

RESSALVA

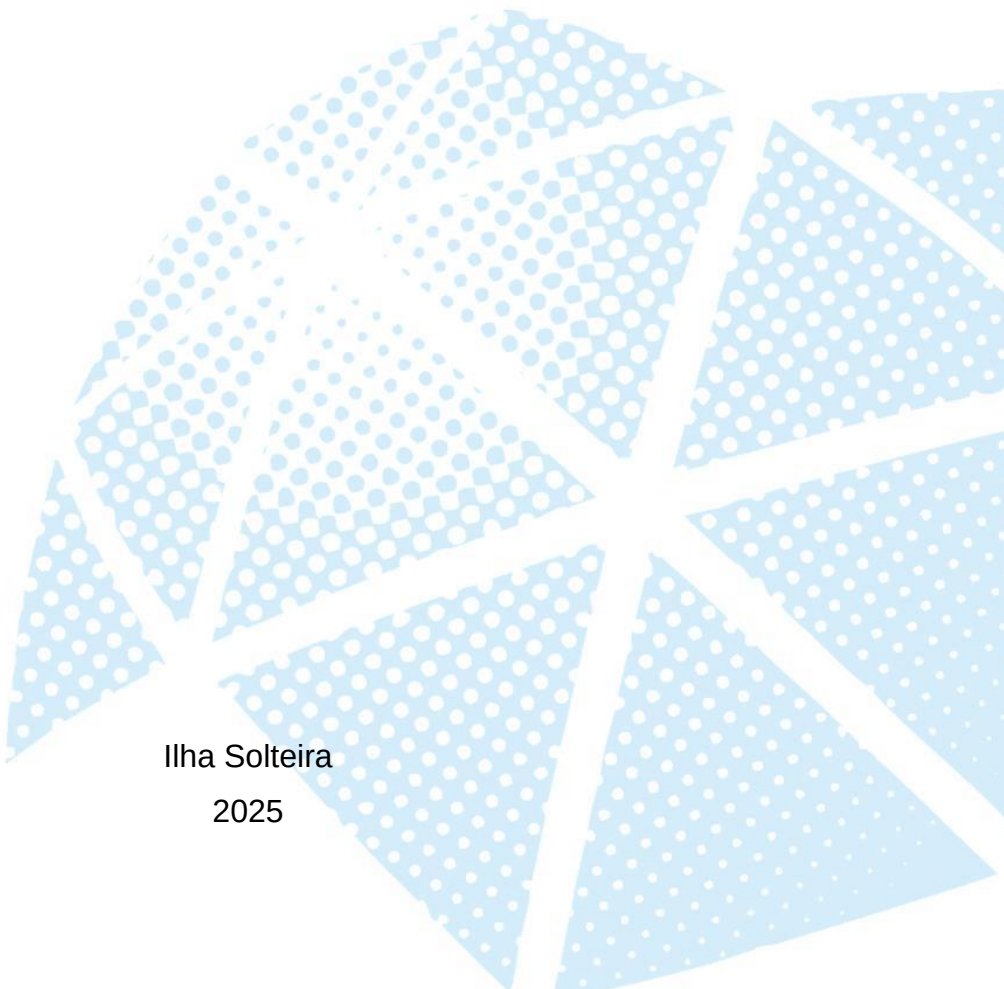
Atendendo solicitação do autor,
o texto completo deste documento será
disponibilizado a partir de
18/09/2026.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

CAROLINE SPERANDIO

**PROPOSTA DE REDE DE MONITORAMENTO HIDROLÓGICO PARA A
UGRHI-18 COMO FERRAMENTA DE PLANEJAMENTO PARA CRISES HÍDRICAS**

Ilha Solteira
2025



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM REDE NACIONAL EM GESTÃO E
REGULAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

CAROLINE SPERANDIO

**PROPOSTA DE REDE DE MONITORAMENTO HIDROLÓGICO PARA A UGRHI-
18 COMO FERRAMENTA DE PLANEJAMENTO PARA CRISES HÍDRICAS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

Prof. Dr. Jefferson Nascimento de Oliveira
Orientador

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

S749p Sperandio, Caroline.
Proposta de rede de monitoramento hidrológico para a UGRHI-18 como ferramenta de planejamento para crises hídricas / Caroline Sperandio. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2025
127 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Instrumentos de Política de Recursos Hídricos, 2025

