e dedicam muitas horas de seu precioso tempo para garantir que os artigos sejam publicados dentro de um período definido e serão apropriados para publicação na REGA.

Revisão técnica: Os trabalhos serão avaliados primeiramente quanto ao cumprimento das regras de publicação e documentação necessárias para apresentação dos manuscritos. Caso não estejam de acordo com as instruções, elas serão devolvidas aos autores para adaptá-las ao escopo da revista. Se o manuscrito não estiver dentro dos parâmetros esperados, ele será devolvido ao autor correspondente pelo Editor Chefe.

Pré-análise: os manuscritos aprovados pela revisão técnica serão submetidos aos Editores Associados para apreciação quanto à sua adequação ao escopo da revista. Se o manuscrito não estiver dentro dos parâmetros esperados, ele será devolvido ao autor correspondente pelo Editor Chefe.

Análise de mérito e conteúdo: os manuscritos aprovados pelos Editores Associados serão avaliados por mérito e método científico por pelo menos dois repórteres ad-hoc de unidades que não são aquelas de onde vem o artigo, além do Editor Chefe. O Editor Chefe decidirá se o manuscrito será aceito. Quando o original tiver que ser revisado, o manuscrito será devolvido ao autor correspondente para modificação. Uma versão revisada com as alterações feitas será reenviada pelos autores e reavaliada pelo Editor Chefe, Editores Associados e revisores conforme necessário. Os manuscritos que foram recusados, mas que poderiam ser reformulados, podem retornar como um novo artigo, iniciando outro processo de julgamento.

Tanto os avaliadores quanto os autores, ao longo do processamento da submissão de artigos, podem ser identificados pela outra parte.

Os conceitos emitidos nos trabalhos publicados serão de responsabilidade exclusiva dos autores e não são obrigados a refletir a opinião do Editor Chefe ou do Conselho Editorial.

Conselho Editorial

O conselho editorial da REGA é composto pelo Editor Chefe, Editores Associados e Editor Executivo (Veja no Conselho Editorial). O Editor Executivo é a principal pessoa responsável por seguir o processo de revisão do manuscrito no REGA, convidando Revisores e informando os

Autores, e assim ajudando os Editores Associados no processo. O Editor Chefe, além de estabelecer diretrizes para o REGA, também está envolvido em casos polêmicos e analisando apelos de autores sobre a Decisão Editorial.

Recursos contra uma decisão editorial

O(s) autor (es) pode(m) recorrer de uma decisão editorial para rejeitar um manuscrito. Este procedimento deve ser realizado através do sistema, utilizando a opção "Enviar E-mail", para o manuscrito rejeitado. Os autores devem fornecer elementos que justifiquem o recurso que será analisado pelo Editor Associado e pelo Editor Chefe. Se o recurso for aceito, o processo de revisão do manuscrito pode ser reaberto.

Declaração de Direito Autoral

No ato do envio do artigo, observe que os autores, ao concederem a Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRHidro (editora da REGA) o direito de publicar o trabalho e aceitam os termos e condições da licença CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>); que permite a ABRHidro reproduzir, distribuir, executar publicamente, criar adaptações e usar comercialmente a obra, se declarada pelo autor. A ABRHidro tem o direito exclusivo de determinar todos os aspectos técnicos da publicação, incluindo a forma de distribuição. Além disso, os autores concedem a ABRHidro uma licença não exclusiva para usar o trabalho da seguinte maneira:

1. Armazenar o trabalho em formato eletrônico, distribuir partes de todo ou todo o trabalho com o objetivo de promover a ABRHidro por meio de redes de computadores e outras mídias digitais; gravar o trabalho de qualquer forma, incluindo mídia digital, e reproduzi-lo de qualquer forma, inclusive mídia digital;
2. registrar o trabalho na memória de computadores públicos localizados no escritório da ABRHidro (ou salas utilizadas pela ABRHidro);
3. disponibilizar o trabalho e enviá-lo através de redes multimídia, esp. Internet e Intranet on-line, sob demanda, inclusive disponibilizando o trabalho publicamente, para que qualquer pessoa possa obter acesso ao trabalho ou a suas partes, onde e quando for conveniente para eles.

Atribuição Creative Commons (CC BY): permite que outras pessoas distribuam e copiem o artigo, para criar extratos, resumos e outras versões revisadas, adaptações ou trabalhos derivados de ou de um artigo (como uma tradução), para incluir em um trabalho coletivo (como uma antologia), para extrair texto ou dados do artigo, mesmo para fins comerciais, desde que creditem o(s) autor(es), não representem o autor como endossando sua adaptação ao artigo e não modifiquem o artigo em de maneira a prejudicar a honra ou a reputação do autor.

