



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CCN – CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA
ENGENHARIA AMBIENTAL

Leticia Teister Azevedo

AVALIAÇÃO DO MONITORAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO PARANAPANEMA (BH-ALPA) - SP

Buri – SP

Agosto/2023

Leticia Teister Azevedo

AVALIAÇÃO DO MONITORAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO PARANAPANEMA (BH-ALPA) - SP

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências da Natureza da Universidade Federal de São Carlos, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Aná Floriano Vasconcelos

Buri – SP
Agosto/2023

Teister Azevedo, Leticia

AVALIAÇÃO DO MONITORAMENTO
HIDROMETEOROLÓGICO NA BACIA HIDROGRÁFICA
DO ALTO PARANAPANEMA (BH-ALPA) - SP / Leticia
Teister Azevedo -- 2023.
69f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos,
campus Lagoa do Sino, Buri
Orientador (a): Anaí Floriano Vasconcelos
Banca Examinadora: Manuel Enrique Gamero Guandique
- Unesp, Claudia Marisse dos Santos Rotta - UFSCar
Bibliografia

1. Avaliação do monitoramento hidrometeorológico. 2.
Legislações dos recursos hídricos. I. Teister Azevedo,
Leticia. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(SIn)


DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Lissandra Pinhatelli de Britto - CRB/8 7539


UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CCN – CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA
ENGENHARIA AMBIENTAL

Folha de aprovação


Assinatura dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa do Trabalho de Conclusão de Curso da candidata Leticia Teister Azevedo, realizada em 08/08/2023:

Documento assinado digitalmente
 ANAI FLORIANO VASCONCELOS
Data: 17/08/2023 09:13:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Anaí Floriano Vasconcelos
Universidade Federal de São Carlos - UFSCar

Documento assinado digitalmente
 MANUEL ENRIQUE GAMERO GUANDIQUE
Data: 17/08/2023 21:02:01-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Manuel Enrique Gamero Guandique
Universidade Estadual Paulista - Unesp

Documento assinado digitalmente
 CLAUDIA MARISSÉ DOS SANTOS ROTTA
Data: 17/08/2023 10:18:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Claudia Marisse dos Santos Rotta
Universidade Federal de São Carlos - UFSCar

RESUMO

Diante das inúmeras discussões, tanto em cunho político quanto de cunho ambiental devido aos conflitos pelo uso múltiplo da água, diretrizes de proteção e gestão dos recursos hídricos foram elaboradas e aperfeiçoadas, o que culminou na atual Lei das Águas, Lei nº 9.433/97. A articulação efetiva da governança das águas pode ocorrer através da gestão integrada adequada, aliada à aplicação de instrumentos de gerenciamento e monitoramento dos recursos hídricos. O monitoramento hidrometeorológico é uma estratégia essencial para garantir a gestão sustentável dos recursos hídricos e prevenir desastres naturais. Diante da questão, este trabalho teve por objetivo analisar criticamente aspectos quantitativos e qualitativos, tal qual a constância e conformidade à legislação vigente, e dos dados oriundos das redes de monitoramento hidrometeorológico da Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema (BH-ALPA). Para tanto, avaliou-se a base de dados hidrometeorológicos e as referências legislativas a respeito dos recursos hídricos de forma a levantar a qualidade dessas informações bem como sua efetividade na gestão da respectiva bacia. O estudo foi realizado por meio de uma revisão integrada da literatura, cuja pauta caracteriza-se no entendimento e análise das questões legais acerca do monitoramento e adequação aos instrumentos regulatórios de uma Bacia Hidrográfica (BH). Para a apuração do objeto da pesquisa, o conjunto de dados disponíveis no *HidroWeb* foi avaliado através da verificação das estações pluviométricas e fluviométricas localizadas na BH-ALPA. A duração do monitoramento bem como a qualidade dos dados hidrometeorológicos tratam de aspectos críticos para garantir a confiabilidade das análises e estudos realizados. Deve-se garantir que os dados sejam consistentes, completos e representativos das condições reais e disponíveis para análises de longo prazo para identificação de tendências. A avaliação das condições de monitoramento na BH-ALPA revelou algumas inconsistências e desafios enfrentados. Ainda, verificam-se lacunas nas informações que podem levar a análises incompletas e imprecisas, dificultando a tomada de decisões embasadas. A fim de superar tais questões, faz-se imprescindível o investimento em infraestrutura de monitoramento hidrometeorológico, incluindo a instalação de estações de coleta de dados em locais estratégicos, como consta nas metas do Plano de Bacia.

Palavras-chave: BH-ALPA; recursos hídricos; *HidroWeb*; PNRH; legislações dos recursos hídricos.

ABSTRACT

Faced with numerous discussions, both politically and environmentally due to conflicts over the multiple use of water, guidelines for the protection and management of water resources were developed and improved, which culminated in the current Water Law, Law No. 9.433/97. The effective articulation of water governance can occur through adequate integrated management, combined with the application of instruments for managing and monitoring water resources. Hydrometeorological monitoring is an essential strategy to ensure the sustainable management of water resources and prevent natural disasters. Faced with this question, this work aimed to critically analyze quantitative and qualitative aspects, such as the constancy and compliance with current legislation, and the data from the hydrometeorological monitoring networks of the Alto Paranapanema Hydrographic Basin (BH-ALPA). For that, the hydrometeorological database and the legislative references regarding water resources were evaluated in order to raise the quality of this information as well as its effectiveness in the management of the respective basin. The study was carried out through an integrated literature review, whose agenda is characterized by the understanding and analysis of legal issues regarding the monitoring and adaptation to the regulatory instruments of a Hydrographic Basin (BH). To determine the object of the research, the set of data available on HidroWeb was evaluated by checking the pluviometric and fluviometric stations located in BH-ALPA. The duration of the monitoring as well as the quality of the hydrometeorological data deal with critical aspects to guarantee the reliability of the analyzes and studies carried out. It must be ensured that the data is consistent, complete and representative of real conditions and available for long-term analysis to identify trends. The assessment of monitoring conditions at BH-ALPA revealed some inconsistencies and challenges faced. Still, there are gaps in the information that can lead to incomplete and imprecise analyses, making it difficult to make informed decisions. In order to overcome such issues, it is essential to invest in hydrometeorological monitoring infrastructure, including the installation of data collection stations in strategic locations, as stated in the goals of the Basin Plan.

Keyword: BH-ALPA; water resources; HidroWeb; PNRH; water resources legislation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Divisão Hidrográfica Nacional	06
FIGURA 2 – Divisão Hidrográfica do Estado de São Paulo	09
QUADRO 1 – Normativas do Estado de São Paulo	22
QUADRO 2 – Classes de Declividade da região	34
FIGURA 3 – Mapa Hidrológico BH-ALPA	35
FIGURA 4 – Uso e Ocupação do Solo – BH-ALPA	36
FIGURA 5 – Erosão Hídrica da região	37
FIGURA 6 – Risco à processos ambientais na BH-ALPA	37
FIGURA 7 – Vulnerabilidade de quantidade e qualidade dos recursos hídricos na BH-ALPA	38
FIGURA 8 - Rede Hidrometeorológica - BH-ALPA	44
FLUXOGRAMA 1 – Etapas metodológicas	45
FIGURA 9 – <i>Script</i> percentual de falhas da rede fluviométrica	47
FIGURA 10 – <i>Script</i> percentual de dados da rede fluviométrica	48
FIGURA 11 – <i>Script</i> dados de variação da rede fluviométrica	49
QUADRO 3 – Avaliação situação RHNR	51
FIGURA 12 – Período histórico de funcionamento das estações	55
GRÁFICO 1 – Avaliação das precipitações monitoradas	56
FIGURA 13 – Áreas críticas	58
QUADRO 4 – Instrumentos CBH-ALPA	60

LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
BH's	Bacias Hidrográficas
BH-ALPA	Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema
CBH-ALPA	Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CERHs	Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
DAEE	Departamento de Água e Energia Elétrica
ETEs	Estações de Tratamento de Esgotos
FEHIDRO	Fundo Estadual de Recursos Hídricos
GIRH	Gestão Integrada dos Recursos Hídricos
HIDRO	Sistema de Informações Hidrológicas
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
OMM	Organização Meteorológica Mundial
PERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PROGESTÃO	Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das
Águas	
RHN	Rede Hidrometeorológica Nacional
RHNR	Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência
SIGRH	Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos

SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
SNSH	Secretaria Nacional de Segurança Hídrica
UC	Unidades de Conservação
UGRHI's	Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1. Contexto histórico das legislações em âmbito nacional	16
2.1.1. SINGREH	18
2.1.2. Instrumentos da Gestão das Águas	21
2.2. Formulação da Lei Estadual das Águas e suas definições	24
2.3. Monitoramento Hidrometeorológico	31
2.4. Métodos de monitoramento e utilização dos dados hidrometeorológicos	34
2.4.1. Metodologias para avaliação da qualidade do monitoramento hidrometeorológico	35
2.4.1.1. PROGESTÃO	36
2.5. Caracterização da BH-ALPA	37
2.5.1. Instrumentos da PNRH aplicados à BH-ALPA	44
2.5.1.1. O Comitê da Bacia Hidrográfica	44
2.5.1.2. O Plano da BH-ALPA	44
2.5.1.3. Outorga	45
2.5.1.4. Enquadramento dos recursos hídricos	46
2.5.1.5. Cobrança pelos Recursos Hídricos	47
3. OBJETIVO	48
4. METODOLOGIA	48
4.1. Parâmetros para avaliação do monitoramento hidrometeorológico	48
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
5.1. Avaliação da Rede Hidrometeorológica	55
5.2. Inconsistências do monitoramento hidrometeorológico e instrumentos legais e institucionais na BH-ALPA	62
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
7. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	69

1. INTRODUÇÃO

O crescimento demográfico atinge negativamente aspectos ambientais, evidenciando a necessidade da elaboração e execução de políticas públicas acerca da temática (HOGAN, 1993). Dentre as principais preocupações, estão as mudanças climáticas, o desmatamento, a degradação do solo, as alterações de estrutura e funcionamento de paisagens, e a disponibilidade de recursos naturais para as gerações presentes e futuras. Tais problemas comprometem de algum modo os serviços prestados pelos sistemas hídricos, os quais desempenham importante papel ecológico e contam com alta complexidade em seu desenvolvimento administrativo (ARAÚJO *et al.*, 2015).

Diante das inúmeras discussões, tanto em cunho político quanto de cunho ambiental devido aos conflitos pelo uso múltiplo da água, diretrizes de proteção e gestão dos recursos hídricos foram elaboradas e aperfeiçoadas, o que culminou na atual Lei das Águas, Lei nº 9.433/97 (RODRIGUES, 2018). Tal regulamento dispõe as diretrizes da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) (BRASIL, 1997).

Garantir a disponibilidade de água de qualidade e em quantidade sustentável corresponde a um desafio relevante relativo à gestão dos recursos hídricos, como consta nos objetivos da PNRH, o que reflete no grau de importância e complexidade que o manejo sustentável da água representa para o bem-estar e qualidade de vida das populações e, sobretudo para o desenvolvimento sustentável do país (BRASIL, 1997; HAYASHI *et al.*, 2020). A articulação efetiva da governança das águas pode ocorrer através da gestão integrada adequada, aliada à aplicação de instrumentos de gerenciamento e monitoramento dos recursos hídricos (ARAÚJO *et al.*, 2015; PEREIRA; BARBIEIRO; QUEVEDO, 2020).

De acordo com *Global Water Partnership* (2020), o conceito de gestão integrada dos recursos hídricos (GIRH) é “um processo que promove o desenvolvimento coordenado e gestão da água, terra e recursos relacionados, a fim de maximizar o bem-estar econômico e social de forma equitativa, sem comprometer a sustentabilidade dos ecossistemas vitais”. Indissociável a este, tem-se o gerenciamento de recursos hídricos, que se dá pela aplicação de instrumentos que visam à promoção dos usos múltiplos da água (DA SILVA *et al.*, 2021; BRASIL, 1997). Um parâmetro essencial para garantir a quantidade e a qualidade dos

recursos hídricos condiz ao monitoramento, uma vez que quando há a correta representação e interpretação dos dados pode-se aumentar substancialmente a eficiência, a taxa e a extensão do sucesso das políticas de restauração (PEREIRA; BARBIEIRO; QUEVEDO, 2020; STIGTER *et al.*, 2011).

Atualmente no país, a gestão das águas é organizada por bacias hidrográficas, uma vez que existem dificuldades em se lidar com o recorte geográfico hidrológico devido ao extenso tamanho territorial, variedades climáticas e os usos múltiplos (DICTORO; HANAI, 2017). Com isso, visando orientar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, foram estabelecidas 12 regiões hidrográficas nacionais conforme exhibe a Figura 1.

FIGURA 1 – Divisão Hidrográfica Nacional



Fonte: Compilado do autor, 2023.

Cabe ressaltar que Bacias Hidrográficas (BH's) correspondem a unidades de planejamento e gestão ambiental, sendo contempladas de maneira integrada ao gerenciamento dos sistemas hidrológicos, a fim de se atingir, de maneira eficaz, a gestão dos recursos hídricos de modo a conservar, preservar e recuperar seus recursos ao longo dos anos (ANA, 2019; CARVALHO, 2020).

As complexidades relacionadas ao uso e qualidade da água fomentam a necessidade dela ser vista, prioritariamente, como recurso hídrico em um sentido utilitarista, e não apenas como um bem natural, que deve estar disponível em quantidade e qualidade tanto para a existência humana, como para o equilíbrio e manutenção dos ecossistemas, uma vez que seus múltiplos usos podem refletir na indisponibilidade do recurso hídrico (DICTORO; HANAI, 2017). Isto demonstra a necessidade da gestão integrada, descentralizada e participativa do recurso, estabelecida na PNRH e de uma base concreta com informações coerentes e relevantes sobre a situação das bacias (CEREZINI; BARBOSAS; HANAI, 2017).

Informações ao longo do tempo acerca da infraestrutura hídrica e de parâmetros como a quantidade e qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, ocorrem a partir do monitoramento hidrológico, que se dá através de estações que monitoram as chuvas e os rios (ANA, 2021). Tais estações estão dispostas de maneira estratégica no território, formando as redes de monitoramento. A Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN) é composta por estações pluviométricas (monitoram as chuvas) e fluviométricas (monitoram os rios). Além disso, no que se refere às estações fluviométricas, há medição de vazão de água (descarga líquida), de qualidade da água e de sedimentos em suspensão (descarga sólida) (ANA, 2021).

De acordo com o Relatório Pleno, Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) (2021), o uso consuntivo setorial, que corresponde ao consumo direto do recurso hídrico no Brasil ocorre principalmente para irrigação, abastecimento humano (urbano e rural), abastecimento dos rebanhos, indústria, geração termelétrica e mineração. Ademais, há o uso no qual a água não é captada diretamente como a navegação, pesca, recreação e turismo, que influem nas condições naturais das bacias hidrográficas (ANA, 2021).

A demanda pelo recurso cresce paulatinamente, sobretudo no âmbito da irrigação, com uma retirada aproximada de 964 m³/s em 2020 e estimativa de 1.788 m³/s para 2040. Cabe ressaltar que o Brasil, atualmente, dispõe de 8,5 milhões de hectares (Mha) equipados para irrigação, 35% destes de fertirrigação com água de reuso (2,9 Mha) e 65% com irrigação de água de mananciais (5,5 Mha) (ANA, 2021).

Outra esfera que usufrui em larga escala do recurso é o abastecimento urbano, o qual acontece de forma concentrada em aglomerados urbanos, acarretando na pressão gradativa sobre os mananciais e sistemas produtores de água, o que fomenta a complexidade e a interdependência de soluções de abastecimento (ANA, 2021). As modificações na paisagem

para instalação dos conglomerados urbanos bem como para a produção agrícola, resultam na supressão da cobertura vegetal que originalmente ocupava tais áreas. Tal alteração paisagística pode ocasionar o aquecimento local, perda da riqueza de espécies vegetais e animais, dentre outras (HAYASHI *et al*, 2020).