Orientador: Jefferson Nascimento de Oliveira

Inclui bibliografia

1. Hidrometria. 2. Instrumentação Hidrológica. 3. Rede complementar.

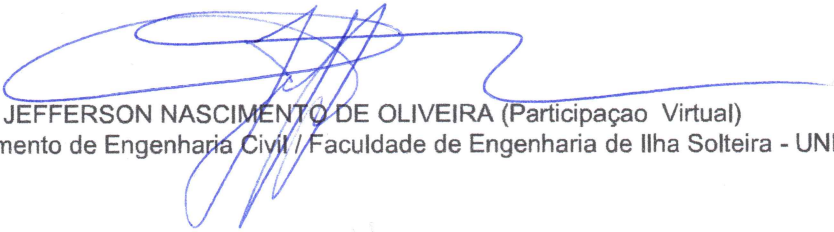
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: "PROPOSTA DE REDE DE MONITORAMENTO HIDROLÓGICO PARA A UGRHI-18 COMO FERRAMENTA DE PLANEJAMENTO PARA CRISES HÍDRICAS"

AUTORA: CAROLINE SPERANDIO

ORIENTADOR: JEFFERSON NASCIMENTO DE OLIVEIRA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, área: Instrumentos de Política de Recursos Hídricos pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. JEFFERSON NASCIMENTO DE OLIVEIRA (Participação Virtual)
Departamento de Engenharia Civil / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP

Prof. Dr. HUGO MORAIS DE ALCÂNTARA (Participação Virtual)
Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido / Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

Prof. Dr. JOAQUIN IGNACIO BONNECARRERE GARCIA (Participação Virtual)
Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental / Universidade de São Paulo - USP

Ilha Solteira, 18 de março de 2025

DEDICATÓRIA

Para minha avó, Izabel Guarezemim, que na grandeza de sua humildade me ensinou as maiores lições da vida.

AGRADECIMENTOS

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

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Jefferson Nascimento de Oliveira, pela parceria e amizade de anos, pelos ensinamentos técnicos e de vida, por seu apoio e compreensão em todos os momentos.

Agradeço à Turma ProfÁgua UNESP (Ilha Solteira e São Paulo - SP) 2023, pela colaboração mútua e incentivo durante todo o processo.

Agradeço a toda família Fonseca Miyake pelo acolhimento e suporte de anos, que serão sempre parte de mim e das oportunidades que tive.

Agradeço meus amigos Adner Daniel Brazão, Erika Moraes de Oliveira e Laura Freschi de Oliveira pela generosidade de suas presenças constantes, que me trazem a leveza e o afeto que a vida precisa ter.

Agradeço imensamente à minha mãe, Maria Inês Rodrigues, meu pai, Samuel Sperandio, e meu irmão, Gustavo Sperandio, que nunca mediram esforços para tornar possível cada sonho e objetivo que tive na vida. Vocês foram, são e sempre serão o meu maior exemplo, o meu maior orgulho e o meu maior amor.

Agradeço aos professores da rede pública de ensino, por persistirem, diariamente, na transformação pela educação. Especialmente, à professora Márcia Mariko Ano Zanetti, por sua dedicação extraordinária e seu papel fundamental em nossa comunidade.

RESUMO

As redes de drenagem naturais identificadas na região do rio São José dos Dourados (SJD) no estado de São Paulo e seus afluentes compõem o sistema identificado, no Plano Estadual de Recursos Hídricos, como a Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos número 18 (UGRHI-18). Conforme indicado pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados (CBH-SJD) em seu plano de gerenciamento emitido no ano de 2015, é parte do projeto de gestão a implantação gradual de rede de monitoramento quali-quantitativo de seus recursos hídricos. O presente trabalho buscou colaborar com fase de projeto de rede de monitoramento hidrológico da UGRHI-18, considerando a atual série histórica de dados disponíveis, identificando os fatores de maior influência no comportamento hidrológico da bacia, calculando o número de estações pluviométricas necessárias por diferentes métodos e fazendo a distribuição geográfica dos pontos complementares à rede. Foi possível determinar diferentes quantitativos de novos pontos de observação para diferentes fases do projeto de adequação da rede de monitoramento, para planejamento de instalação em curto, médio e longo prazo. Para adequação básica da rede atual, foi constatada a necessidade mínima de adição de 9 estações pluviométricas e 5 estações fluviométricas em complementação às estações integradas no Sistema Nacional de Informações Sobre Recursos Hídricos (SNIRH). Ainda, foi verificado que a integração de diferentes programas públicos de monitoramento pode auxiliar na composição de uma rede de monitoramento mais robusta, reduzindo a necessidade de postos pluviométricos complementares para 5 pontos.

Palavras-chave: hidrometria; Instrumentação hidrológica; rede complementar.