Direitos de Autor

Para a publicação de acesso aberto, a REGA usa um contrato de licença exclusivo. Os autores manterão os direitos autorais juntamente com os direitos de uso acadêmico e a REGA receberá direitos de publicação e distribuição.

Política de auto arquivamento do autor

A REGA permite e incentiva os autores a postar itens submetidos à revista em sites pessoais e repositórios institucionais ou financiadores após a publicação. A versão final publicada em PDF deve ser usada e os detalhes bibliográficos que creditam a publicação nesta revista devem ser incluídos.

Formato do arquivo

O texto deve ser compatível com o formato do editor do Microsoft Word (Doc ou Docx). As seguintes diretrizes devem ser obedecidas:

Configuração da página

Tamanho do papel: A4 (210x297 mm);

Colunas: Uma coluna

Espaço entre linhas: simples;

Figuras ou tabelas que excedam a largura de uma coluna devem ser inseridas em uma seção no final do artigo ou em um arquivo anexado;

As equações não devem exceder a largura de uma coluna;

Numere as páginas e não use cabeçalhos, rodapés ou notas de rodapé;

Numere as linhas de cada página;

O nome do documento que contém o artigo em formato Word não deve conter partes ou nomes completos do autor principal e / ou co-autores;

Fontes - texto e tabelas: fonte Garamond de 10 pontos; títulos de tabelas e figuras: 9 pontos Garamond negrito; outros títulos: 11 pontos Garamond negrito

Ilustrações e tabelas - Largura recomendada para figuras: uma coluna no manuscrito; tamanho máximo: 17 x12 cm; As linhas usadas nas figuras e gráficos não devem ser muito finas e os textos e legendas não devem ser muito pequenos ou muito grandes em relação ao tamanho da figura; Legendas: fotos tracejadas ou em escala de cinza, em preto e branco; os artigos podem ser impressos em cores; Tente criar tabelas que se encaixem em uma coluna do manuscrito ou, no máximo, metade de uma página; As figuras devem ser incluídas no texto e enviadas em arquivo separado em formato TIFF, JPEG, PCX, GIF ou BMP, com resolução mínima de 300 dpi.

Equações: Sempre que possível, prepare caracteres matemáticos e equações usando o Microsoft Equation disponível em todas as versões do Word no Microsoft Office, 2003. Os usuários do Word 2007/2010 podem enviar arquivos no formato Docx e usar o novo editor de equações disponível nessas versões.

Referências

Todas as referências devem ser citadas no texto e vice-versa;

As citações no texto devem ser em letras minúsculas e referências em letras maiúsculas.

Artigo Científico / Técnico

Isso se refere ao relatório de uma pesquisa original, com uma hipótese bem definida, favorecendo tópicos inovadores. Os textos devem cobrir os itens destacados em letras maiúsculas e em negrito, sem parágrafo e sem numeração, deixando dois espaços (duas vezes ENTER) após o item anterior e um espaço (um único ENTER) para iniciar o texto na seguinte ordem: para um artigo em português ou espanhol: título (português ou espanhol); nome dos autores, abstract (abstract), palavras-chave (palavras chave); título (inglês), resumo e palavras-chave. Para um artigo em inglês: título (inglês), nome dos autores; resumo, palavras-chave; título (português), resumo e palavras chave. Para garantir que a análise por pares seja cega, os trabalhos submetidos devem ser apresentados sem autores e notas de rodapé.

TÍTULO: centralizado; deve ser claro e conciso, permitindo a identificação imediata do conteúdo do artigo, tentando evitar palavras como: análise, estudo e avaliação. Os manuscritos devem apresentar o título em português e inglês, possibilitando a apresentação de um resumo bilíngue.

AUTORES: O número de autores deve ser o mínimo possível, considerando apenas pessoas que realmente participaram do artigo e são capazes de responder por ele integralmente ou em partes essenciais. Os autores devem apresentar filiação completa, indicando a instituição, cidade, estado e país. Quando necessário, o Conselho Editorial poderá solicitar justificativas para explicar a presença dos autores no trabalho, bem como apresentar a indicação da contribuição de cada autor. Os autores serão identificados no artigo enviado para avaliação. Os editores removerão os nomes dos autores antes de enviá-los aos revisores, e as informações só serão inseridas nos artigos depois que o artigo for aprovado.

RESUMO: O texto deve começar na segunda linha após o item, deve ser claro, conciso e deve explicar o (s) objetivo (s) pretendido (s) buscando justificar sua importância (sem incluir referências), os principais procedimentos adotados, os resultados mais significativos e conclusões, com um máximo de 12 linhas. Abaixo, na segunda linha após o item, deve aparecer o **KEYWORDS** (no máximo seis tentando não repetir as palavras no título). escrito em letras minúsculas e negrito. Uma versão completa do **ABSTRACT** em inglês deverá apresentar a seguinte distribuição: **TITLE**, **ABSTRACT** e **KEYWORDS**.