A questão dos aglomerados urbanos e do crescimento demográfico elenca a problemática do lançamento de efluentes nos corpos d'água, predominantemente de esgotos domésticos, uma vez que indisponibiliza água para outros usos devido à poluição hídrica (ANA, 2021; FAJARDO, SALVADOR & TEIXEIRA, 2017). Apesar de haver 3.668 Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs), há o déficit de coleta e tratamento de esgotos em diversos municípios, o que reflete em uma parcela significativa de carga poluidora atingindo os corpos d'água, acarretando em implicações negativas à saúde da população, dos ecossistemas aquáticos e aos usos múltiplos dos recursos hídricos (ANA, 2021).

Dando enfoque ao estado de São Paulo, a unidade da federação mais populosa do país, encontram-se 3 BHs das estabelecidas pela divisão hidrográfica brasileira, a Bacia do Paraná, a Bacia do Atlântico Sudeste e a Bacia do Atlântico Sul, as quais correspondem a 85%, 14% e 1% do território Paulista, respectivamente. Nessa localidade, o consumo do recurso se dá em maior parte para o abastecimento urbano, indústria e irrigação (ANA, 2021).

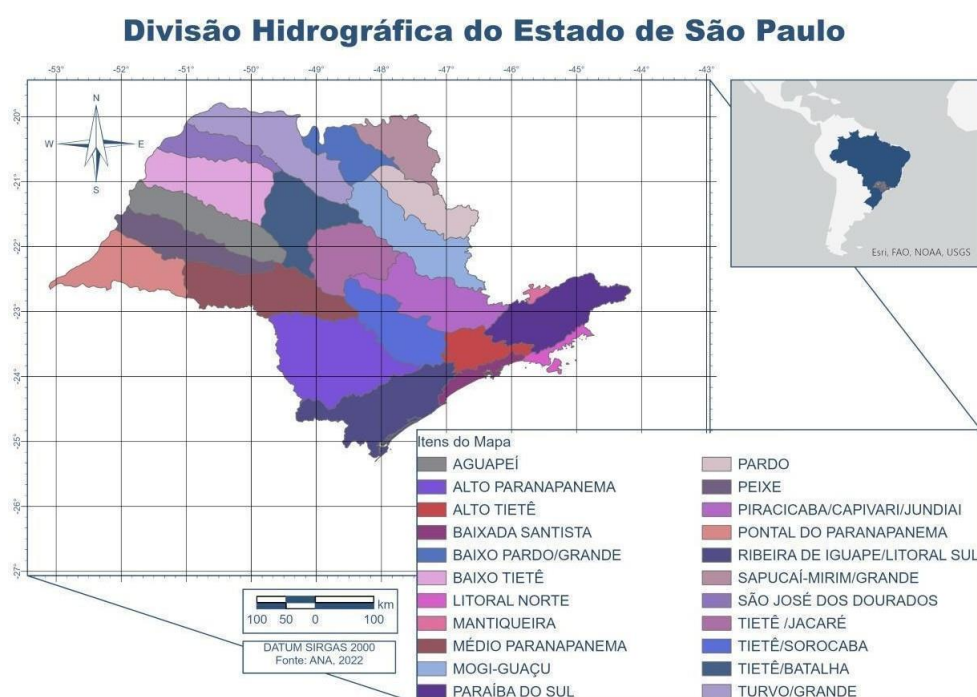
No que se trata das articulações legais ao manejo do recurso natural em questão, o estado foi um dos pioneiros a trazer a premissa de uma normativa utilitarista para os recursos hídricos. A Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, Lei Estadual nº 7.663/1991, que estabeleceu como princípios:

“Art. 3: I - gerenciamento descentralizado, participativo e integrado, sem dissociação dos aspectos quantitativos e qualitativos e das fases meteórica, superficial e subterrânea do ciclo hidrológico; II - adoção da bacia hidrográfica como unidade físico-territorial de planejamento e gerenciamento; III - reconhecimento do recurso hídrico como um bem público, de valor econômico, cuja utilização deve ser cobrada, observados os aspectos de quantidade, qualidade e as peculiaridades das bacias hidrográficas; IV - rateio do custo das obras de aproveitamento múltiplo de interesse comum ou coletivo, entre os beneficiados; V - combate e prevenção das causas e dos efeitos adversos da poluição, das inundações, das estiagens, da erosão do solo e do assoreamento dos corpos d'água; VI - compensação aos municípios afetados por áreas inundadas resultantes da implantação de reservatório e por restrições impostas pelas leis de proteção de recursos hídricos; VII - compatibilização do gerenciamento dos recursos hídricos

com o desenvolvimento regional e com a proteção do meio ambiente (SÃO PAULO, 1991).”

Além do mais, houve a divisão hidrográfica a partir de Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI's), na qual, 22 delimitações foram propostas como indica a Figura 2, e consolidadas na Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) nº 109/2010, levando-se em consideração critérios hidrológicos, ambientais, socioeconômicos e administrativos das áreas de drenagem *stricto sensu* das bacias hidrográficas, as quais respeitam o território das unidades de gestão e são constituídas pelos comitês da bacia referente, a fim de viabilizar e aperfeiçoar fluxos técnicos, políticos e administrativos na escala da bacia (CNRH, 2010; SIGRH, 2021).

FIGURA 2 - Divisão Hidrográfica do Estado de São Paulo



Fonte: Compilado do autor, 2023.

Referindo-se a uma extensão hidrográfica significativa na fração sudoeste do estado de São Paulo, a UGRHI-14, Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema (BH-ALPA) abrange uma área territorial de 22.689,2 km², a qual contempla 36 municípios que incluem uma população de 716.819 habitantes, correspondendo à uma importante fonte de água para as cidades e atividades agrícolas da região (CBH-ALPA, 2010; CBH-ALPA, 2019). A BH-ALPA é considerada uma Bacia de Conservação Ambiental, pois conta com biomas fundamentais que

ocupam o seu território, como remanescentes de Mata Atlântica e transição de floresta estacional semidecidual e Cerrado, encontrando-se nessa região elevada atividade de pecuária, agricultura e industrial, além da BH-ALPA ser utilizada para a geração de energia elétrica e abastecimento dos municípios nela presentes (CBH-ALPA, 2010; CBH-ALPA, 2019; CBH-ALPA, 2020).

Entretanto, a bacia enfrenta diversos problemas relacionados à conservação e preservação ambiental, como o desmatamento, a poluição das águas e a sobrecarga dos recursos hídricos. Tais problemáticas refletem, sobretudo em pressões à vida aquática, conflitos na exploração e uso da água, interrupções no fornecimento do recurso hídrico, doenças de veiculação hídrica oriundas de efluentes industriais e sanitários, erosão e assoreamento e áreas contaminadas (CBH-ALPA, 2020; ANA, 2016; FIGUEIRÓ & DIMAURO, 2020). A fim de garantir a disponibilidade dos recursos hídricos nesta extensão territorial em quantidade e qualidade, bem como as jurisdições em pauta, necessita-se da aptidão e investimentos no manejo das águas, evidenciando a importância da adoção de medidas de gestão sustentável, visando à proteção da bacia e a garantia de disponibilidade hídrica para as gerações futuras (FIGUEIRÓ & DIMAURO, 2020).

O monitoramento hidrometeorológico é uma estratégia essencial para garantir a gestão sustentável dos recursos hídricos e prevenir desastres naturais. Neste sentido, este trabalho visa avaliar o monitoramento hidrometeorológico da BH-ALPA e discutir suas limitações e possíveis melhorias. O trabalho inicialmente expõe um breve histórico das legislações acerca dos recursos hídricos em âmbito nacional, indicando informações pertinentes à gestão dos recursos hídricos, bem como no contexto do Estado de São Paulo. Em seguida, verifica-se a necessidade de se analisar a atuação do monitoramento hidrometeorológico ante as aplicações da PNRH e PERH na BH-ALPA e os parâmetros para tal avaliação, apresentando indicadores da situação atual do monitoramento e sua utilização efetiva na BH-ALPA.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Legislações em âmbito nacional

Os instrumentos legais acerca da pauta hídrica se deram no Brasil inicialmente a partir da Constituição Federal de 1934, com a promulgação do Código das águas (Decreto nº 24.643/34), enquadrando as águas presentes no território brasileiro em águas de uso comum,

águas particulares e águas comuns, além de trazer elementos referentes à utilidade desses ambientes, obrigações, manejo das águas nocivas, provisão de autorizações e competências, ou seja, o decreto prevê o domínio privado da água e uma gestão centralizada no Governo Federal (DA SILVA *et al.*, 2021; CAMPOS; FRACALANZA, 2010; BRASIL, 1997).

Seguido pelo estabelecimento de sanções aos poluidores dos recursos hídricos que entrou no art. 271 do Código Penal de 1940 e no dispositivo normativo da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), Lei nº 6.938/81, colocou-se em foco a pauta da proteção dos ecossistemas e de áreas ameaçadas pelo processo de degradação (DA SILVA *et al.*, 2021). Em 1986, entrou em vigor a Resolução CONAMA 20/1986, revogada com a aprovação da Resolução 357/2005, a qual enquadrou e estabeleceu padrões de qualidade das águas, além de tratar de outras disposições (DA SILVA *et al.*, 2021).

O processo de democratização, ocorrido na década de 80 no Brasil, promoveu avanços na gestão dos recursos hídricos do país. Através da Constituição Federal de 1988, teve-se a inclusão das águas como bem da União e de uso comum e favoreceu a implementação de regulamentações relativas aos recursos hídricos mesmo tal não correspondendo ao caráter predominante em pauta, sendo acordada a criação de um sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos (DA SILVA *et al.*, 2021; CEREZINI; BARBOSA; HANAI, 2017). De acordo com o Art. 225 da Constituição Federal de 1988: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988).

No Brasil, como já abordado, ocorre uma disparidade regional na distribuição de recursos hídricos, onde a alta demanda se concentra em polos com baixa disponibilidade de água, acarretando em maior pressão e degradação a este bem essencial (CASTRO, 2022). Diante disso, políticas públicas são elaboradas buscando garantir a segurança de qualidade e disponibilidade de água aos diferentes usos para suprir as demandas atuais e futuras, prevenindo riscos contra eventos hidrológicos críticos (CASTRO, 2022).

Em ótica a isso, respaldou-se a atual Lei das Águas, Lei nº 9.433/1997, o regulamento de caráter hidrológico preponderante corresponde à PNRH, a qual regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal (BRASIL, 1997). Nesta, criou-se o SINGREH, ambos instrumentos de importância na gestão dos recursos hídricos (OCDE, 2015).

Seus princípios centrais constituem a água como bem público e recurso natural finito com valor econômico atribuído; no qual a gestão da água autoriza usos múltiplos do recurso hídrico, de forma descentralizada e incluindo a participação do governo, usuários e comunidades; em caso de escassez de água, o recurso deve ser utilizado para consumo humano e animal; tendo jurisdição sobre as bacias hidrográficas (ARAÚJO *et al*, 2015; BRASIL, 1997). Tais princípios são pautados nos "Princípios de Dublin", presentes na Declaração de Dublin sobre Água e Desenvolvimento Sustentável de 1992 (BRESSIANE *et al.*, 2015). Ademais, cabe salientar que os objetivos da PNRH, incluídos no Capítulo II, descrevem:

“**Art. 2º** São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos: I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais. IV - incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais (BRASIL, 1997).”

Para se alcançar o proposto, têm-se as diretrizes para um sistema integrado sem a dissociação dos aspectos de qualidade e quantidade que seja adequado às diversidades de parâmetros ambientais e uso do solo; pertinente às diversidades regionais, sobretudo das demandas de águas, considerando as particularidades físicas, biológicas, culturais e socioeconômicas existentes entre bacias, estados e regiões. Devem ser articulados planos para atingir os propósitos da PNRH (ANA, 2020). Com isso, deve-se realizar o planejamento e diagnóstico dos parâmetros referentes ao recurso hídrico (qualidade da água, uso da água, enquadramento da água), buscando melhorar tais parâmetros (ANA, 2020).

2.1.1. SINGREH

Constituindo o conjunto de órgãos e colegiados que concebe e implementa a PNRH instituído na Lei das Águas, o SINGREH, corresponde a estrutura de governança que fomenta o manejo de forma democrática e participativa dos usos da água, o qual visa coordenar a gestão integrada das águas; arbitrar administrativamente os conflitos relacionados aos recursos hídricos; planejar, regular e controlar o uso, bem como a recuperação dos corpos d'água; e promover a cobrança pelo uso da água (BRASIL, 1997).

A legislação nacional propõe uma política participativa e um processo decisório aberto aos diferentes atores sociais para a gestão dos recursos hídricos. Tal fator fortalece a gestão descentralizada de cada bacia hidrográfica com a elaboração dos respectivos comitês e agências de bacias, os quais integram o SINGREH em conjunto a Secretaria Nacional de Segurança Hídrica (SNSH), vinculada ao Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR); a ANA; ao CNRH; aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (CERHs); e aos órgãos dos poderes públicos federais, estaduais, do Distrito Federal e municipais, cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos, como os comitês de bacia hidrográfica (interestaduais e estaduais) e as agências de água (vinculadas aos comitês). (JACOBI, 2011; BRASIL, 1997; BRASIL, 2022).

O CNRH é um órgão colegiado, consultivo e deliberativo, composto por 37 membros com representações dos ministérios federais, Conselhos Estaduais e Distritais de Recursos Hídricos, Setores Usuários e Organizações Cívicas, sendo responsável por formular e acompanhar a implementação da PNRH, além de aprovar o Plano Nacional de Recursos Hídricos e os planos de bacias hidrográficas (BRASIL, 1997; BRASIL, 2012). Vinculado a este, tem-se o MDR, sendo um órgão federal que coordena as ações relacionadas ao desenvolvimento regional e ações atreladas à gestão dos recursos hídricos no país (BRASIL, 2022).

Dentre as atribuições do MDR no âmbito dos recursos hídricos, destacam-se a coordenação do SINGREH, a implementação da outorga de direito de uso da água, a cobrança pelo uso da água, a elaboração de planos de bacias hidrográficas, o apoio à gestão de recursos hídricos em regiões críticas e a promoção da participação da sociedade civil na gestão dos recursos hídricos (BRASIL, 2022).

Em suma, tais agentes desempenham um papel fundamental na gestão dos recursos hídricos no Brasil, sendo responsáveis por formular e coordenar as políticas e programas relacionados à gestão das águas, além de garantir a participação da sociedade civil na gestão dos recursos hídricos em todo o país. Outro órgão normativo e deliberativo em âmbito nacional que contribui para a gestão das águas se trata dos comitês de bacia, os quais atuam na mediação de conflitos pelo uso da água como primeira instância recursal, agindo na totalidade das bacias, sub-bacias ou grupo de bacias de rios de domínio da União ou dos estados (BRASIL, 2022).

Ressalta-se que, segundo a Lei das Águas, "a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades". Isso implica na criação de fóruns no qual uma equipe multidisciplinar dos comitês se reúne para discutir acerca de um interesse comum – o uso d'água na bacia (ANA, 2020; BRASIL, 1997). Nele, através de análises integradas acerca dos conflitos dos diversos usos do recurso hídrico, há a deliberação das diretrizes a serem seguidas em relação ao uso das águas perante um território delimitado, ou a bacia hidrográfica como um todo (ANA, 2020).

Os comitês de bacia hidrográfica diferem de outras formas de participação previstas nas demais políticas públicas, pois têm como atribuição legal deliberar sobre a gestão da água de forma compartilhada com o poder público, visando solucionar as problemáticas envolvendo a gestão e uso da água (ANA, 2020; BRASIL, 1997). De modo geral, busca-se estabelecer um conjunto de mecanismos e de regras, decididas coletivamente, de forma que os diferentes interesses sobre os usos da água na bacia sejam discutidos e negociados democraticamente em ambiente público, com transparência no processo decisório, buscando prevenir e dirimir conflitos. Essas regras devem ser avaliadas sob o aspecto da bacia hidrográfica, depois de considerados os aspectos técnicos e os diferentes pontos de vista dos membros do comitê (ANA, 2020).