ABSTRACT

The natural drainage networks identified in the region of the São José dos Dourados River (SJD) in the state of São Paulo and its tributaries make up the system identified in the State Water Resources Plan as the Water Resources Management Hydrographic Unit number 18 (UGRHI-18). As indicated by the São José dos Dourados River Basin Committee (CBH-SJD) in its management plan issued in 2015, the gradual implementation of a qualitative and quantitative monitoring network of its water resources is part of the management project. This work sought to collaborate with the hydrological monitoring network design phase of UGRHI-18, considering the current historical series of available data, identifying the factors with the greatest influence on the hydrological behavior of the basin, calculating the number of rain gauge stations required by different methods and making the geographic distribution of the complementary points to the network. It was possible to determine different quantities of new observation points for different phases of the monitoring network adaptation project, for short, medium and long-term installation planning. For basic adaptation of the current network, it was found that there was a minimum need to add 9 rainfall stations and 5 river gauge stations in addition to the stations integrated in the National Water Resources Information System (SNIRH). Furthermore, it was found that the integration of different public monitoring programs can help to compose a more robust monitoring network, reducing the need for additional rainfall stations to 5 points.

Keywords: complementary network; hydrometry; hydrological instrumentation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Linha do tempo da evolução da rede gerenciada pela ANA	25
Figura 2 – Pontos de Monitoramento da Rede Hidrometeorológica Nacional	26
Figura 3 – Estrutura do pluviômetro “Ville de Paris”	27
Figura 4 – Pluviógrafo de cubas basculantes	28
Figura 5 – Esquema de posicionamento de lance de réguas linimétricas	29
Figura 6 – Fluxograma de análise de replanejamento de rede	31
Figura 7 – Verificação de homogeneidade de dados por duplas massas	36
Figura 8 – Classificação de declividades	38
Figura 9 – Localização da divisão por sub-bacias da UGRHI-18	43
Figura 10 – Fluxograma dos métodos aplicados	59
Figura 11 – Mapa de delimitação da UGRHI-18 e sub-bacias	61
Figura 12 – Mapa altimétrico da UGRHI-18	63
Figura 13 – Mapa de declividades da UGRHI-18	65
Figura 14 – Mapa da divisão política dos municípios da UGRHI-18	67
Figura 15 – Distribuição das áreas urbanizadas na região da UGRHI-18 em 2020	69
Figura 16 – Uso e ocupação do solo da UGRHI-18 no ano de 2022	71
Figura 17 – Distribuição das categorias principais de uso e ocupação por sub-bacia da UGRHI-18 (conforme Quadro 11)	72
Figura 18 – Distribuição geográfica dos postos pluviométricos utilizados	74
Figura 19 – Precipitações médias mensais (série histórica de 1971 a 2000)	76
Figura 20 – Variabilidade espacial do regime pluviométrico pelo método das isoietas	78
Figura 21 – Localização dos postos fluviométricos com dados em acervo no sistema estadual (DAEE)	80
Figura 22 – Vazões médias mensais do posto Cabrito (2001-2016)	81
Figura 23 – Vazões médias mensais do posto Nhandeara/Votuporanga (1976-7981)	81
Figura 24 – Histórico de outorgas emitidas pelas unidades da federação na UGRHI-18 de 1995 até 2024	82
Figura 25 – Gráfico da evolução acumulada do número de outorgas concedidas ao longo dos anos para uso consuntivo de águas superficiais	84
Figura 26 – Gráfico da evolução acumulada do número de outorgas concedidas ao longo dos anos para uso consuntivo de águas subterrâneas	84
Figura 27 – Usos da água outorgados até 2024, por sub-bacia da UGRHI-18	85
Figura 28 – Mapa dos postos pluviométricos atualmente ativos na UGRHI-18	87
Figura 29 – Mapa dos postos historicamente operados na UGRHI-18	88

Figura 30 – Mapa dos postos de monitoramento de qualidade das águas subterrâneas na UGRHI-18	90
Figura 31 – Mapa das áreas de vulnerabilidade a enchentes e à escassez de recursos hídricos na UGRHI-18	91
Figura 32 – Legenda do fluxograma	92
Figura 33 – Resumo dos levantamentos realizados	93
Figura 34 – Zoneamento por isolinhas e identificação numérica das áreas para cada sub-bacia da UGRHI-18	99
Figura 35 – Áreas prioritárias e quantitativos necessários para adequação à rede básica de pluviômetros	105
Figura 36 – Cobertura de monitoramento das estações pluviométricas SNIRH/DAEE, Clima FEIS e CIIAGRO	108
Figura 37 – Simulação de cobertura de monitoramento pluviométrico considerando os postos reativados e adicionados	110
Figura 38 – Configuração final da rede de monitoramento hidrológico proposta	115