INTRODUÇÃO: Apresenta o tema a ser discutido, seus objetivos e finalidades, informando quais métodos foram utilizados, delimitação precisa da pesquisa em relação ao campo do conhecimento, períodos abrangidos, e outros elementos necessários para situar o tema do trabalho, utilizando bibliografia recente (últimos 5 anos) e, preferencialmente, periódicos.

MATERIAL E MÉTODOS: Dependendo da natureza do trabalho, uma caracterização da área experimental deve ser inserida, esclarecendo as condições sob as quais o estudo foi realizado. Quando os métodos são especificamente conhecidos para serem usados, a referência por si só será suficiente, caso contrário, é necessário descrever os procedimentos utilizados e as adaptações feitas. Unidades de medida e símbolos devem seguir o Sistema Internacional de Unidades.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: As ilustrações (figuras, gráficos e fotografias, etc.) devem ser apresentadas com tamanho e detalhes suficientes para a composição final, preferencialmente na mesma posição no texto, e podem ser coloridas. As ilustrações podem ter partes coloridas e a legenda abaixo. Eles devem ser numerados sucessivamente com algarismos arábicos. Tabelas: evite mesas longas com dados supérfluos, adapte seus tamanhos ao espaço de trabalho do papel e, na medida do possível, coloque somente linhas horizontais contínuas; suas legendas devem ser concisas e auto-explicativas, e também devem apresentar o título em inglês. Fotografias podem ser coloridas. Na discussão compare os resultados com os dados obtidos na bibliografia.

CONCLUSÕES: Eles devem ser baseados apenas nos resultados do estudo. Evite repetir os resultados em uma listagem subsequente, buscando comparar o que foi obtido com os objetivos iniciais estabelecidos. As conclusões devem ser escritas facilitando a interpretação do artigo sem a necessidade de consultar outros itens do mesmo.

AGRADECIMENTO (S): inseri-lo (s) quando necessário de forma concisa, após as conclusões.

REFERÊNCIAS: As referências devem ser ordenadas alfabeticamente e normalizadas de acordo com as normas da APA, detalhadas na 6ª edição do *Publication Manual of the American Psychological Association* (<http://www.apastyle.org>). Deve ser referenciado todos os autores mencionadas no texto e em tabelas, figuras ou ilustrações. Evitar citações de resumos, trabalhos não publicados e comunicação pessoal. Sugere-se que pelo menos 70% das referências sejam dos últimos 5 anos e 70% de artigos de periódicos.

CITAÇÕES: Todas as citações no texto devem constar da lista de Referência. As citações no texto devem aparecer em letras minúsculas e, quando inseridas entre parênteses no final do parágrafo, devem estar em letras maiúsculas, existindo outras referências do(s) mesmo(s) autor(es) no mesmo ano (outras publicações), a mesma será identificada com letras minúsculas (a, b, c) após o

ano da publicação. Quando houver três ou mais autores, no texto será citado apenas o primeiro autor seguido de et al., sem itálico, mas na listagem bibliográfica final os demais nomes também deverão aparecer. Na citação de citação, identifica-se a obra diretamente consultada; o autor e/ou a obra citada nesta é assim indicado: SILVA (2010) apud Santos (2012). Quaisquer dúvidas, consultar a norma *Publication Manual of the American Psychological Association* (<http://www.apastyle.org>). É aconselhável que, antes de redigir o artigo, os autores tomem como base de formatação um artigo publicado no último número da revista.

Nota técnica

Deve apresentar avanços tecnológicos sem apresentar uma hipótese. Quando se trata de um estudo de caso, as conclusões devem apresentar proposições. Deve ser escrito em linguagem técnica, de fácil compreensão, sobre um assunto relacionado aos campos de conhecimento cobertos pela Revista, pelo (s) autor (es) apresentando experiência sobre o assunto, orientando os diferentes usuários da REGA. Apenas a apresentação de artigos que contribuem para o assunto é justificada, não apenas casos pessoais ou casos com interesse limitado. Há maior liberdade de estilo do que para artigos científicos, e as notas técnicas devem conter principalmente os seguintes itens: Título, Autor (es), Resumo, Palavras-chave, Introdução, Descrição do Sujeito, Conclusões e Referências. A identificação dos autores será incluída somente após o artigo ser aceito para publicação. Os artigos devem ser escritos de acordo com as mesmas diretrizes para artigos científicos, com as seguintes particularidades;

O cabeçalho da primeira página deve mostrar a identificação: NOTA TÉCNICA, em letras maiúsculas, sublinhado, negrito, centrado e espaçado a 1,1 cm da margem superior.

INTRODUÇÃO: deve conter um breve histórico, explicando a importância, o estado atual do assunto com base em uma revisão da literatura, apresentando claramente o objetivo do artigo.