Competindo ao MDR e implementada na PNRH através da Lei 13.844/2019, a SNSH refere-se ao órgão vinculado ao qual atua como secretaria-executiva em âmbito nacional. A SNSH busca formular e coordenar a implementação de políticas públicas relacionadas à segurança hídrica no país. A segurança hídrica corresponde a um conceito que se refere à garantia de acesso à água de qualidade em quantidade suficiente para atender às necessidades humanas e ambientais, bem como às demandas de setores econômicos, como a agricultura, a indústria e o turismo (BRASIL, 2022).

A SNSH é responsável por elaborar planos e programas para a gestão integrada dos recursos hídricos no âmbito da prevenção e mitigação de eventos extremos, como secas e enchentes. Além disso, o órgão coordena a implementação da PNRH, incluindo a promoção da participação social na gestão dos recursos hídricos, a criação de instrumentos econômicos para incentivar a conservação e o uso racional da água, e a definição de critérios para a outorga de direitos de uso da água (BRASIL, 2022).

No que tange os órgãos executivos, há a agência de bacia, que presta apoio técnico-administrativo aos comitês. Incumbe à agência manter atualizado o plano de bacia, aplicar os recursos arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos, além de suporte técnico, administrativo e financeiro aos comitês. Há também a ANA, constituída por meio da Lei nº 9.984/2000 e do Decreto nº 3.692/2000, onde foram definidas sua organização e estrutura operacional, a qual compete aplicação do conteúdo definido pelo PNRH e coordenação das ações do SINGREH (BRASIL, 2022).

Através da Lei nº 12.059/2009, coube a ANA regular e fiscalizar a prestação dos serviços públicos de irrigação em regime de concessão e de adução de água bruta em rios de domínio da União. Ainda, através da Lei nº 13.844/19 e do Decreto nº 9.666/19, a Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Recursos Hídricos e a ANA passaram a ser vinculadas ao MDR (DA SILVA, 2021). Por fim, a agência assumiu a partir da Lei nº 14.026/2020 a atribuição de editar normas de referência ao setor de saneamento básico (BRASIL, 2022).

Em suma, cabe a ANA supervisionar, controlar e avaliar as ações e atividades do cumprimento da legislação e do uso dos recursos hídricos, bem como, planejar e promover iniciativas e incentivos, inclusive financeiros, à conservação qualitativa e quantitativa de recursos hídricos (ANA, 2020). Ademais, compete a tais agentes do SINGREH estabelecer diretrizes complementares para implementação da PNRH e instituir seus instrumentos (BRASIL, 2022; BRASIL, 1997).

As Agências de Água são entidades regionais incumbidas pela gestão dos recursos hídricos em suas respectivas áreas de atuação. Desenvolvidas por leis estaduais e responsáveis por elaborar e implementar o Plano de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica, as Agências de Água coordenam ações e programas para a gestão dos recursos hídricos em parceria com outros órgãos públicos e entidades da sociedade civil (ANA, 2021). De acordo com o Capítulo IV da PNRH, compete às Agências de Água, no âmbito de sua área de atuação:

“Art. 44: I - manter balanço atualizado da disponibilidade de recursos hídricos em sua área de atuação; II - manter o cadastro de usuários de recursos hídricos; III - efetuar, mediante delegação do outorgante, a cobrança pelo uso de recursos hídricos; IV - analisar e emitir pareceres sobre os projetos e obras a serem financiados com recursos gerados pela cobrança pelo uso de Recursos Hídricos e encaminhá-los à instituição financeira responsável pela administração desses recursos; V - acompanhar a administração financeira dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos em sua área de atuação; VI - gerir o Sistema

de Informações sobre Recursos Hídricos em sua área de atuação; VII - celebrar convênios e contratar financiamentos e serviços para a execução de suas competências; VIII - elaborar a sua proposta orçamentária e submetê-la à apreciação do respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica; IX - promover os estudos necessários para a gestão dos recursos hídricos em sua área de atuação; X - elaborar o Plano de Recursos Hídricos para apreciação do respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica; XI - propor ao respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica (BRASIL, 1997).”

2.1.2. Instrumentos da Gestão das Águas

Visando operacionalizar e alcançar as metas e os objetivos incisos na legislação, foram elaborados os instrumentos de suporte à gestão conforme institui o Capítulo IV da PNRH:

“**Art. 5º** São instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos: I - os Planos de Recursos Hídricos; II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos; V - a compensação a municípios; VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).”

Tais instrumentos auxiliam na elaboração de diagnósticos sobre as demandas hídricas e de usos das bacias; a definição do plano de investimentos para as ações voltadas a Recursos Hídricos; a identificação de conflitos entre as atividades desenvolvidas pelos setores usuários de água; e projetos de proteção ambiental que busque conciliar e mediar conflitos entre usuários e entre usuários e o meio ambiente (COUCEIRO; HAMADA, 2011).

De acordo com a Lei das Águas, os Planos de Recursos Hídricos, aprovados por meio da Resolução CNRH nº 58/2006, são delimitados em planos diretores de longo prazo, os quais são documentos que definem a agenda dos recursos hídricos de uma região, incluindo informações sobre ações de gestão, projetos, obras e investimentos prioritários. Além disso, fornecem dados atualizados que contribuem para o enriquecimento das bases de dados da ANA (ANA, 2020; CNRH, 2006). O Decreto nº 10.088/19 - Plano Nacional de Recursos Hídricos define as diretrizes, objetivos e metas do Plano Nacional de Recursos Hídricos, a fim de aperfeiçoar a gestão dos recursos hídricos e promover o uso sustentável da água (ANA, 2019; GIBERTONI, MIRANDA; MULLER, 2011).

De modo específico, tais documentos fundamentam as orientações para a implementação da PNRH, bem como para o gerenciamento dos recursos hídricos, cuja

composição é constituída pelo diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos, indicando alternativas de crescimento demográfico e modificações de paisagens; análise do balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, bem como indicações dos conflitos potenciais; metas de racionalização de uso e critérios a serem tomados, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados, para o atendimento destas; prioridades para outorga de direitos de uso de recursos hídricos; diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos; e propostas para a criação de áreas sujeitas à restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos (BRASIL, 1997).

De modo geral, os planos combinam uma ampla análise das condições atuais, de projeções das possibilidades futuras e da realidade socioeconômica da região na qual se localiza cada corpo hídrico, o que permite o estabelecimento de ações de curto, médio e longo prazo para solucionar os problemas existentes e prevenir problemas futuros relacionados à água. Complementar ao instrumento tem-se o enquadramento, uma ferramenta de planejamento que estabelece metas de qualidade da água, a partir das suas utilizações (ANA, 2020).

Sua classificação é disposta a partir da Classe Especial, onde as águas devem ter sua condição natural, não sendo aceito o lançamento de efluentes, mesmo que tratados. Para as demais classes, são admitidos níveis crescentes de poluição, sendo a Classe 1, que reúne as melhores condições, à menos exigente (Classe 4), onde são admitidos níveis mais elevados de poluição. Tal distribuição tem embasamento nos níveis de qualidade que os corpos d'água deveriam possuir para atender às diferentes necessidades de uso estabelecidas pela sociedade (ANA, 2020). O enquadramento constitui diversas condutas de decisão como Outorga de direito do uso da água, definição de cobrança pelo uso da água, licenciamento e monitoramento ambiental, unindo ferramentas de planejamento e gestão ambiental (BRASIL, 1997).

Dando enfoque a respeito do uso do recurso em pauta, o instrumento legal aborda articulações como a licença para uso direto das águas de um corpo d'água (outorga) pelo Poder Público, cujo objetivo é assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e efetivar o exercício dos direitos de acesso à água (BRASIL, 1997). As informações prioritárias para outorga de direitos de uso devem ser estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos, que deverá respeitar as condições da BH enquadrada (BRASIL, 1997).

Para tanto, algumas exigências e condições, definidas a partir de um diagnóstico de cada BH verificando as demandas por água e a disponibilidade hídrica devem ser cumpridas (ANA, 2009). Organizações que lançam efluentes; perfuram poços para a extração de água; realizam obras que alterem a quantidade ou qualidade do corpo hídrico; ou que realizem atividades como piscicultura em tanques-redes, devem conter tal documento (ANA, 2021). O documento é concedido pelo Estado nos casos de águas subterrâneas, rios, lagos, reservatórios e açudes, que tenham sua nascente e foz dentro do território do Estado. Sendo emitida pela ANA nos casos da água de domínio da União, rios e lagos que fazem divisas entre estados e outros países, bem como as águas e açudes, construídos ou administrados pelo poder federativo (ANA, 2020).

Outro instrumento, a cobrança pelo uso de recursos hídricos busca “I - reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor; II - incentivar a racionalização do uso da água; III - obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos”. Tal instrumento visa o uso eficiente e a conservação dos recursos hídricos, dependendo do seu valor relativo (BRASIL, 1997; MENDONÇA; BICAS; SARAFIEN, 2002).

A cobrança não se trata de tarifas, multas ou impostos cobrados pelas distribuidoras das águas, mas sim de uma remuneração ao uso de um bem público natural, cobrando de quem utiliza água diretamente dos rios e outros corpos d'água, o que serve como fonte de recurso para financiar a recuperação e preservação de corpos d'água (ANA, 2020). Desse modo, quem usar ou poluir em demasia, paga proporcionalmente a sua utilização, o que corresponde a uma forma eficiente e prática de determinar quais são os usuários, quando e como utilizam a água, assim como estimular o uso consciente e econômico do elemento. O preço a ser cobrado pelo uso do recurso será proposto pelos comitês de BH a partir de um consenso entre os usuários da água, a sociedade civil e o poder público (ANA, 2020).

Além disso, a PNRH estabelece um modelo de GIRH, atrelado ao arranjo institucional expresso pelo SINGREH e outros instrumentos relacionados (BRASIL, 1997). O Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) é exemplo de instrumento essencial para se disponibilizar as informações básicas sobre águas superficiais, águas subterrâneas, dados hidrometeorológicos e qualidade das águas, leis, decretos e normas relacionados ao tema, informações institucionais, dentre outras, organizadas e padronizadas, permitindo e facilitando o acesso a todos que necessitem dessas informações para o

desenvolvimento de suas atividades, visando auxiliar na tomada de decisões seguras e responsáveis por parte das organizações civis, dos usuários e do poder público (ALVES; AMARO, 2019).

2.2. Formulação da Lei Estadual das Águas e suas definições

Em esfera estadual, a Política Estadual de Recursos Hídricos foi implementada por intermédio da Lei nº 7.663/1991. A referida Lei institui as normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e estabelece os instrumentos de gerenciamento para estes recursos (SÃO PAULO, 1991). Assente a Lei das Águas francesa de 1922, com caráter inovador, já que favorecia a descentralização, a participação e a integração na gestão dos recursos hídricos nas bacias (BORBA; PORTO, 2010).

Em tese, seus propulsores se deram devido à complexidade dos problemas relacionados ao uso de recursos hídricos e tendo em vista melhorar as condições precedentes nas bacias hidrográficas (BORBA; PORTO, 2010). Com a pauta em foco, dada, sobretudo, diante da pressão dos diferentes usos em muitas áreas que delineiam a probabilidade de escassez hídrica, sugeriram ações de gerenciamento integrado dos recursos hídricos (BORBA; PORTO, 2010). A vista disso, em 1987 há a criação do CERH, o qual visou elaborar o Plano e propor a Política Estadual de Recursos Hídricos (SÃO PAULO, 2019).

Inciso na Constituição Estadual de 1989, acerca dos recursos hídricos, é responsabilidade do Estado, com a cooperação dos municípios, de orientar a utilização racional de recursos naturais de forma sustentada, compatível com a preservação do meio ambiente, especialmente quanto à proteção e conservação do solo e da água (SÃO PAULO, 1989). De acordo com o Art. 205, houve o estabelecimento para instituir-se o Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SigRH), congregando órgãos estaduais e municipais e a sociedade civil, que assegurará meios financeiros e institucionais para o desenvolvimento de métricas para a utilização racional e proteção das águas, bem como dos demais recursos naturais integrados às peculiaridades da respectiva bacia hidrográfica (SÃO PAULO, 1989).

A Constituição Estadual estabelece as orientações à ferramenta do SigRH, aos princípios do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) e ao instrumento de suporte

financeiro, o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO) (SÃO PAULO, 1991; DA SILVA, *et al.*, 2021).

O SigRH corresponde a um sistema participativo, descentralizado e integrado, representado por membros do estado, municípios e sociedade civil. Tal baseia-se no PERH, documento elaborado a cada quatro anos, a partir dos Planos de Bacia específicos de cada um dos Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado (SÃO PAULO, 2016). A Lei nº 16.337/2016 dispõe e dá providências correlatas ao PERH, onde, vale salientar que tal busca promover, de acordo com a Seção I do Capítulo II:

“**Art. 9º** - São objetivos e diretrizes gerais que cabe ao PERH promover: I - a prevenção e a mitigação de situações de escassez e de comprometimento da qualidade das águas, mediante: a) o fomento de projetos de aproveitamento múltiplo, inclusive o transporte aquaviário, integrados sob o aspecto de utilização, regularização, conservação, proteção e recuperação da qualidade dos recursos hídricos; b) a indução à desconcentração demográfica e industrial, por meio de políticas de ordenamento do uso do solo urbano e rural a serem definidas em articulação com órgãos e entidades públicos e com os municípios; c) o apoio à utilização racional dos recursos hídricos nos serviços de abastecimento de água, incluindo seus consumidores, na indústria e na irrigação, com medidas de redução de perdas e desperdícios e incentivo à utilização de instalações hidráulicas que economizem água; d) o incentivo à recirculação e reuso como medida de promoção do uso eficiente e da conservação da água; e) o apoio técnico e fomento a práticas racionais de irrigação pelo zoneamento hidroagrícola e uso eficiente da água; f) o subsídio ao planejamento da localização das atividades econômicas usuárias dos recursos hídricos, bem como a proteção dos mananciais de abastecimento de água das populações; II - a integração das metas e ações de recuperação, proteção e conservação dos recursos hídricos com outras políticas, planos e programas setoriais relacionados, no âmbito regional, estadual ou nacional; III - as ações de prevenção, mitigação ou adaptação em áreas de maior vulnerabilidade às mudanças climáticas, no que se refere à redução da qualidade e disponibilidade hídrica ou a eventos hidrológicos extremos; IV - a pesquisa de novas fontes de financiamento para implementação dos programas, além daquelas previstas no PPA e leis orçamentárias (SÃO PAULO, 2016).”

Destaca-se que os produtos do PERH e SigRH proveram evoluções nas esferas dos recursos hídricos, com melhorias nas condições de saneamento, redução das poluições da água com o tratamento do esgoto, maior número de Unidades de Conservação (UC), assim como de projetos e investimentos respaldados pelo FEHIDRO (SÃO PAULO, 2019).

Em 1993, o CERH passou a ser constituído por membros do estado, dos municípios e da sociedade civil. No ano seguinte, visando a aptidão dos instrumentos de manejo das águas, o Estado de São Paulo, por meio da Lei Estadual nº 9.034/1994 compartimentou seu território em unidades geográficas delimitadas em “com vocação industrial”, “em industrialização”, “agropecuária” e “conservação” (ANA, 2019).

Posto isso, surgem novas experiências de gerenciamento de BH, com fundamento de promover a recuperação ambiental dos rios, a integração regional e o planejamento do desenvolvimento de bacia, em conjunto ao de regular o uso da água, sobretudo em tempos secos e resolver conflitos entre os diferentes usos (BORBA; PORTO, 2010; PORTO; PORTO, 2008). Havendo uma demanda crescente por uma política coerente e concisa que se adeque a tais casos, surgem políticas estaduais que atendem prioritariamente a gestão dos problemas do estado e do abastecimento em uma região densamente povoada (BORBA; PORTO, 2010). As articulações legais do Estado acerca da temática hídrica, bem como suas definições estão dispostas no Quadro 1.