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Relação de dados georreferenciados utilizados	50
Quadro 2 – Municípios totalmente e parcialmente inseridos na UGRHI-18	51
Quadro 3 – Postos pluviométricos atualmente ativos na UGRHI-18	54
Quadro 4 – Postos pluviométricos utilizados nas análises de pluviometria	55
Quadro 5 – Dados fluviométricos da UGRHI-18 em acervo no sistema estadual	56
Quadro 6 – Relação dos fatores de influência determinantes para operacionalização e efetividade do posto de observação proposto	58
Quadro 7 – Áreas da UGRHI-18 e sub-bacias	60
Quadro 8 – Parâmetros de caracterização geométrica	62
Quadro 9 – Ocorrência de declividades na UGRHI-18	64
Quadro 10 – População dos municípios totalmente e parcialmente inseridos na UGRHI-18	66
Quadro 11 – Uso e ocupação do solo na UGRHI-18 em categorias condensadas	70
Quadro 12 – Coeficientes de determinação obtidos nas análises de duplas massas	75
Quadro 13 – Precipitações médias anuais dos postos utilizados (1971 a 2000)	77
Quadro 14 – Precipitações médias na UGRHI-18 e sub-bacias	79
Quadro 15 – Densidade das estações pluviométricas da UGRHI-18 [km ² /estação]	86
Quadro 16 – Estações meteorológicas dos programas Clima FEIS e CIIAGRO	106
Quadro 17 – Estações pluviométricas desativadas para possível reativação	109
Quadro 18 – Composição da rede integrada de monitoramento hidrológico da UGRHI-18	113

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Densidade mínima de estações recomendadas (área em km ² por estação)	30
Tabela 2 – Densidade estações adicionais necessárias para cada área	95
Tabela 3 – Número ótimo de estações pluviométricas calculado com base em médias mensais de postos operacionais	97
Tabela 4 – Espacialização do quantitativo de estações por zona por sub-bacia	100

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

UGRHI	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SJD	São José dos Dourados
BH-SJD	Bacia Hidrográfica do São José dos Dourados
CBH-SJD	Comitê da Bacia Hidrográfica do São José dos Dourados
RM	Ribeirão Marimbondo
RC	Ribeirão Coqueiro
RPP	Ribeirão da Ponte Pensa
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
SNIRH	Sistema Nacional de Informações Sobre Recursos Hídricos
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
ALOS	Advanced Land Observing Satellite
ASF	Alaska Satellite Facility
ASF DAAC	Alaska Satellite Facility Distributed Active Archive Center
NASA	National Aeronautics and Space Administration
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIGRH	Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo
PEC	Proposta de Emenda à Constituição
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra Secas
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia

DNAE	Departamento de Nacional de Águas e Energia
DNAEE	Departamento de Nacional de Águas e Energia Elétrica
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
WMO	World Meteorological Organization
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
DEM	Digital Elevation Model
SIRGAS	Sistema de Referencia Geocêntrico para as Américas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
DEFRA	Department for Environment, Food & Rural Affairs
MESIB	Ministry of Environment Science and Information Branch
BIS	Bureau of Indian Standards
CIWEM	Chartered Institution of Water and Environmental Management

LISTA DE SÍMBOLOS

y	Precipitação a ser estimada
y_m	Precipitação média do posto a ser corrigido
x_i	Precipitação média do posto a ser corrigido
x_{mi}	Precipitação correspondente ao mês a ser preenchido nos postos vizinhos
P_a	Dado ajustado à condição atual
P_0	Dado a ser corrigido
M_a	Coeficiente angular da reta no período mais recente
M_0	Coeficiente angular da reta no período a ser corrigido
Σ	Somatória
P_m	Precipitação média
$A_{i,i+1}$	Área da faixa entre isoietas
P_i	Precipitação média da isoieta anterior à faixa
P_{i+1}	Precipitação média da isoieta posterior à faixa
A	Área total da bacia
K_c	Coeficiente de compacidade
P	Perímetro da bacia hidrográfica
r	Raio da circunferência de área igual a área da bacia
K_f	Fator de forma
A	Área da bacia hidrográfica