DESCRIÇÃO DO ASSUNTO: com diferentes títulos que podem ser divididos em subitens, deve-se discutir o assunto, apontando as bases teóricas, apresentando experiências e recomendações, discutindo e criticando situações, baseando-se, tanto quanto possível, em bibliografia e padrões técnicos.

CONCLUSÕES: quando apropriado, devem ser redigidos de forma clara e concisa, de acordo com as metas estabelecidas. Não deveria ser uma simples reformulação simplesmente apresentando os outros parágrafos do artigo novamente.

EXEMPLOS

CITAÇÕES NO TEXTO

Um autor

No parágrafo Silva (2000) ou
Entre parênteses (Silva, 2000)

Dois autores

No parágrafo Santos e Luz (2010) ou
Entre parênteses (Santos & Luz, 2010)

Três ou mais autores:

No parágrafo Melo et al. (2012) ou
Entre parênteses (Melo et al., 2012)

Documentos do mesmo autor publicados no mesmo ano:

No parágrafo Brasil (2000a, 2000b) ou

Entre parênteses(Brasil, 2000a, 2000b)

REFERÊNCIAS

Incluir apenas as referências citadas no texto, em tabelas e ilustrações já publicadas, organizadas em ordem alfabética por sobrenome de autor (es) e em letras maiúsculas. Use o recurso tipográfico de itálico para destacar o título do trabalho. Pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 5 anos e 70% de artigos em periódicos. Se houver alguma dúvida, consulte as normas da APA, detalhadas na 6ª edição do *Publication Manual of the American Psychological Association* (<http://www.apastyle.org>).

Exemplos:

ARTIGO DE PERIÓDICO

Brown, A. E., Western, A. W., McMahon, T. A., & Zhang, L. (2013). Impact of forest cover changes on annual streamflow and flow duration curves. *Journal of Hydrology*, 483, 39-50.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.12.031>.

ARTIGO DE PERIÓDICO ON-LINE

Vaz, C. A. B., & Silveira, G. L. (2014). O modelo PEIR e base SIG no diagnóstico da qualidade ambiental em sub-bacia hidrográfica urbana. *RBRH*, 19(2), 281-298. Recuperado em 20 de setembro de 2019, de:

<https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=1&ID=165&SUMARIO=4757>

LIVRO

Loris, A. A. R. (Ed.). (2012). *Tropical wetland management: the South-American Pantanal and the international experience*. Farnham: Ashgate.

CAPÍTULO DE LIVRO

Ruiz, H. A., Ferreira, P. A., Rocha, G. C., & Borges Junior, J. C. F. (2010). Transporte de solutos no solo. In Q. J. van Lier (Ed.), *Física do solo* (pp. 213-240). Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

Autor distinto da obra no todo

RUIZ, H. A.; FERREIRA, P. A.; ROCHA, G. C.; BORGES JUNIOR, J. C. F. Transporte de solutos no solo. In: van LIER, Q. J. *Física do solo*. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. cap. 6, p. 213-240.

DISSERTAÇÕES/TESES

Renner, L. C. (2010). *Geoquímica de sills basálticos da formação Serra Geral, sul do Brasil, com base em rocha total e micro-análise de minerais* (Tese de doutorado). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Santa Catarina.

DISSERTAÇÕES/TESES ON-LINE

Costa, L. (2014). *Contribuições para um modelo de gestão da água para a produção de bens e serviços a partir do conceito de pegada hídrica* (Dissertação de mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. Recuperado em 20 de setembro de 2019, de <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3136/tde-29122014-170217/fr.php>

TRABALHO APRESENTADO EM EVENTO

Berlato, M. A., Martins, E. J., Cordeiro, A. P. A., & Oderich, E. H. (2007). Tendência observada da precipitação pluvial anual e estacional do Estado do Rio Grande do Sul e relação com a temperatura da superfície do mar do Oceano Pacífico. In *Anais do XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia* [CD-ROM]. Campinas: CBAGRO

TRABALHO APRESENTADO EM EVENTO ON-LINE

Fechine, J. A. L., & Galvínio, J. D. (2010). Aplicação do teste de Menn Kendall na análise de tendências climáticas em anos de El Niño – Bacia Hidrográfica do Rio Pontal – Estado de Pernambuco. In *Anais do XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia*. São José dos Campos: INPE. Recuperado em 20 de setembro de 2019, de http://www.sbmet.org.br/cbmet2010/artigos/42_65198.pdf

DOCUMENTOS LEGAIS

Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. (2005, 18 de março). Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília.

HOMEPAGE

Agência Nacional de Águas - ANA. (2019, 08 de outubro). Recuperado em 20 de setembro de 2019, de <https://www.ana.gov.br/>