QUADRO 1 – Normativas do Estado de São Paulo

Normativa	Descrição
Lei nº 898, de 18/12/1975	Disciplina o uso do solo para a proteção dos mananciais.
Lei nº 997, de 31/05/1976	Fica instituído o Sistema de prevenção e controle da Poluição do Meio – Ambiente.
Lei nº 1.172, de 17/11/1976	Delimita as áreas de proteção dos mananciais.
Decreto nº 8.468, de 08/09/1976	Aprova o Regulamento da Lei nº 907/76, sobre a prevenção e o controle da poluição.
Decreto nº 10.755, de 22/11/1977	Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto nº 8.468/76.
Lei nº 1.563, de 28/03/1978	Proíbe a instalação nas estâncias hidrominerais, climáticas e balneárias de indústrias que provoquem poluição ambiental.
Lei nº 3.286, de 18/05/1982	Nova redação do inciso XV do artigo 2º da Lei nº 898/75, uso do solo para a proteção de mananciais.
Decreto nº 26.665, 27/01/1987	Nova redação da alínea “a” do inciso V do art.62 do Decreto nº 26.479/86, que descentraliza o DAEE.
Decreto nº 27.576, de 11/11/1987	Cria o Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CRH.

Fonte: DAEE, 2022; adaptado. “Continua”.

QUADRO 1 - Normativas do Estado de São Paulo

Normativa	Descrição
Decreto nº 28.489, de 09/06/1988	Considera como modelo básico a Bacia do rio Piracicaba.
Decreto nº 32.955, de 07/02/1991	Regulamenta a Lei nº 6.134/88, de águas subterrâneas.
Decreto nº 32.954, de 07/02/1991	Aprova o Primeiro Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH 90/91.
Lei nº 7.663, de 30/12/1991	Política Estadual de Recursos Hídricos.
Lei nº 7.750, de 31/03/1992	Política Estadual de Saneamento.
Lei nº 7.964, de 16/07/1992	Nova denominação ao Fundo de Expansão Agropecuária – Art. 2º, VII – 30% da compensação financeira.
Lei nº 8.275, de 29/03/1993	Cria a Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras.
Decreto nº 36.787, de 18/05/1993	Adapta o Conselho Estadual de Recursos Hídricos.
Decreto nº 37.300, de 25/08/1993	Regulamenta o FEHIDRO.
Decreto nº 38.455, de 21/03/1994	Nova redação do artigo 2º do Decreto nº 36.787/93, que adapta o CRH.
Decreto nº 39.742, de 23/12/1994	Adapta o CRH do Decreto nº 36.787/93.
Lei nº 9.034, de 27/12/1994	Plano Estadual de Recursos Hídricos – 94/95.
Decreto nº 40.815, de 07/05/1996	Inclui dispositivos no Decreto nº 8.468/76, que aprova o Regulamento da Lei nº 997/76, a prevenção e controle da poluição.
Decreto nº 41.258, de 31/10/1996	Regulamenta os artigos 9º a 13 da Lei 7.663, de 30/12/1991 – Outorga.
Decreto nº 41.679, de 31/03/1997	Composição e funcionamento do CONESAN.
Lei nº 9.866, de 28/11/1997	Proteção e recuperação de mananciais.
Lei Complementar nº 837, de 30/12/1997	Acrescenta dispositivo ao Decreto-lei Complementar nº 7/69, sobre entidades descentralizadas.
Decreto nº 43.022, de 07/04/1998	Regulamenta dispositivos ao Plano Emergencial de Recuperação dos Mananciais, a Lei nº 9.866/97.
Lei nº 9.952, de 22/04/1998	Altera a Lei nº 8.275/93 – Criou a Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras.
Lei nº 6.134, de 02/06/1988	Preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas.
Decreto nº 43.204, de 23/06/1998	Altera dispositivos do Decreto nº 37.300/98, que Regulamenta o FEHIDRO (revogado)

Fonte: DAEE, 2022; adaptado. “Continua”.

QUADRO 1 - Normativas do Estado de São Paulo

Normativa	Descrição
Decreto nº 43.265, de 30/06/1998	Nova redação de dispositivos do Decreto nº 36.787/93, sobre o CRH
Lei nº 10.020, de 3/07/1998	Autoriza o Poder Executivo a participar da constituição de Agência de Bacias.
Decreto nº 43.594, de 27/10/1998	Aprova o Regulamento da Lei nº 997/76, a prevenção e o controle da poluição.
Lei nº 10.843, de 05/07/2001	Altera a Lei nº 7.663/91, da política de recursos hídricos.
Lei nº 11.216, de 22/07/2002	Altera a Lei nº 1.172/76 – Delimita as áreas de proteção dos mananciais.
Lei nº 11.364, de 28/03/2003	Altera a denominação da Secretaria de Estado de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras.
Decreto nº 47.696 de 07/03/2003	Regulamenta o artigo 37-A da Lei nº 1.172/76 área de proteção dos mananciais.
Decreto nº 47.906, de 24/06/2003	Organiza a Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento, extingue a Secretaria de Energia.
Decreto nº 48.896, de 26/08/2004	Regulamenta o FEHIDRO.
Lei nº 12.183, de 29/12/2005	Cobrança pela utilização dos recursos hídricos do domínio do Estado de São Paulo.
Decreto nº 50.667, de 30/03/2006	Regulamenta dispositivos da Lei da cobrança.
Decreto nº 51.449, de 29/12/2006	Aprova e fixa os valores a serem cobrados pela utilização dos recursos hídricos de domínio do Estado de São Paulo nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí – PCJ.
Decreto nº 51.450, de 29/12/2006	Aprova e fixa os valores a serem cobrados pela utilização dos recursos hídricos de domínio do Estado de São Paulo nas Bacias Hidrográficas do Rio Paraíba do Sul.
Decreto nº 61.117, de 07/02/2015	Acrescenta dispositivos ao Regulamento da outorga de direitos de uso dos recursos hídricos, aprovado pelo Decreto nº 41.258, de 31 de outubro de 1996.
Decreto nº 63.261, de 09/03/2018	Acrescenta dispositivos ao Regulamento da outorga de direitos de uso dos recursos hídricos, aprovado pelo Decreto nº 41.258, de 31 de outubro de 1996.
Decreto nº 63.262, de 09/03/2018	Altera o Decreto nº 32.955, de 7 de fevereiro de 1991, que regulamenta a Lei nº 6.134, de 2 de junho de 1988.

Fonte: DAEE, 2022; adaptado. “Conclusão”.

Ademais, em óptica estadual destacam-se os principais decretos e resoluções, como o Decreto Estadual nº 54.275/2009 que dispõe sobre a obrigatoriedade dos usuários de recursos hídricos do Estado de São Paulo instalarem e manterem equipamentos de medição e monitoramento de vazão de água. Além disso, estabelecem-se as especificações técnicas para a instalação dos equipamentos e preveem-se penalidades para o não cumprimento das obrigações (SÃO PAULO, 2009).

Cabe ressaltar que o monitoramento quantitativo e qualitativo dos recursos hídricos aparece em diversas normas e regulamentações, como na exigência de instalação de equipamentos de medição e monitoramento de vazão de água pela Portaria DAEE nº 5578/2018, que estabelece os critérios e procedimentos para o monitoramento de qualidade das águas superficiais e subterrâneas no estado de São Paulo, incluindo a frequência, os parâmetros a serem monitorados e os limites de qualidade a serem atendidos (DAEE, 2018).

Tendo em vista que o monitoramento hidrometeorológico corresponde a uma ferramenta importante para a gestão de eventos extremos, como secas e enchentes, e para a prevenção de desastres naturais, a Lei nº 9.034/1994 que estabelece as diretrizes e normas para o monitoramento hidrometeorológico no estado, definindo as redes de monitoramento, os parâmetros a serem monitorados e a frequência de coleta de dados (IPCC, 2021; SÃO PAULO, 1994).

Além disso, os planos de bacias hidrográficas também devem contemplar o monitoramento hidrometeorológico como uma das estratégias para a gestão dos recursos hídricos na bacia. Por fim, o Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas, instituído pelo Decreto nº 62.973/2017, tem como uma das metas a implantação de redes de monitoramento hidrológico nas microbacias prioritárias, a fim de subsidiar a gestão dos recursos hídricos nessas áreas (SÃO PAULO, 2017; SÃO PAULO, 2018).

Em suma, o monitoramento hidrometeorológico é uma ferramenta essencial para a gestão dos recursos hídricos do Estado de São Paulo competindo a regulamentos de legislações e decretos estaduais, que estabelecem diretrizes e normas para sua implementação atribuídas de modo geral através dos mecanismos: o planejamento (Estadual e por bacia), o sistema de gerenciamento (autores e articuladores de decisões) e o FEHIDRO com o apoio financeiro para execução das ações (SÃO PAULO, 2018).

2.3. Monitoramento Hidrometeorológico

O monitoramento hidrometeorológico é fundamental para a gestão dos recursos hídricos, uma vez que permite o acompanhamento das condições climáticas e hidrológicas, o que é essencial para a elaboração de planos de gestão dos recursos hídricos e para a tomada de decisões pelos gestores públicos (IPCC, 2021; ANA, 2020). A avaliação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil é realizada com base nos dados provenientes de uma ampla rede de estações hidrometeorológicas distribuídas no vasto território nacional (DA SILVA, 2021). A RHN foi elaborada com a finalidade de monitorar os recursos hídricos do país, o que representa uma fonte robusta de informações para atender às exigências da União no campo da gestão dos recursos hídricos (CPRM, 2021).

O monitoramento hidrometeorológico envolve a coleta de informações sobre diversos parâmetros, tais como: vazão dos rios, nível da água, qualidade da água, precipitação, evapotranspiração, umidade do solo, entre outros (ANA, 2013). Tais materiais são coletados por meio de estações hidrometeorológicas, equipadas em locais estratégicos com sensores que coletam dados em tempo real e os transmitem para uma central de processamento, que os organiza e disponibiliza para os usuários (RODRIGUES, 2002; CPRM, 2021).

De acordo com ANA (2017), o conceito atual da RHN compreende o “conjunto de estações hidrometeorológicas instaladas no território nacional, mantidas e operadas por entidades públicas e privadas, cujos dados gerados são disponibilizados gratuitamente ao público por meio do SNIRH” (ANA, 2017). A proposta da RHN é produto de um processo desenvolvido ao longo de várias décadas no Brasil, tendo suas origens em meados do século XIX, com distribuição geográfica das estações heterogênea, havendo localidades com densidade abaixo da recomendada pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), o que evidencia a necessidade de uma revisão estruturada dos requisitos de interesse de cada ponto de monitoramento, bem como a otimização das atividades de monitoramento (ANA, 2017).

Frente à necessidade de revisão da RHN, desenvolveu-se a Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência (RHNR), cuja função é concentrar os esforços da operação da rede no cumprimento dos interesses da União, que se traduzem em seis objetivos gerais que definem o monitoramento de: 1) transmissões e compartilhamentos interestaduais e internacionais; 2) eventos hidrológicos críticos; 3) balanço e disponibilidade hídrica; 4) mudanças e tendências de longo prazo; 5) qualidade da água; e 6) regulamentação dos recursos hídricos (DA SILVA, 2021; CPRM, 2021).

As estações hidrometeorológicas são operadas por entidades parceiras ou contratadas pela ANA, agente incumbido pelo planejamento, padronização de procedimentos e equipamentos, controle, organização e divulgação dos dados hidrometeorológicos (DA SILVA, 2021). De acordo com Kamel *et al*, as estações de monitoramento integram uma rede projetada para representar do melhor modo um estado de campo meteorológico que varia continuamente no tempo e no espaço.

No que diz respeito ao SNIRH, em virtude de se tratar de um sistema de coleta, processamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos, tal qual envolve fatores intervenientes para ações de sua gestão. Evidencia-se que os dados provenientes do Sistema de Informações Hidrológicas (HIDRO) introduzem um viés importante no que diz respeito à questão metodológica e a transparência, os quais estão relacionados à fonte de dados utilizada para as estatísticas apresentadas (DA SILVA, 2021; CPRM, 2021).

Cabe especificar que o HIDRO representa um banco de dados com informações hidrometeorológicas que subsidia o SNIRH, no qual as estações cadastradas possuem um amplo número de responsáveis e operadores. A responsabilidade da inserção dos respectivos dados geridos desde o recolhimento até à publicação, das estações de responsabilidade da ANA e de outros entes públicos e privados, são viabilizados pelo *Hidroweb*, hidrotelemetria, ferramentas de amplo domínio público supervisionado pela ANA. Colocam-se em pauta as possíveis distorções de informações, uma vez que os responsáveis muitas vezes não informam a ANA às alterações e problemas de operação, assim como os dados para alimentar o HIDRO (DA SILVA, 2021).

Isso evidencia, novamente, a necessidade de estabelecer a RHRN, baseada nesses desafios de gestão de recursos hídricos e capacidade de entrega de dados. Além disso, a demanda por informações de vazão aumentou com a intensificação da crise hídrica no Brasil, o que significa que novas tecnologias e metodologias precisam ser introduzidas nas operações das estações para melhorar a geração e confiabilidade dos dados de vazão (ANA, 2017).

Conforme a ANA (2021) exhibe em seu Relatório Pleno, Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, até 2020 havia aproximadamente 23 mil estações incluídas na RHN, destas, 4.841 estações são gerenciadas diretamente pela ANA, das quais: 2.717 estações pluviométricas e 2.024 estações fluviométricas. A abrangência da rede fluviométrica é mais

preponderante nas regiões Sudeste e Nordeste do país, enquanto que há mais estações pluviométricas na extensão Nordeste, Sul e Sudeste (ANA, 2021).

As informações dos eventos de precipitação em uma região ou uma bacia hidrográfica, pelos quais se pode medir ou avaliar valores que representem suas dimensões, tratam de medições pluviométricas. Tais medições ocorrem através de equipamentos específicos instalados segundo algumas recomendações técnicas, a fim de capturar e acumular a precipitação tornando-as mensuráveis (SALGUEIRO, 2005). As estações pluviométricas expõem-se na forma de operações manuais, mecanicamente automáticas ou eletrônicas, que, de um modo geral, destinam-se a fornecer dados para formar séries históricas ininterruptas, necessitando atender critérios que garantam tal continuidade com qualidade (SALGUEIRO, 2005).

Conforme a OMM, em sua publicação WMO nº 168 (1984), afirma que o objetivo da rede pluviométrica é permitir a interpolação entre dados de diferentes estações para determinar com precisão suficiente para fins práticos as características dessas feições hidrológicas em qualquer ponto da região, com quantidade suficiente para definir a distribuição estatística da feição em estudo (SALGUEIRO; MONTENEGRO; MOURA, 2009).

De forma análoga, uma estação fluviométrica pode contemplar a medição do nível do rio – cota (m), a medição de descarga líquida - Q (m^3/s), a medição de descarga sólida – Q_s (ton/dia), o levantamento do perfil transversal da seção de medição (m) e a medição dos parâmetros de qualidade da água – QA (PEREIRA; BARBIEIRO; QUEVEDO, 2020), através de equipamentos específicos. Tais dados são pertinentes para a determinação das vazões superficiais e conseqüentemente suas disponibilidades para o gerenciamento do recurso hídrico (SALGUEIRO, 2005).

Além das estações hidrometeorológicas, o monitoramento hidrometeorológico pode ser realizado inclusive por sensoriamento remoto e modelagem matemática. As imagens de satélite permitem a visualização da distribuição espacial dos recursos hídricos em uma determinada região, enquanto a modelagem matemática permite a simulação do comportamento dos recursos hídricos sob diferentes condições (DIAS, 2014; ZHANG *et al.*, 2017).

Em síntese, o monitoramento hidrometeorológico é um processo fundamental para o gerenciamento sustentável dos recursos hídricos, permitindo o monitoramento em tempo real das condições dos rios e reservatórios, bem como a previsão de eventos extremos e a tomada de decisões embasadas em informações precisas e atualizadas (ANA 2020).