L	Comprimento da bacia hidrográfica
D_d	Densidade de drenagem
L	O comprimento de cada trecho que compõe a rede de drenagem
A_D	Área de drenagem da bacia
N	Número ótimo de estações
C_v	Coeficiente de variação da chuva média
P_r	Precipitação média em cada posto pluviométrico
$\underline{P_r}$	Precipitação média da bacia, calculada por média aritmética
n	Número de postos existentes
N_z	Número de postos pluviométricos a ser adicionado na zona i de monitoramento
A_t	Área da zona de monitoramento i
N_{EE}	É o número de estações pluviométricas previamente existentes na zona de monitoramento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	19
2	REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1	REDES DE MONITORAMENTO.....	21
2.1.1	Sistemas de informações hidrológicas.....	23
2.1.2	Contexto histórico	24
2.1.3	Instrumentação de monitoramento hidrológico.....	26
2.1.4	Projeto e fatores de influência de redes hidrométricas.....	30
2.2	CARACTERIZAÇÃO DO COMPORTAMENTO HIDROLÓGICO.....	34
2.2.1	Preenchimento de falhas e consistência de dados	35
2.2.2	Análises globais e variabilidade espacial.....	37
2.2.2.1	<i>Uso e ocupação do solo</i>	<i>37</i>
2.2.2.2	<i>Relevo.....</i>	<i>37</i>
2.2.2.3	<i>Variações espaciais de precipitação</i>	<i>38</i>
2.2.3	Caracterização morfométrica da bacia	39
3	METODOLOGIA	42
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	42
3.1.1	Aspectos gerais da UGRHI-18.....	42
3.1.1.1	<i>Aspectos físicos</i>	<i>43</i>
3.1.1.2	<i>Aspectos sociais</i>	<i>44</i>
3.1.2	Disponibilidade hídrica.....	44
3.1.2.1	<i>Águas subterrâneas</i>	<i>45</i>
3.1.2.2	<i>Águas superficiais.....</i>	<i>46</i>
3.1.2.3	<i>Usos da água a bacia</i>	<i>46</i>
3.1.3	Rede de monitoramento hidrológico da BH-SJD	47
3.2	LEVANTAMENTO DE DADOS	49
3.2.1	Caracterização física da UGRHI-18.....	49
3.2.2	Caracterização social da UGRHI-18.....	50
3.2.3	Caracterização hidrológica da UGRHI-18	52
3.2.3.1	<i>Análise das chuvas</i>	<i>53</i>
3.2.3.2	<i>Análise das vazões.....</i>	<i>56</i>

3.3	PROJETO DA NOVA CONFIGURAÇÃO DA REDE DE MONITORAMENTO HIDROLÓGICO.....	57
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	60
4.1	CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA UGRHI-18.....	60
4.2	ASPECTOS SOCIAIS DA UGRHI-18	66
4.3	CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DA UGRHI-18	73
4.3.1	Análise das chuvas.....	73
4.3.2	Análise das vazões	79
4.4	CENÁRIO ATUAL DA HIDROMETRIA DA UGRHI-18.....	86
4.5	FLUXOGRAMA DE RESULTADOS OBTIDOS.....	92
4.6	PROJETO DA NOVA CONFORMAÇÃO DA REDE DE MONITORAMENTO.....	95
4.6.1	Determinação do quantitativo de estações	95
4.6.2	Espacialização dos pontos de observação	98
5	CONCLUSÕES.....	116
	REFERÊNCIAS.....	117
	APÊNDICE A – Relação dos postos pluviométricos auxiliares para preenchimento de falha	122
	APÊNDICE B – Levantamento detalhado de uso e ocupação do solo da UGRHI-18.....	123
	APÊNDICE C – Postos relacionados nas análises de consistência por análise de duplas massas.....	125
	APÊNDICE D – Precipitações médias mensais por posto pluviométrico	126
	APÊNDICE E – Finalidades associadas às outorgas concedidas pelas unidades da federação, em cada região da UGRHI-18, ao longo do tempo.....	127

1 INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do Rio São José dos Dourados (BH-SJD) está localizada na região hidrográfica de mesmo nome e compõe a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 18 (UGRHI-18) do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SIGRH). A UGRHI-18 é fiscalizada e gerenciada, desde 1997, pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do São José dos Dourados (CBH-SJD) (CBH-SJD, 2022).

É de responsabilidade do CBH-SJD o planejamento da gestão e a emissão anual de relatórios de situação da bacia que, em sua versão publicada em 2021, com ano base de 2020, enfatiza a dificuldade assegurar a precisão das análises hidrológicas com base na atual rede de monitoramento instalada. O mesmo relatório, quando confrontado com plano de gerenciamento emitido no ano de 2015, indica que apenas um posto fluviométrico se manteve em funcionamento no período, tendo perdido dois postos no decorrer de cinco anos. As perdas também atingiram os postos pluviométricos, passando de 11 para 8 postos.

Ressalta-se que, conforme previsto no Art. 5º, inc. VI, da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, o sistema de informações é instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos. A mesma lei, em seu Art. 25º atribui a esse sistema a função de coleta das informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão.

Nesse sentido, Santos (2001) enfatiza que o planejamento da rede deve proporcionar a possibilidade de avaliação da variabilidade das características hidrológicas, especificamente, para a região que se propõe monitorar. Portanto, não é possível estabelecer um padrão espacial de distribuição ou uma configuração permanente da rede, sendo necessárias revisões periódicas para adequação de sua disposição conforme a identificação de mudanças de comportamento ambientais.

Cabe ressaltar que a mudança comportamental dos recursos hídricos não necessariamente deriva de um evento meteorológico extremo, mas também se manifesta de forma frequente e comum, como no caso de evoluções graduais para crises. Nessa condição, a análise da rede de monitoramento hidrológico da IGRHI-18 se torna relevante, considerando as mudanças percebidas, como a recente crise hídrica que atingiu a região da BH-SJD, formalizada pela Resolução ANA nº 77, de 1º

de junho de 2021, que declarou situação crítica de escassez quantitativa dos recursos hídricos na Região Hidrográfica do Paraná.

Por esses motivos, neste trabalho, buscou-se avaliar as condições atuais da UGRHI-18, não só dos parâmetros hidrológicos, mas também aqueles associados à sua geografia e sociedade, para que se pudesse avaliar a efetividade da sua atual rede de monitoramento hidrológico. Cabe ressaltar que as análises realizadas são válidas para as condições atuais da UGRHI-18. Porém, uma vez estabelecida a metodologia, as estimativas podem ser refinadas, futuramente, na possibilidade de se contar com maior quantidade e qualidade de dados.

5 CONCLUSÕES

Os levantamentos realizados apontaram necessidades básicas de monitoramento a depender da região da UGRHI-18. Essas necessidades podem ser resumidas em monitoramento de chuvas e vazões superficiais, associadas às particularidades de cada sub-bacia. Além disso, foi identificado que há um histórico de perdas de postos de monitoramento e, conseqüentemente, do histórico de dados.

Os cálculos de estações adicionais necessárias para monitoramento da região de estudos por diferentes métodos apresentaram resultados discrepantes, constatando diferentes aplicabilidades. O método do número ótimo é mais eficaz em regiões com maior variabilidade espacial de precipitação. O método WMO tem bom desempenho para estimativa de redes básicas. O método DEFRA é mais conservador, sugerindo rede mais robusta para aplicações complexas, como calibração de modelagens e simulações aplicadas à gestão de recursos hídricos.

Considerando que a área de estudo possui topografia levemente ondulada e, historicamente, não apresenta tendências de grande variabilidade espacial de seus parâmetros hidrológicos, uma alta densidade de estações, apesar de desejável, não é fator determinante para geração de informações precisas. Portanto a adequação da rede à parâmetros básicos e direcionamento de investimento a tecnologias de aquisição de dados são mais efetivos para esse estudo de caso.

Por esse motivo, foi constatada a necessidade de adequação da rede para o quantitativo básico, conforme o método WMO. A avaliação da possibilidade de cooperação com outros programas de monitoramento existentes da região, permitiu a proposição de uma rede integrada, incluindo 31 postos pluviométricos e 5 postos fluviométricos, com a previsão de instalação de apenas 10 novos equipamentos.

Por fim, recomenda-se a continuidade dos estudos para a etapa de campo e reconhecimento de áreas para possível instalação de novos postos de monitoramento, além do desenvolvimento de estudos complementares para adequação da rede de monitoramento de águas subterrâneas e qualidade da água.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Medindo as Águas do Brasil**: noções de Plu e Fluviometria: capacitação para gestão das águas. [S. l.]: ANA, 2020.

Disponível em:

https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/2259/1/_Apostila_Medindo_as_%c3%81guas_-_ANA.pdf. Acesso em: 22 mar. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Mapeamento de sistemas aquíferos do Brasil**: catálogo de metadados. [S. l.]: ANA, 2013. Disponível em:

<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/3ec60e4f-85ea-4ba7-a90c-734b57594f90>. Acesso em: 23 mar. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **HidroWeb**: Sistema de Informações Hidrológicas: Séries Históricas de Estações. [S. l.]: ANA, 2024. Disponível em:

<https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em: 24 abr. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Catálogo de Metadados da ANA**. [S. l.]: ANA, 2022. Disponível em:

<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/home>. Acesso em: 18 abr. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Outorgas de direito de uso de recursos hídricos**: outorgas federais. [S. l.]: ANA, **ano**. Disponível em:

https://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/98d419c5fb2c4c28ad60efd3872d5d5c_0/explore. Acesso em: 18 jan. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS – ABRH. **O avanço da hidrometria nos últimos anos no Brasil**. Foz do Iguaçu. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA; SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. **Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência–RHNR**: relato do planejamento da RHNR e a definição das estratégias de implementação para os próximos anos (5 anos): versão final. [CPRM], 2017.

ALASKA SATELLITE FACILITY – ASF DAAC. 2023. Disponível em:

<https://www.earthdata.nasa.gov/>. Acesso em: 24 abr. 2023.