2.4. Utilização dos dados hidrometeorológicos

Existem diversas possibilidades de utilização dos dados hidrometeorológicos, que variam de acordo com o objetivo e com as características da bacia hidrográfica em questão. Dentre os métodos mais comuns temos a análise estatística dos dados, que consiste na análise de dados históricos de monitoramento hidrometeorológico para identificar tendências, variações sazonais e eventos extremos, como secas e enchentes. Tal análise é importante para a elaboração de cenários futuros de disponibilidade hídrica e para a gestão de eventos extremos (SALGUEIRO, 2005; DIAS; ROTUNNO FILHO; PECLY, 2015).

Outro método refere-se à modelagem hidrológica, a qual corresponde à simulação do comportamento hidrológico da bacia hidrográfica com base em dados hidrometeorológicos, topográficos e de uso do solo, sendo útil para a avaliação do impacto de mudanças climáticas, de alterações no uso do solo e de obras de infraestrutura na disponibilidade hídrica da bacia (ANA, 2016; CHOW; MAIDMENT; MAYS, 1988). Há, inclusive, índices hidrológicos que permitem avaliar a disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica, como a relação entre precipitação e evapotranspiração, o déficit hídrico e a recarga de aquíferos. Tais indicadores são utilizados para a avaliação do potencial hídrico da bacia e para a identificação de áreas mais vulneráveis à escassez hídrica (TUCCI, 1993).

O sensoriamento remoto consiste em um método que pauta a utilização de imagens de satélite, sensores e outras tecnologias para monitorar as condições climáticas e hidrológicas da bacia hidrográfica. A metodologia permite a identificação de áreas de desmatamento, degradação e desertificação, bem como para a detecção de mudanças nos cursos d'água e na cobertura vegetal da bacia (ROSA; ORTIZ, 2015).

A participação da população local no acompanhamento das condições climáticas e hidrológicas da bacia hidrográfica é muito importante para o engajamento da população na gestão dos recursos hídricos, assim como para a identificação de problemas locais relacionados à escassez hídrica e à poluição dos corpos d'água (CNRH, 2022; SEMAS, 2021). Coloca-se em pauta que cada um desses métodos de avaliação do monitoramento hidrometeorológico tem suas vantagens e limitações, e sua escolha depende das características da bacia hidrográfica em questão e dos objetivos da avaliação. Geralmente, é recomendável a

combinação de diferentes métodos para obter uma visão mais completa e precisa da disponibilidade hídrica e dos problemas relacionados à gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica (ANA, 2017; CNRH, 2022).

2.4.1. Avaliação da qualidade do monitoramento hidrometeorológico

A avaliação da qualidade do monitoramento hidrometeorológico visa à garantia da confiabilidade dos dados de monitoramento para orientar a tomada de decisões na gestão de recursos hídricos e ambientais. Tal qual o monitoramento, a escolha do método mais adequado dependerá das especificidades do programa de monitoramento, dos objetivos da avaliação e das necessidades dos usuários dos dados (ALMEIDA *et al.*, 2019). Dentre os diversos métodos e técnicas para se avaliar a qualidade do monitoramento hidrometeorológico tem-se:

- **Análise de dados:** A análise dos dados de monitoramento hidrometeorológico é um método importante para avaliar a qualidade do monitoramento. Tal avaliação pode incluir a verificação da consistência dos dados, a identificação de tendências e padrões nos dados, e a comparação dos dados de diferentes pontos de monitoramento.
- **Verificação de campo:** envolve a visita aos pontos de monitoramento para verificar a adequação dos equipamentos e a qualidade dos dados coletados. A verificação pode incluir a avaliação das condições dos equipamentos, a comparação dos dados coletados com os dados de outros pontos de monitoramento e a identificação de possíveis fontes de interferência nos dados.
- **Auditorias externas:** são realizadas por entidades externas ao programa de monitoramento, as quais podem incluir a revisão dos procedimentos de coleta de dados, a análise dos dados coletados e a avaliação da eficácia do programa de monitoramento.
- **Análise de incertezas:** tal método leva em consideração as possíveis fontes de incerteza nos dados, como erros de medição, variações sazonais e flutuações naturais nos sistemas hidrometeorológicos visando avaliar a precisão e confiabilidade dos dados de monitoramento hidrometeorológico (ALMEIDA *et al.*, 2019; ANA, 2007; ANA, 2008; ANA, 2006).

2.4.1.1. PROGESTÃO

Elaborado em 2003 pelo Ministério do Meio Ambiente para fortalecer a gestão das águas no Brasil, o Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas (PROGESTÃO) busca consolidar os instrumentos de gestão de recursos hídricos e melhorar a eficiência e eficácia na gestão dos recursos hídricos. As variáveis do PROGESTÃO incluem o planejamento e gestão de recursos hídricos, gestão de eventos críticos, gestão da qualidade da água, gestão de recursos hídricos subterrâneos, gestão da informação e monitoramento hidrometeorológico (ANA, 2011; ANA, 2020).

Para avaliar a qualidade do monitoramento hidrometeorológico podem ser considerados alguns critérios, como a abrangência geográfica, frequência e regularidade, qualidade dos dados, disponibilidade e acessibilidade dos dados, uso dos dados na gestão de recursos hídricos (CPRM, 2021; ANA, 2011).

A abrangência geográfica ocorre pela avaliação da extensão da área monitorada, visando apontar se os pontos de monitoramento são distribuídos em toda a bacia hidrográfica ou se há lacunas na cobertura. Na análise da frequência e regularidade das coletas de dados de monitoramento, verifica-se se os dados são coletados em intervalos de tempo adequados e se há interrupções ou falta de regularidade nas coletas (OCDE, 2015; ANA, 2011). A avaliação da qualidade dos dados coletados se dá através do diagnóstico das condições dos equipamentos de monitoramento, se tais estão adequados e bem mantidos, se os dados coletados são precisos e se há métodos de verificação da qualidade dos dados (ANA, 2011).

No âmbito da qualidade das informações e da disponibilidade e acessibilidade dos dados, avalia-se a qualidade dos dados coletados, se os equipamentos de monitoramento são adequados e bem mantidos, se os dados coletados são precisos, se há métodos de verificação da qualidade dos dados, se os dados são disponibilizados em tempo hábil e se são acessíveis ao público em geral (ANA, 2011). A avaliação da utilização dos dados de monitoramento para a tomada de decisões na gestão de recursos hídricos ocorre a partir da verificação de se os mesmos são utilizados para a elaboração de planos de gestão, para a definição de prioridades de investimento e para a avaliação de impactos de empreendimentos que utilizam recursos hídricos (ANA, 2011).

O PROGESTÃO define quatro tipologias para as bacias hidrográficas no âmbito do monitoramento hidrometeorológico: “Tipologia A: baixa complexidade no processo de gestão; Tipologia B: média complexidade no processo de gestão; Tipologia C: alta

complexidade no processo de gestão; e Tipologia D: complexidade muito alta no processo de gestão” (ANA, 2013). A BH-ALPA está classificada como tipologia B, ou seja, com a variável de informação e suporte do monitoramento hidrometeorológico obrigatória devido aos conflitos pelo uso da água, que são de média incidência.

A BH-ALPA possui um monitoramento ampliado, que inclui estações pluviométricas, fluviométricas e telemétricas. Entretanto, ainda há necessidade de ampliação da rede de estações para melhorar a precisão das previsões hidrometeorológicas e garantir a gestão sustentável da bacia. Como previsões futuras do Manual Operativo PROGESTÃO (2021), prevê-se um balanço quali-quantitativo satisfatório na BH-ALPA; usos concentrados em áreas com criticidade qualiquantitativa (áreas críticas); e incidência de conflitos pelo uso da água somente em áreas críticas (ANA, 2021).

2.5. Caracterização da BH-ALPA

No âmbito da BH-ALPA se dispõe o Rio Paranapanema e seus afluentes da margem direita (rios Santo Inácio, Jacu, Guareí, Itapetininga e Turvo) e da margem esquerda (rios Itararé, Taquari, Apiaí-Açu, Paranapitanga e das Almas). No que se trata da vegetação remanescente, a localidade apresenta 4.677 km² de vegetação natural que ocupa, aproximadamente, 20% da área da UGRHI, havendo maior ocorrência de Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista, com características dos biomas de Mata Atlântica e Cerrado (SIGRH, 2021; CBH-ALPA, 2019; CETESB, 2022).

Em sua extensão estão situados os municípios de Angatuba, Arandu, Barão de Antonina, Bernardino de Campos, Bom Sucesso de Itararé, Buri, Campina do Monte Alegre, Capão Bonito, Cerqueira César, Coronel Macedo, Fartura, Guapiara, Guareí, Ipaussu, Itaberá, Itaí, Itapetininga, Itapeva, Itaporanga, Itararé, Itatinga, Manduri, Nova Campina, Paranapanema, Pilar do Sul, Piraju, Ribeirão Branco, Ribeirão Grande, Riversul, São Miguel Arcanjo, Sarutaiá, Taguaí, Taquarituba, Taquarivaí, Tejupá, Timburi, os quais apresentam características distintas em termos de clima, relevo, vegetação e atividades econômicas (SIGRH, 2021; CBH-ALPA, 2019).

O clima na região é subtropical, com temperaturas amenas e chuvas bem distribuídas ao longo do ano. No entanto, há variações em função da altitude e da latitude das diferentes áreas da bacia. O relevo influencia diretamente a distribuição de água na bacia, e há uma diversidade de relevos, que vão desde planícies aluviais até serras e montanhas (CBH-ALPA,

2016). De acordo com o IPA (2017), a relação entre inclinação das vertentes, processos de erosão e deposição mais frequentes e seus efeitos, potencialidade de usos e susceptibilidade à ocupação, bem como a extensão que cada classe se encontra, se dá como representado no Quadro 2.

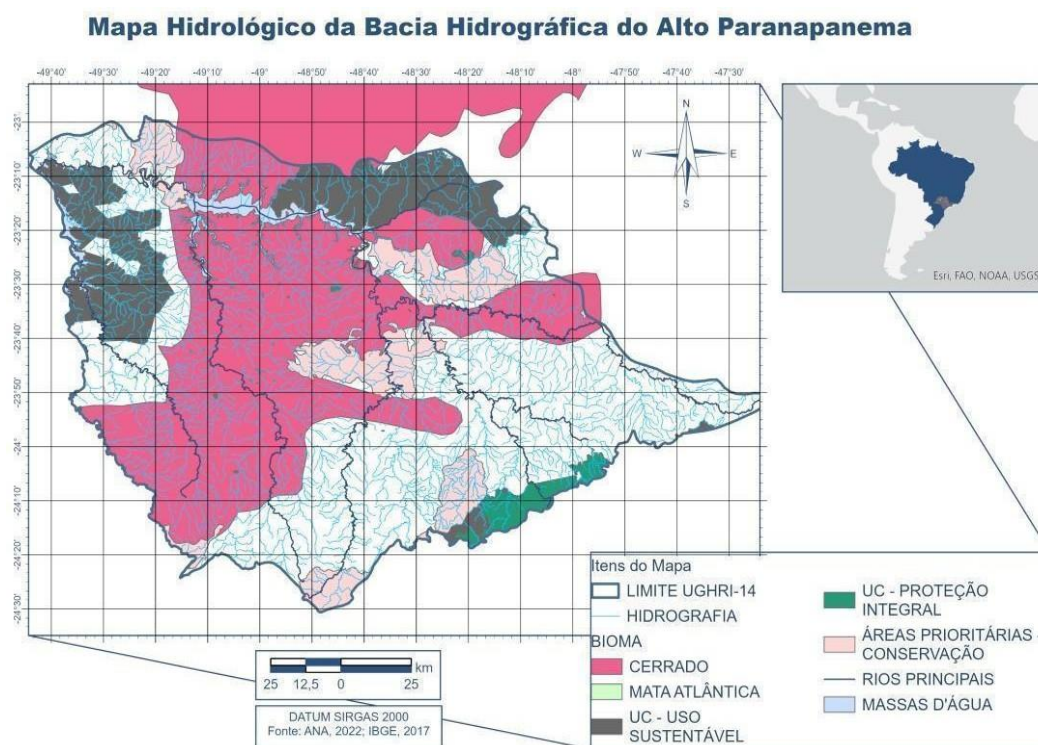
QUADRO 2 – Classes de Declividade da região

Área (ha)	Inclinação das Vertentes	Processos Dominantes	Efeitos Dominantes
1230134	< 1° ou 0 a 2 %	Escoamento superficial difuso muito lento à lento	Freático elevado e elevado, encharcamentos, alagamentos e inundações, enchentes
11762343	1° a 5° 2 a 8%	Escoamento superficial difuso lento à médio	Erosão laminar, em sulcos e fluvial ocasional, localizada e de baixa intensidade
10527274	5° a 8° 8 a 15 %	Escoamento superficial difuso médio a rápido, escoamento superficial concentrado lento e deslocamento lento de massas de solo	Erosão laminar frequente e de média intensidade, escoamento superficial concentrado lento, formação de sulcos ou ravinas ocasionais, localizados e de baixa intensidade, deslocamento lento de massas de solo, rastejo de solo ocasional, localizado e de baixa intensidade
13146699	8° a 11° - 19 a 30 %	Escoamento superficial difuso rápido, escoamento superficial concentrado rápido deslocamentos lentos e rápidos de massas de solo	Erosão laminar, em sulcos e voçorocas ocasionais e localizadas, rastejo e escorregamentos
4689861	15° a 24° - 30 a 45%	Escoamento superficial difuso muito rápido, escoamento superficial concentrado muito rápido e deslocamentos rápidos de massas de solo e rocha	Erosão laminar e em sulcos, voçorocas frequentes, escorregamentos, quedas de blocos ocasionais e localizadas, formação de cones de dejeção e corpos de tálus ocasionais e localizados
1499530	24° a 35° - 35° > 70 %	Escoamento superficial concentrado e torrencial e deslocamentos rápidos de massas de solo e rochas	Sulcos ou ravinas, escorregamentos e queda de blocos e formação de cones de dejeção e corpos de tálus generalizada

Fonte: São Paulo, 2017; adaptado.

A Figura 3 representa a delimitação da bacia hidrográfica em questão, bem como outros parâmetros importantes como as áreas de UC e locais prioritários para conservação.

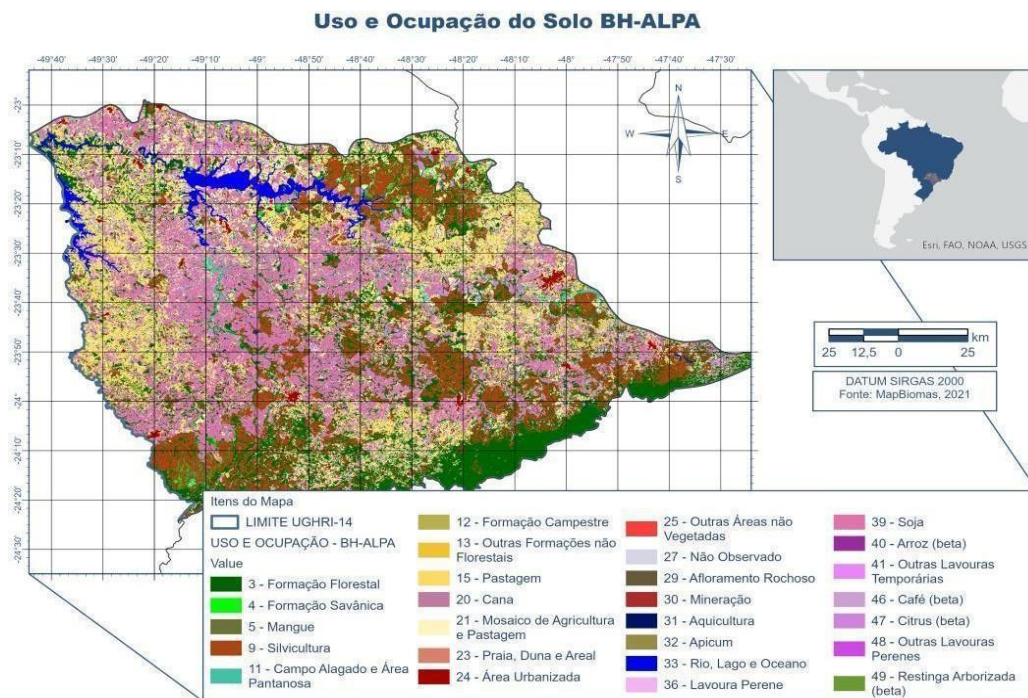
FIGURA 3 – Mapa Hidrológico BH-ALPA



Fonte: Compilado do autor, 2023.