ArcGIS Enterprise. **ArcGIS 10.3**. ESRI, 2014. Disponível em:

<https://enterprise.arcgis.com/pt-br>. Acesso em: 24 abr. de 2021.

BUREAU OF INDIAN STANDARDS – BIS. **Recommendations for establishing network of rain gauge stations**. New Delhi: BIS, 1994.

BRASIL. **Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o sistema nacional de gerenciamento de Recursos Hídricos,

regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

BRASIL. **Proposta de Emenda Constitucional 6/21**. Inclui a água potável na lista de direitos e garantias fundamentais da Constituição. Diário da Câmara dos Deputados, Brasília, DF, 2021.

BRASIL. **Resolução Conjunta ANEEL/ANA nº 3 de 10 de agosto de 2010**, que estabelece as condições e os procedimentos a serem observados pelos concessionários e autorizados de geração de energia hidrelétrica para a instalação, operação e manutenção de estações hidrométricas visando ao monitoramento pluviométrico, limnimétrico, fluviométrico, sedimentométrico e de qualidade da água associado a aproveitamentos hidrelétricos, e dar outras providências. Diário Oficial da União. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 11 ago. 2010.

BRASIL. **Resolução ANA nº 77, de 1º de junho de 2021**, que declara situação crítica de escassez quantitativa dos recursos hídricos na Região Hidrográfica do Paraná. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 2 jun. 2021.

CAVALCANTI, I. **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de textos, 2009.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS - CBH-SJD. **Relatório de situação dos recursos hídricos UGRHI 18 2021**: ano base 2020. São Paulo: CRHi, 2021. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/>. Acesso em: 30 dez. 2023.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS - CBH-SJD. **Relatório de situação dos recursos hídricos UGRHI 18 2024**: ano base 2023. São Paulo: CRHi, 2024. Disponível em: <https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents//CBH-SJD/28937/relatorio-de-situacao-dos-recursos-hidricos-do-cbh-sjd-2024.pdf>. Acesso em: 30 dez. 2024.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS - CBH-SJD. **Sistema Integrado de Gerenciamento de recursos Hídricos do Estado de São Paulo**: apresentação. São Paulo: CRHi, 2022. Disponível em: <https://sigrh.sp.gov.br/cbhsjd/apresentacao>. Acesso em: 09 fev. 2024.

CHEVALLIER, P. Aquisição e processamento de dados. *In*: TUCCI, C. E. **Hidrologia**: ciência e aplicação. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. p. 485-525. ISBN 85-7025-298-6.

CHICO, A. S. M.; DZIEDZIC, M. Princípios e critérios de concepção de rede integrada de monitoramento de recursos hídricos: caso da república de Angola. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 20, n. 3, jul./set. p. 615-628, 2015.

CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS - CIIAGRO - IAC. **Rede meteorológica**. São Paulo: 2025. Disponível em: <https://www.ciiagro.sp.gov.br/rede.html>. Acesso em 09 fev. 2025.

CHARTED INSTITUTION OF WATER AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT – CIWEM. **Rainfall modelling guide 2016**. London: CIWEM, 2016.

CLIMA FEIS – UNESP; ÁREA DE HIDRÁULICA E IRRIGAÇÃO. **Dados climáticos diário**. Disponível em: <http://clima.feis.unesp.br/>. Acesso em: 10 jan. 2025.

COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. **Hidrologia para engenharia e ciências ambientais**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), 2013.

COLLARES, E. G. **Avaliação de alterações em redes de drenagem de microbacias como subsídio ao zoneamento geoambiental de bacias hidrográficas**: aplicação na bacia hidrográfica do rio Capivari-SP. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos; USP, 2000.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. **Relatório de atividades**: departamento de hidrologia: sistema de alerta hidrológico da Bacia do Rio Acre: relatório anual de operação 2021. Brasília: CPRM, 2021.

DAEE. **Banco de dados Hidrológicos**. São Paulo: DAEE, 2024. Disponível em: <http://www.hidrologia.daee.sp.gov.br>. Acesso em: 10 jan. 2024.

DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT, FOOD & RURAL AFFAIRS – DEFRA. **Flood Forecasting**: rainfall measurement and forecasting. Bristol: DEFRA, 2003. (R&D Technical Report W5C-013/4/TR).

FRANZINI, A. S. **Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas**: relatório diagnóstico sistema aquífero Bauru-Caiuá nos estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraná bacia sedimentar do Paraná. CPRM, 2012.

GOMES, R. C.; BIANCHI, C.; DE OLIVEIRA, V. P. V. Análise da multidimensionalidade dos conceitos de bacia hidrográfica. **GEOgraphia**, Niterói, v. 23, n. 51, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Bases Cartográficas Contínuas – Brasil, 2022. Disponível em: <https://ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15759-brasil.html?=&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: 03 maio 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Estimativas de População. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/. Acesso em: 07 jun. 2023.

RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE – IRRIGART. Relatório n. 803/15. **Plano de bacia da unidade de gerenciamento de recursos hídricos do rio São José dos Dourados**. Piracicaba: IRRIGART, 2015.

JARDIM, C. H. A "crise hídrica" no sudeste do Brasil: aspectos climáticos e repercussões ambientais. **Revista Tamoios**, São Gonçalo, v. 11, n. 2, 2015.

LEPSCH, I.F.; BELLINAZZI Jr., R.; BERTOLINI, D.; Espíndola, C.R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4a Aproximação. 2. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991.

MAPBIOMAS. **Projeto MapBiomas**: Coleção 5. [S. l.] 2022. (Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil). Disponível em: <http://mapbiomas.org>. Acesso em: 07 jun. 2023.

MARTINHAGO, D. *et al.* Balanço hídrico de uma bacia hidrográfica localizada no oeste do estado do Paraná. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 05, p. 965-970, 2021.

MINISTRY OF ENVIRONMENT SCIENCE AND INFORMATION BRANCH - MESIB. **Manual of British Columbia**. Canada: MESIB, 2009.

NOGARINI, E. C. M. **Potencial de expansão da agricultura irrigada na UGRHI do rio São José dos Dourados**. 2019.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION – NOAA. **Precipitation**. 2025. Disponível em: <https://www.noaa.gov/jetstream/atmosphere/precipitation>. Acesso em: 24 abr. 2024.

NATIONAL WEATHER SERVICE – NWS; NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION – NOAA. **National Program Cooperative Observer Program (COOP)**. 2025. Disponível em: <https://www.weather.gov/coop/overview>. Acesso em: 10 jan. 2025.

OLIVEIRA, A. C. G.; CARFAN, A. C.; NERY, J. T. **Análises da precipitação pluvial da bacia do São José dos Dourados-SP**. Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento, v. 1, p. 1432-1444, 2017.

OLIVEIRA, J. N.; VEIGA, D. C. A. Diagnóstico preliminar da utilização da água subterrânea na bacia do rio são josé dos dourados. **Águas Subterrâneas**, 2006.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO - ONS. **Notícias**. Disponível em: <http://www.ons.org.br/Paginas/Noticias/20210915-esclarecimento-a-imprensa-ilha-solteira.aspx>. Acesso em: 07 jun. 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. **Resolução A/RES/64/292 de 28 de julho de 2010**. Declarou a água limpa e segura e o saneamento um direito humano essencial para gozar plenamente a vida e todos os outros direitos humanos. 2010.

REGEA. **Plano de Bacia Hidrográfica da Ugrhi 18** - Rio São José dos Dourados (Revisão e Atualização). 2022.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa geomorfológico do estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 10, p. 41-58, 1996.

SANTOS, I. dos *et al.* **Hidrometria aplicada**. Curitiba: Instituto de Tecnologia para o desenvolvimento, 2001.

SILVA, L. **Monitoramento hidrometeorológico no Brasil**: uma análise sob a ótica da coordenação de políticas públicas. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, [S. l.], v. 18, n. 1, p. 3, 2021.

SILVEIRA, J. C. Elementos de Hidrometeorologia. *In*: TUCCI, Carlos E. M. **Hidrologia**: ciência e aplicação. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. p. 485-525. ISBN 85-7025-298-6.

SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS - SIGRH. **Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados**. Atas. Disponível em: <https://sigrh.sp.gov.br/cbhsjd/atas>. Acesso em: 01 jun. 2023.

TEIXEIRA, G. A.; DOS SANTOS GOMES, D.. Confecção de uma Carta Topográfica articulada na escala 1/50.000, baseada nos produtos da DSG, com o apoio do Software Qgis. **Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto**, [S. l.], v. 2, n. 1, 2021.

TONELLO, K. C. *et al.* Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhanes-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 849-857, 2006.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia**: ciência e aplicação. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. p. 485-525. ISBN 85-7025-298-6.

TOKUDA, Eduarda Noriko *et al.* Density and classification of the rainfall network and spatiotemporal analysis of rain in the upper Parana river region, Brazil. **RBRH**, Porto Alegre, v. 28, p. e17, 2023.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP. **Hidrologia e Drenagem**. [s. l.], 2018. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/mod/folder/view.php?id=2315676> . Acesso em: 23 mar. 2024.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGRAWHill do Brasil, 1975. 245p.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION – WMO. Methods of observation. *In*: **Guide to Hydrological Practices**: hydrology from measurement to hydrological information. 6. ed. Geneva: WMO, 2008. v. 1. (WMO, n. 168).