De acordo com o Plano da Bacia, no âmbito das atividades econômicas tem-se uma diversidade de atividades econômicas, como agricultura, pecuária, mineração, turismo, entre outras, sendo a agricultura a principal atividade econômica da região, com destaque para o cultivo de cana-de-açúcar, milho, soja e café, fatos estes exibidos na Figura 4 de Uso e Ocupação do Solo (CBH-ALPA, 2016).

FIGURA 4 – Uso e Ocupação do Solo – BH-ALPA

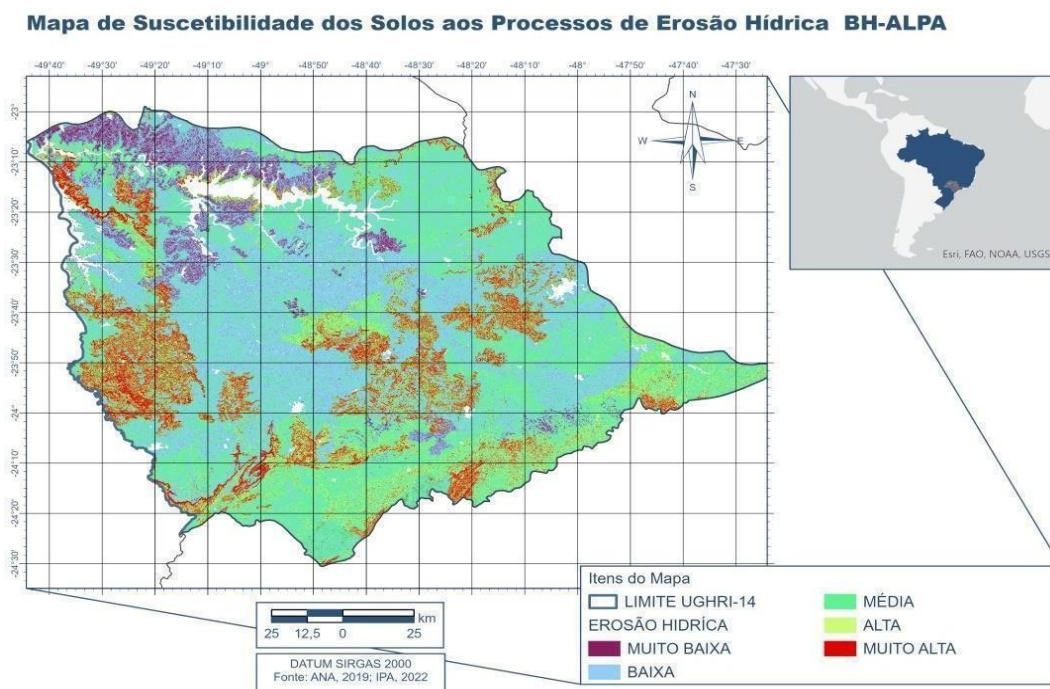


Fonte: Compilado do autor, 2023.

Além disso, há extensões na BH-ALPA com alta susceptibilidade a erosão hídrica como expõe a Figura 5. Tais fatores, em conjunto com a elevada atividade agrícola, bem como outras predisposições a riscos ambientais geomorfológicos, podem intensificar o impacto negativo ao meio ambiente e colocar a quantidade e qualidade da água da região em risco, o que reflete na maior necessidade de estações hidrometeorológicas dispostas nestas áreas(EMBRAPA, 2018).

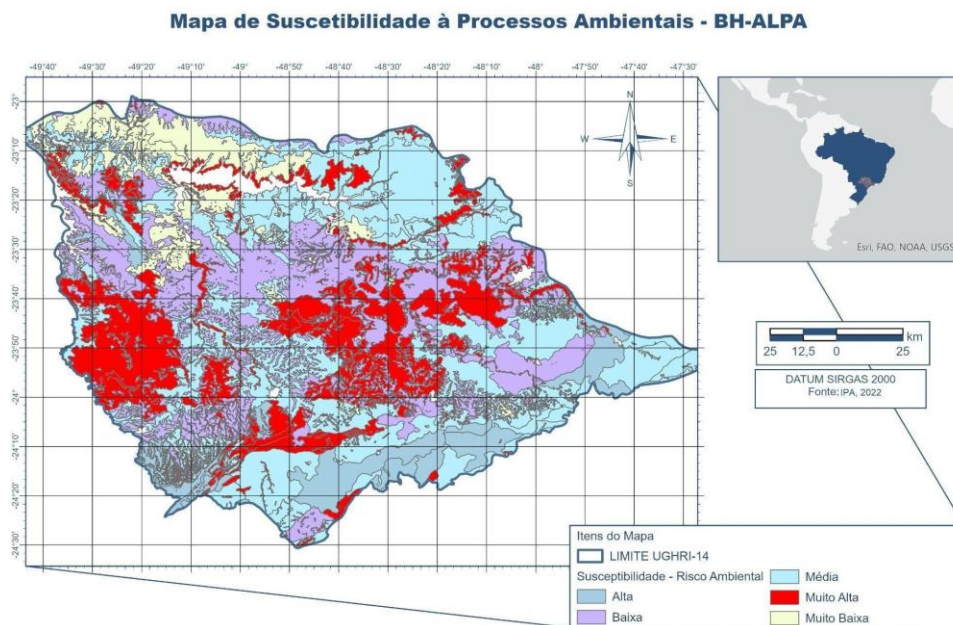
Assim, levantou-se áreas críticas da região, a fim de compilar dados de risco ao meio ambiente (questões na qualidade e quantidade da água e suscetibilidade aos processos geomórficos de risco ao meio), identificando áreas prioritárias para conservação da BH-ALPA como exhibe a Figura 6 e Figura 7.

FIGURA 5 – Susceptibilidade à Erosão Hídrica da região



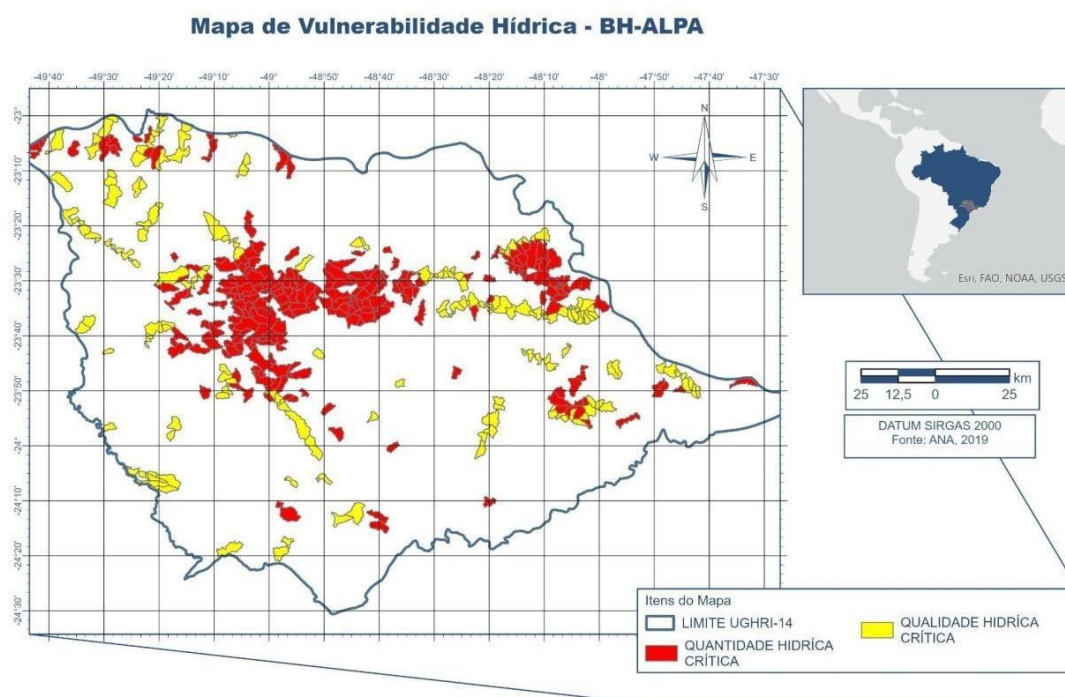
Fonte: Compilado do autor, 2023.

FIGURA 6 – Risco a processos ambientais na BH-ALPA



Fonte: Compilado do autor, 2023.

FIGURA 7 – Vulnerabilidade de quantidade e qualidade dos recursos hídricos na BH-ALPA



Fonte: Compilado do autor, 2023.

Em virtude da diversidade de características das regiões da BH-ALPA, é fundamental que a gestão dos recursos hídricos seja realizada de acordo com as diretrizes da PNRH, levando em consideração as particularidades de cada área e promovendo o uso sustentável da água e a conservação dos ecossistemas aquáticos (CBH-ALPA, 2016).

Dentre os parâmetros da PNRH aplicados na BH-ALPA incluem-se o monitoramento da qualidade da água e a avaliação da disponibilidade hídrica. Para tanto, são realizadas análises da concentração de nutrientes, metais potencialmente tóxicos e outros poluentes, além de medições do volume de água disponível nos rios e reservatórios da bacia. Esses parâmetros são fundamentais para garantir a disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas para os diversos usos, como abastecimento público, irrigação, navegação e preservação dos ecossistemas aquáticos (BRASIL, 1997; CBH-ALPA, 2016).

No que se refere aos instrumentos legais aplicados, existe o Plano de Bacia Hidrográfica, elaborado pelo Comitê da BH-ALPA (CBH-ALPA), que estabelece as diretrizes e estratégias para a gestão dos recursos hídricos na bacia. Além disso, a bacia possui um conjunto de instrumentos de gestão, como outorga de direito de uso da água, cobrança pelo

uso da água e sistemas de monitoramento hidrometeorológico, que visam garantir a sustentabilidade da gestão dos recursos hídricos na região (BRASIL, 1997; CBH-ALPA, 2016).

2.5.1. Instrumentos da PNRH aplicados à BH-ALPA

2.5.1.1.O Comitê da Bacia Hidrográfica

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema (CBH-ALPA) foi instalado em 17 de maio de 1996, com base na Lei nº 7.663/91, a fim de promover a gestão dos recursos hídricos da BH-ALPA. Para garantir o gerenciamento efetivo das ações, o comitê está ancorado em instrumentos de gestão que são a base de seu funcionamento, consistindo em cobrança pelo uso da água, Plano de Bacia, Relatório de Situação de Recursos Hídricos, Outorga de direito de uso e instalação de equipamentos de monitoramento hidrológico (CBH-ALPA, 2016).

Tal instituição é composta por câmaras técnicas, a fim de dar enfoque na discussão de temas específicos, como o Estatuto e Regimento Interno do CBH-ALPA na Câmara de Assuntos Institucionais; a organização de ações de Educação Ambiental na Câmara de Educação Ambiental, abordando sobre Capacitação, Mobilização Social e Informação; a apresentação das considerações da Fundamentação da Cobrança na Câmara de Planejamento, Gerenciamento e Avaliação de Projetos e na Câmara de Saneamento, entre outros temas pautados (CBH-ALPA, 2016).

2.5.1.2. O Plano da BH-ALPA

O Plano da BH-ALPA corresponde a um documento cujo objetivo é orientar a gestão integrada dos recursos hídricos na bacia, garantindo o uso sustentável da água e a preservação dos ecossistemas aquáticos. Tal plano foi elaborado em conformidade com a PNRH pelo CBH-ALPA, tendo como base um diagnóstico detalhado da situação da bacia e a identificação das principais demandas e problemas enfrentados (CBH-ALPA, 2016). O documento apresenta uma análise dos usos da água na bacia, identificando as atividades econômicas e os setores que mais consomem água, através do diagnóstico, prognóstico e plano de ação dos recursos hídricos da UGRHI-14 (CBH-ALPA, 2016).

Além disso, são estabelecidos objetivos de qualidade e quantidade da água, visando proteger os corpos d'água e garantir a disponibilidade hídrica para as diversas finalidades. O

Plano da BH-ALPA também estabelece ações para a gestão integrada dos recursos hídricos, como a criação de sistemas de monitoramento e fiscalização, o estímulo à participação social e a articulação entre os órgãos gestores (CBH-ALPA, 2016). Dispondo ainda da implementação de programas de conservação e recuperação dos ecossistemas aquáticos e ações para prevenção e controle da poluição (CBH-ALPA, 2016).

Por fim, o plano estabelece um conjunto de diretrizes e medidas para a gestão da bacia hidrográfica, visando promover a conservação e o uso sustentável dos recursos hídricos na região (CBH-ALPA, 2016). A sua concretização é fundamental para garantir a disponibilidade hídrica e a qualidade da água na bacia, bem como promover o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida das comunidades locais. Em relação às informações apresentadas no Plano, evidenciam-se os seguintes temas críticos a serem restabelecidos:

- Expressiva demanda de água para uso rural;
- Aumento constante da demanda de água em rios da União;
- 11 municípios ainda não atingiram a universalização do atendimento urbano de água;
- 32 municípios não atingiram a universalização da coleta de esgoto;
- 33 municípios não atingiram a universalização do tratamento de esgoto;
- A eficiência do sistema de coleta e tratamento de esgoto é considerada Boa em apenas sete municípios;
- 3 municípios depositam seus resíduos sólidos em aterros classificados como inadequados e apenas um município (Itapetininga) deposita seus resíduos em aterro com IQR com nota 10; e
- As redes de monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas carecem de ampliação (CBH-ALPA, 2016).

2.5.1.3. Outorga

A outorga pelo uso dos recursos hídricos é realizada na UGRHI 14 pela ANA, no caso dos cursos d'água e reservatórios de domínio da União e pelo Departamento de Água e Energia Elétrica (DAEE), no caso dos cursos d'água estaduais e das águas subterrâneas. Tal instrumento de gestão necessita de adequações para consolidar-se, sobretudo diante da falta de informação da população em relação à regularização, licenciamento dos usos e intervenções nos corpos d'água. Isto dificulta o procedimento de outorga, aumentando a existência de usos irregulares e, conseqüentemente, os riscos de contaminação nos corpos d'água (CBH-ALPA,

2016). Coloca-se em evidência a necessidade de aprofundar em revisões no banco de outorgas para corrigir problemas, verificar a regularidade dos órgãos gerenciadores do abastecimento público nos municípios, elaborar um plano de conscientização da população, entre outros (CBH- ALPA, 2016).

Atualmente, a demanda de água superficial e subterrânea na UGRHI-14 se encontra próxima a 11,12 m³/s e 0,51 m³/s, respectivamente. No que tange a projeções futuras da Outorga, foram realizadas projeções das vazões mínimas de sete dias de duração com período de retorno de 10 anos (Q_{7,10}) pelo DAEE (CBH-ALPA, 2016). Estimaram-se as demandas consuntivas relativas às águas superficiais em 2019, 2023 e 2027, onde, os dados obtidos mostram que há nove municípios que tendem a aumentar a vazão disponível para outorga (Bernardino de Campos, Ipaussu, Piraju e Taquarivaí) ou que tendem a se manter no mesmo patamar (Barão de Antonina, Ribeirão Grande, Sarutaiá, Tejupá e Timburi) (CBH- ALPA, 2016).

2.5.1.4. Enquadramento dos recursos hídricos

O enquadramento dos corpos d'água é um instrumento da PNRH que estabelece objetivos de qualidade da água para os corpos d'água de uma determinada bacia hidrográfica. Na BH-ALPA, os corpos d'água são classificados de acordo com sua capacidade de diluição e autodepuração, e são estabelecidos limites de concentração de poluentes e parâmetros de qualidade da água para cada classe de corpo d'água (CBH-ALPA, 2015; CBH-ALPA, 2016).

Quanto ao percentual por enquadramento, 95,12% de seus corpos d'água se enquadram na Classe 2, enquanto que 4,72% são denominados Classe 1, 0,12% Classe 3 e 0,04% Classe 4. Ressalta-se que BH-ALPA as classes 3 e 4 compreendem: a) Córrego do Aranha a jusante da captação de água no município de Itapeva até sua confluência com o Rio Pilão D'Água; b) Córrego do Mata Fome, afluente do Córrego do Aranha, no município de Itapeva; c) Ribeirão Ponte Alta afluente do Rio Itapetininga (CBH-ALPA, 2020; CETESB, 2023).

2.5.1.5. Cobrança pelos Recursos Hídricos

A cobrança realiza-se com base no volume de água utilizado e no valor ANA para cada metro cúbico de água, no qual, são definidos os valores a serem cobrados a partir de critérios como o tipo de uso da água, a disponibilidade hídrica e a qualidade da água (CBH-ALPA, 2019; CBH-ALPA, 2016).

Como previsto na Lei Estadual nº 12.183/2005, regulamentado pelo Decreto nº 63.263/2018 e deliberação CRH nº 201/2017, há questões importantes no que diz respeito à cobrança pelo uso na BH-ALPA, como o Sistema de Cobrança com cadastro online e os fundamentos e valores para a cobrança pelos usos urbanos e industriais dos recursos hídricos. Atualmente essa plataforma online é gerenciada pelo DAEE, visando cadastrar responsáveis e empreendimentos associados à bacia e que utilizam do recurso hídrico (CBH-ALPA, 2019; CBH-ALPA, 2016). No que se trata dos valores da cobrança, o sistema está em implementação, porém, o relatório elaborado pelo CBH-ALPA contendo a fundamentação da proposta de cobrança indica, como dispõe no Decreto no 63.263/2018:

“**ANEXO 2.** a) para captação, extração e derivação: PUBCAP = R\$ 0,009 por m³ de água captada, extraída ou derivada; b) para consumo: PUBCONS = R\$ 0,02 por m³ de água consumida; c) para lançamento de carga de DBO_{5,20}: PUBDBO = R\$ 0,09 por kg de carga de Demanda Bioquímica de Oxigênio (de 5 dias a 20°C) - DBO_{5,20}. 2.1. Os PUB's descritos no caput deste item serão devidos pelos usuários de recursos hídricos, a partir da implantação da cobrança na UGRHI-14 (Alto Paranapanema), seguindo a progressividade de aplicação abaixo:
a) 60% dos PUB's, no primeiro exercício fiscal; b) 75% dos PUB's, no segundo exercício fiscal; c) 100% dos PUB's, no terceiro exercício fiscal em diante.”

Os recursos arrecadados com a cobrança são gerenciados pelo CBH-ALPA e destinados a investimentos em ações de gestão, planejamento e preservação dos recursos hídricos, além de incentivar práticas sustentáveis de uso da água, uma vez que, a cobrança pelo uso da água tem o foco em conscientizar os usuários sobre a importância do uso racional dos recursos hídricos e garantir a disponibilidade de água para as gerações futuras (CBH-ALPA, 2016).

3. OBJETIVO

Diante da questão, este trabalho teve por objetivo analisar criticamente aspectos quantitativos e qualitativos, tal qual a constância e conformidade à legislação vigente dos dados oriundos da rede de monitoramento hidrometeorológico da BH-ALPA. Para tanto, avaliou-se a base de dados hidrometeorológicos e as referências legais a respeito dos recursos hídricos na BH-ALPA de forma a levantar a qualidade dessas informações bem como sua efetividade na gestão da respectiva bacia.

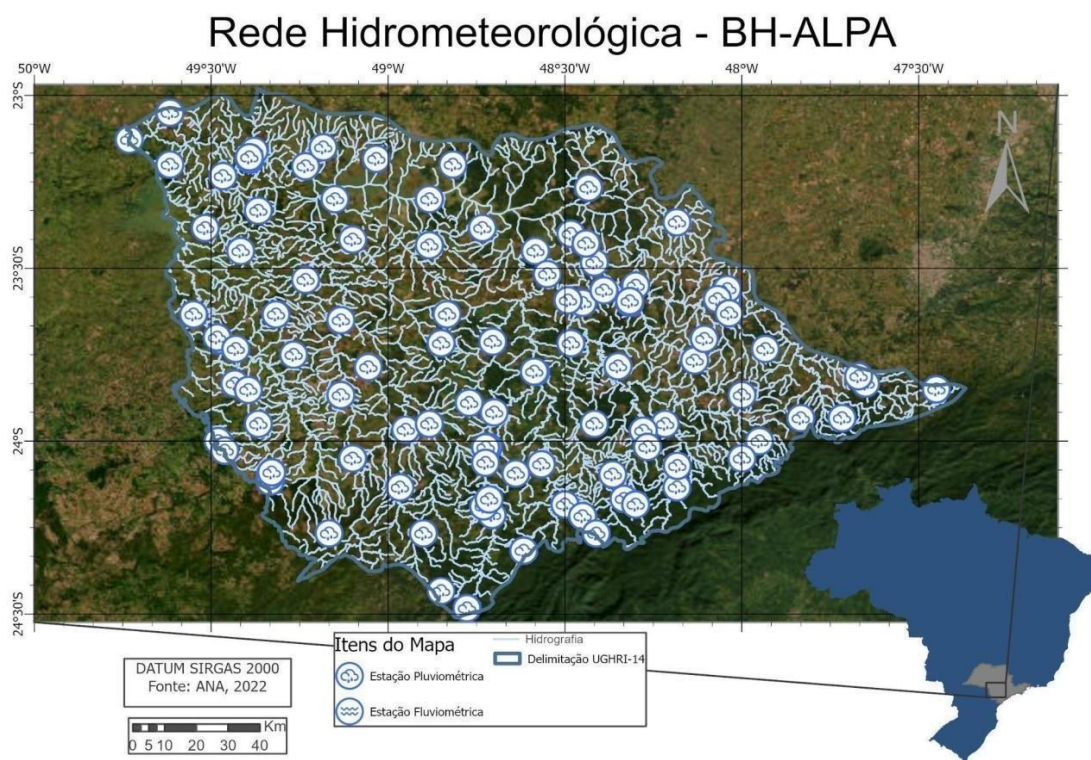
4. METODOLOGIA

O estudo foi realizado por meio de uma revisão integrada da literatura, cuja pauta caracteriza-se no entendimento e análise das questões legais acerca do monitoramento e adequação aos instrumentos regulatórios de uma BH, com vistas a obter subsídios para avaliação da situação atual da BH-ALPA, através da investigação científica e síntese das evidências disponíveis sobre o objeto de interesse. Foram utilizados dados coletados pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e ANA para tal avaliação.

O monitoramento ambiental contínuo e de longo prazo é fundamental para identificar e classificar potenciais pressões antrópicas e determinar seu impacto sobre os ecossistemas aquáticos (WMO, 2010). Integrante do SNIRH, o *HidroWeb* corresponde a uma plataforma eletrônica da ANA onde está disposto o banco de dados referente às informações coletadas pela RHN.

Para a apuração do objeto da pesquisa, o conjunto de dados disponíveis no *HidroWeb* foi avaliado através da verificação das estações pluviométricas e fluviométricas localizadas na BH-ALPA. A respectiva bacia contém 131 estações, como demonstra a Figura 8.

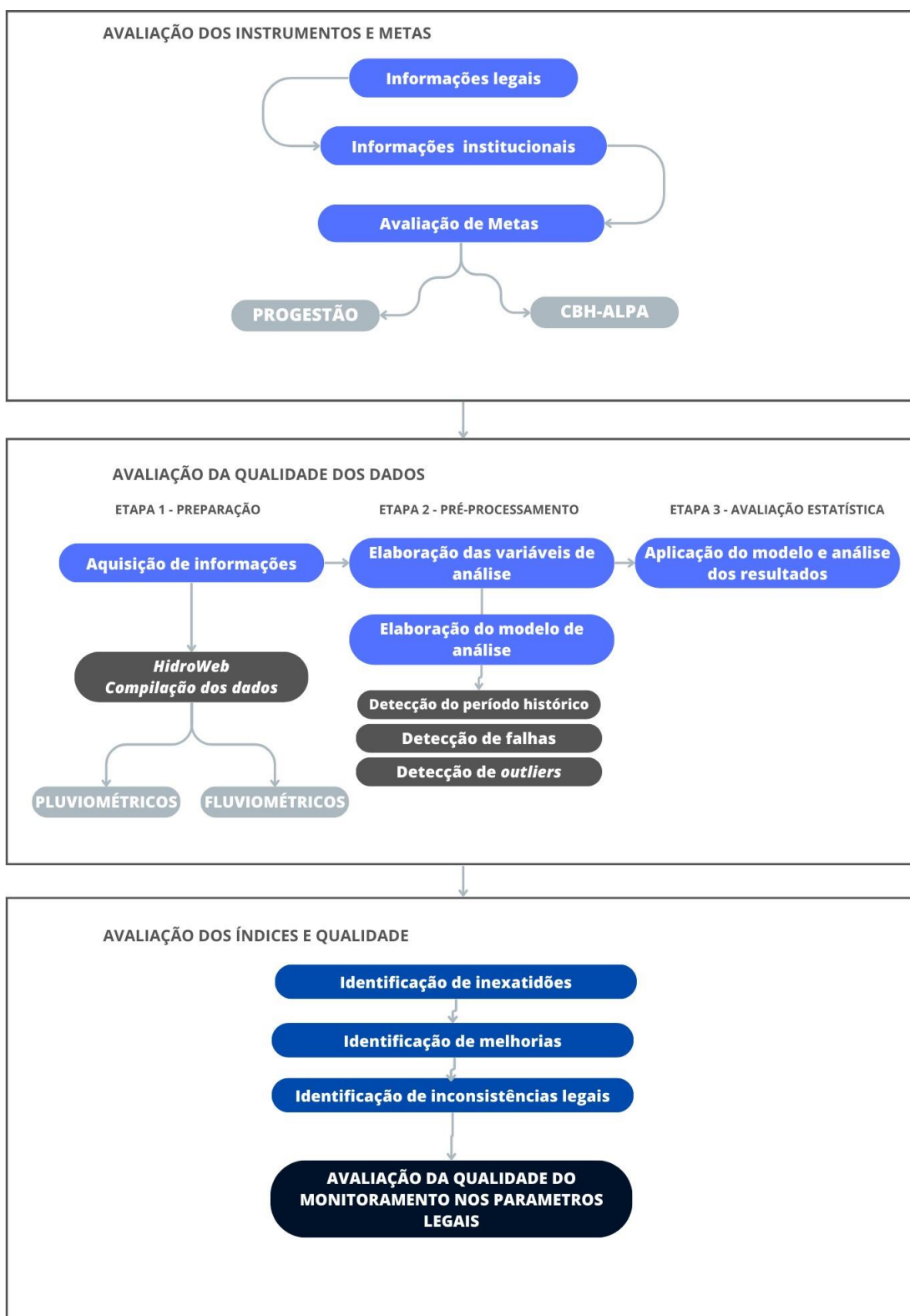
FIGURA 8 - Rede Hidrometeorológica - BH-ALPA



Fonte: Compilado do autor, 2023.

A partir da análise proposta pelo PROGESTÃO, é possível avaliar a qualidade do monitoramento hidrometeorológico na BH-ALPA. Para tanto, propõe-se uma série de etapas, incluindo a verificação da rede de monitoramento, a análise dos dados coletados e a identificação de problemas e recomendações para melhorias contínuas, conforme exhibe o Fluxograma 1 (ANA, 2013; ANA, 2016).

FLUXOGRAMA 1 – Etapas metodológicas



Fonte: Autoria própria, 2023.

Na primeira etapa ocorre a verificação da rede de monitoramento hidrometeorológico, que deve conter informações sobre a rede de monitoramento existente na bacia, os equipamentos utilizados, a periodicidade de coleta e o tempo de operação dos mesmos, entre outras informações relevantes (ANA, 2013; ANA, 2016). Nesta etapa, as informações obtidas do *Hidroweb* foram compiladas em dois arquivos .CSV, os quais contiveram as informações hidrometeorológicas relevantes para a análise, a fim de se levantar todas as estações na BH-ALPA.

Avaliaram-se as variáveis de dados fluviométricos de 23 estações: “ano do primeiro registro da estação; ano do último registro da estação; afirmação ou não se a estação está ainda em operação; percentual de dados brutos da série histórica; percentual de dados consistidos da série histórica; percentual de falha da série histórica; vazões mínimas, médias e máximas de longo prazo da série total” . No que se trata dos dados pluviométricos, as variáveis avaliadas de 108 estações foram: “ano do primeiro registro da estação; ano do último registro da estação; afirmação ou não se a estação está ainda em operação; percentual de dados brutos da série histórica; percentual de dados consistidos da série histórica; percentual de falha da série histórica; tamanho da série de totais precipitados anuais; média da série de totais precipitados anuais; desvio padrão da série de totais precipitados anuais; mínimo e máximo da série de totais precipitados anuais” .

A verificação se deu graças aos *softwares* Excel e Python, onde, para tanto, inicialmente foi realizado o *download* diretamente do *HidroWeb* para cada uma das estações, a fim de verificar a disponibilidade dos dados para o público e como a consulta obteve a informação “Sua consulta não retornou nenhum dado para os critérios de seleção aplicados!”, utilizou-se os *webservices* disponíveis nos dados abertos da ANA para a compilação de todos os dados das estações na BH-ALPA.

Cabe ressaltar que os dados brutos da série se tratam de informações primárias enquanto que os dados consistidos são as informações brutas nas quais foram realizadas verificações para correção de erros, identificação e eliminação de falhas e preenchimento de lacunas e outros ajustes necessários. Quanto às falhas, referem-se aos períodos onde não foram apresentados dados, ou ainda contiveram informações com o código de erro “-9999”, com dados oriundos do *webservice*, que disponibiliza a série histórica dos dados hidrometeorológicos, conforme exhibe o *script* da Figura 1 para a rede fluviométrica.

FIGURA 9 – Script percentual de falhas da rede fluviométrica

```

# Lista de códigos das estações fluviométricas
estacoes=['64080000', '64220050', '64119000', '64250010', '64198000', '64231000',
          '64215080', '64219080', '64270080', '64015000', '64065000', '64219200', '64185000', '64135000', '64040000', '64191000']

# Função para calcular o percentual de falhas da série histórica
def calcular_percentual_falhas(xml):
    # Contar o número de registros de dados
    total_registros = xml.count("<HidroSerieHistoricaResult>")
    # Contar o número de registros com dados faltantes
    registros_falhas = xml.count("<HidroSerieHistoricaResult></HidroSerieHistoricaResult>")
    # Calcular o percentual de falhas
    percentual_falhas = (registros_falhas / total_registros) * 100
    return percentual_falhas

# Função para verificar se um valor é inválido (-99999)
def is_valor_invalido(valor):
    return valor == "-99999"

# Método de solicitação SOAP 1.1
def solicitar_dados_soap11(codigo_estacao):
    url = "http://telemetriaws1.ana.gov.br/ServiceANA.asmx"
    headers = {
        "Content-Type": "text/xml; charset=utf-8",
        "SOAPAction": "http://MRCS/HidroSerieHistorica"
    }
    body = f"""<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
    <soap:Envelope xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/">
    <soap:Body>
    <HidroSerieHistorica xmlns="http://MRCS/">
    <codEstacao>{codigo_estacao}</codEstacao>
    <dataInicio>string</dataInicio>
    <dataFim>string</dataFim>
    <tipoDados>string</tipoDados>
    <nivelConsistencia>string</nivelConsistencia>
    </HidroSerieHistorica>
    </soap:Body>
    </soap:Envelope>"""
    response = requests.post(url, headers=headers, data=body)
    xml_response = response.content.decode("utf-8")
    return xml_response

# Executar solicitação para cada estação fluviométrica
for codigo_estacao in estacoes:
    xml_response = solicitar_dados_soap11(codigo_estacao)
    percentual_falhas = calcular_percentual_falhas(xml_response)
    print(f"Estação {codigo_estacao}: {percentual_falhas}% de falhas")

# Verificar dados inválidos (-99999)
if "-99999" in xml_response:
    print(["Dados inválidos encontrados!"])

```

Fonte: Autoria própria, 2023.

As séries históricas foram usadas na segunda etapa, que se trata da análise dos dados coletados por meio de técnicas estatísticas e gráficas, para identificar se há falhas no monitoramento. Ainda neste âmbito foram calculados inclusive os percentuais de dados brutos e dados consistidos como indicado na Figura 2, onde, o produto da soma do percentual de ambos deve ser igual à 100%. (ANA, 2013; DO CARMO, 2015). Ressalta-se que as bibliotecas “pandas”, “requests”, “xml.etree.ElementTree”, “numpy”, “matplotlib.pyplot” foram previamente instaladas para a análise e que todos os exemplos são voltados para a rede fluviométrica mas o mesmo *script* alterando-se apenas os códigos das estações foi realizado para a rede pluviométrica.

Além disso, para a visualização da distribuição das variáveis contínuas, elaborou-se gráficos *boxplot*, a fim de se detectar valores atípicos entre a precipitação anual em relação ao coeficiente de variação da série histórica de todas as estações pluviométricas e os *outliers* de variáveis como a vazão em relação às variações da série total de cada estação fluviométrica, como exhibe a Figura 3. A partir desta, podem ser identificados problemas no monitoramento, como problemas com os equipamentos utilizados ou com a transmissão de dados (RIGHETTI *et al.*, 2015).

FIGURA 10 – Script percentual de dados da rede fluviométrica

```
# URL do serviço SOAP da ANA
url = 'http://telemetriaws1.ana.gov.br/ServiceANA.asmx'
# Para cada estação
for codEstacao in estacoes:
    # Define o corpo da solicitação SOAP
    soap_body = f'''
        <soap:Envelope xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/" xmlns:mrcs="http://MRCES/">
            <soap:Body>
                <mrcs:HidroSerieHistorica>
                    <mrcs:codEstacao>{codEstacao}</mrcs:codEstacao>
                    <mrcs:dataInicio></mrcs:dataInicio>
                    <mrcs:dataFim></mrcs:dataFim>
                    <mrcs:tipoDados>1</mrcs:tipoDados>
                    <mrcs:nivelConsistencia>1</mrcs:nivelConsistencia>
                </mrcs:HidroSerieHistorica>
            </soap:Body>
        </soap:Envelope>
    '''

    headers = {
        'Content-Type': 'text/xml; charset=utf-8',
        'SOAPAction': 'http://MRCES/HidroSerieHistorica'
    }
    response = requests.post(url, data=soap_body, headers=headers)

    # Analisa a resposta e extrai os dados necessários
    if response.status_code == 200:
        # Analisa o XML retornado pela resposta
        root = ET.fromstring(response.content)

        # Encontra o elemento que contém os dados desejados
        data_element = root.find('.//{http://MRCES/}HidroSerieHistoricaResult')

        print(f'Estação {codEstacao}:')
        print(f'Percentual de dados brutos: {percentual_brutos}%')
        print(f'Percentual de dados consistidos: {percentual_consistidos}%')
        print()
```

Fonte: Autoria própria, 2023.

FIGURA 11 – Script dados de variação da rede fluviométrica

```

url = 'http://telemetriaws1.ana.gov.br/ServiceANA.asmx/HidroSerieHistorica'

# Códigos das estações fluviométricas
codigos_estacoes = ["64080000", "64220050", "64119000", "64250010", "64198000", "64231000",
                    "64215080", "64219080", "64270080", "64015000", "64065000", "64219200",
                    "64185000", "64135000", "64040000", "64191000"]

# Parâmetros da solicitação SOAP
data = {
    'codEstacao': '',
    'dataInicio': '',
    'dataFim': '',
    'tipoDados': '3', # Vazões
    'nivelConsistencia': '2' # Consistido
}

for codigo_estacao in codigos_estacoes:
    data['codEstacao'] = codigo_estacao

    response = requests.post(url, data=data)

    if response.status_code == 200:
        print(response.text)
    else:
        print(f'Erro ao obter os dados da estação {codigo_estacao}. Código de status: {response.status_code}')

df = pd.DataFrame(response)
# Calcular a variação de vazão para cada estação
df['variacao'] = df['Vazão Máxima'] - df['Vazão Mínima']

# Calcular os limites para outliers usando o método IQR (intervalo interquartil)
q1 = df['variacao'].quantile(0.25)
q3 = df['variacao'].quantile(0.75)
iqr = q3 - q1
limite_inferior = q1 - 1.5 * iqr
limite_superior = q3 + 1.5 * iqr

# Identificar outliers
outliers = df[(df['variacao'] < limite_inferior) | (df['variacao'] > limite_superior)]

# Exibir os outliers
print("Outliers:")
print(outliers)

# Gerar boxplots
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.boxplot(df['variacao'], vert=False)
plt.title('Variação de Vazão')
plt.xlabel('Vazão')
plt.show()

```

Fonte: Autoria própria, 2023.

4.1. Análise espacial

O software ArcGIS PRO foi utilizado para a elaboração dos mapas apresentados, todas as representações geográficas foram elaboradas com dados preexistentes do banco de dados da ANA para as delimitações hidricas; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para as delimitações geográficas; Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA), para os riscos ambientais; e MAPBIOMAS para as questões de Uso e Ocupação da Terra.

Além disso, realizou-se um produto final com a compilação dos dados preexistentes de risco ambiental através de um compilado de informações de processos geomórficos, incluindo

informações de erodibilidade, erosividade, suscetibilidade aos processos geomórficos dominantes e suscetibilidade erosiva hídrica e do meio físico, além de classificação por grupos hidrológicos de qualidade da água na região, desmatamento uso do solo e da distribuição da rede hidrometeorológica, a fim de expor as extensões mais necessárias ao monitoramento, em conjunto às informações de uso e ocupação do solo e vulnerabilidade de quantidade e qualidade dos recursos hídricos da BH-ALPA, onde, elaborou-se um mapa de calor para as extensões que se demonstraram com maior problemática na questão ambiental e associou-se tais informações às localidades da rede hidrometeorológica (SÃO PAULO, 2017; MAPBIOMAS, 2021). Por fim, na terceira etapa, há a identificação de problemas e recomendações para melhorias contínuas avaliadas através do produto da análise dos dados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Avaliação da Rede Hidrometeorológica

O intervalo de anos de monitoramento fornece uma indicação da duração e da abrangência dos dados. Dentre as 23 estações pluviométricas em estudo, constatou-se que as informações prescritas nos equipamentos determinados “em operação” contaram 16 estações, as quais estavam atualizadas com dados dos anos de 2012 a 2018. No que se trata das estações pluviométricas, 77 das 108 estações foram denominadas “em operação”, com informação final dos dados datados de 1970 até 2020.

No que se trata das variáveis da proporção de dados brutos e consistidos, o percentual de dados consistidos deve conter altos valores, próxima ou igual a 100%, indicando que a maioria dos dados foi processada e validada. Ainda, a falta de registros de falhas pode tornar a análise imprecisa, além de que é desejável que tais informações apresentem-se com valor baixo, indicando poucas falhas no sistema de coleta e processamento de dados. O conjunto de informações das estações operando, com seus respectivos códigos, o ano do último registro da estação, o período de dados e informações de falhas se encontra expresso no Quadro 3.

Cabe ressaltar que no âmbito das falhas, as instituições responsáveis pela consolidação dos dados, ou seja, pela verificação da qualidade e consistência das informações, passam por um desafio complexo na realização da correção completa de todas as falhas, uma vez que podem ocorrer erros difíceis de serem identificados, problemas sistêmicos ou técnicos

subjacentes. Portanto, embora os dados consistidos sejam sujeitos a um processo de correção, tais podem conter falhas residuais, sendo de extrema importância que os usuários dessas informações estejam cientes das limitações e utilizem de uma abordagem crítica para interpretar tais dados (SALGUEIRO, 2005) .

QUADRO 3 – Avaliação da situação da RHNR

Código	Último registro da estação (data)	Duração (anos)	Dados brutos (%)	Dados consistidos (%)	Falhas (%)
Dados Fluviométricos					
64080000	2012	74	0	100	0
64220050	2012	0	0	100	0
64119000	2012	0	0	100	0
64250010	2012	0	0	100	0
64198000	2012	0	0	100	0
64231000	2014	30	0	100	0,27
64215080	2015	84	0	100	71,94
64219080	2015	84	0	100	87,89
64270080	2015	84	0	100	71,93
64015000	2016	29	97,47	2,53	77,15
64065000	2017	70	3,22	96,78	3,09
64219200	2017	3	8,65	91,35	2,22
64185000	2018	31	27,72	72,28	61,64
64135000	2018	31	35,16	64,84	56,92
64040000	2018	80	4,22	95,78	1,12
64191000	2018	31	31,49	68,51	59,62
Dados Pluviométricos					
2348041	1970	9	100	0	5,16
2449005	1981	43	100	0	4,13
2348043	1993	32	100	0	35,27
2348074	1995	24	100	0	1,27
2448065	1995	14	100	0	4,72
2348030	1996	51	100	0	3,06
2448005	1996	25	100	0	5,65
2348019	1997	61	100	0	27,66
2349025	1997	58	100	0	1,59
2448053	1997	49	100	0	25,66
2348013	1998	27	100	0	1,39

Fonte: Autoria própria, 2023. “Continua”.

QUADRO 3 – Avaliação da situação da RHNR

Código	Último registro da estação (data)	Duração (anos)	Dados brutos (%)	Dados consistidos (%)	Falhas (%)
Dados Pluviométricos					
2348020	1998	32	100	0	2,74
2348023	1998	28	100	0	0,02
2348024	1998	33	100	0	3,35
2348072	1998	28	100	0	0,62
2348075	1998	26	100	0	1,28
2448007	1998	59	100	0	1,80
2448058	1998	26	100	0	0,90
2448066	1998	16	100	0	1,39
2449056	1998	27	100	0	0,55
2348029	1999	52	100	0	1,79
2349010	1999	60	100	0	21,37
2349015	1999	56	100	0	5,57
2349018	1999	60	100	0	7,57
2349024	1999	29	100	0	0,00
2349026	1999	60	100	0	2,34
2349027	1999	34	100	0	0,73
2448003	1999	60	100	0	1,87
2449002	1999	43	100	0	2,18
2347151	1999	27	100	0	0,45
2348025	2000	53	100	0	18,25
2348063	2000	42	100	0	0,42
2348077	2000	28	100	0	3,88
2348080	2000	18	100	0	0,45
2349012	2000	29	100	0	1,88
2349014	2000	61	100	0	7,22
2349019	2000	63	100	0	5,67
2349052	2000	57	100	0	4,56

Fonte: Autoria própria, 2023. “Continua”.

QUADRO 3 – Avaliação da situação da RHNR

Código	Último registro da estação (data)	Duração (anos)	Dados brutos (%)	Dados consistidos (%)	Falhas (%)
Dados Pluviométricos					
2349054	2000	29	100	0	1,53
2349055	2000	29	100	0	0,66
2349067	2000	22	100	0	1,18
2347147	2001	29	100	0	0,16
2347148	2001	29	100	0	1,17
2348015	2001	49	100	0	33,10
2348027	2001	50	100	0	0,12
2448002	2001	40	100	0	2,14
2448004	2001	62	100	0	0,86
2348016	2003	64	100	0	0,07
2348022	2004	65	100	0	16,76
2448006	2004	57	100	0	11,73
2349022	2006	69	100	0	23,74
2348076	2011	39	100	0	1,99
2348026	2012	42	100	0	0,31
2348034	2012	69	8,91	91,09	2,63
2349013	2012	73	100	0	18,38
2349041	2012	52	100	0	26,83
2448011	2012	60	100	0	19,70
2349016	2013	74	100	0	5,42
2447001	2013	77	100	0	13,74
2448067	2013	23	100	0	8,09
2347049	2014	77	100	0	11,09
2347050	2014	78	100	0	1,90
2347149	2014	42	100	0	0,24
2348014	2014	55	100	0	4,22
2348017	2014	75	100	0	0,63
2348028	2014	75	100	0	0,68
2348031	2014	68	100	0	2,39
2349011	2014	76	100	0	1,01
2349017	2014	75	100	0	10,98
2448009	2014	43	100	0	7,66

Fonte: Autoria própria, 2023. “Continua”.

QUADRO 3 – Avaliação da situação da RHNR

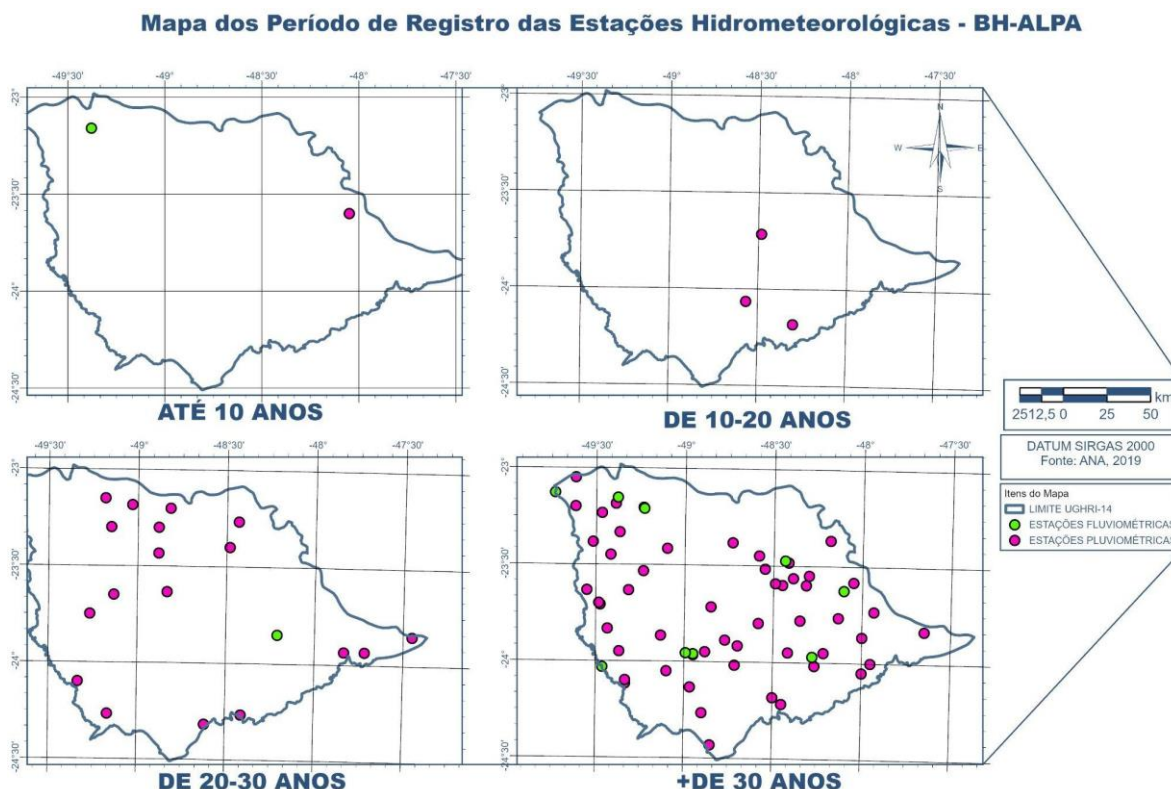
Código	Último registro da estação (data)	Duração (anos)	Dados brutos (%)	Dados consistidos (%)	Falhas (%)
Dados Pluviométricos					
2449001	2014	75	100	0	5,84
2447007	2014	54	100	0	1,53
2348033	2019	81	18,67	81,33	2,44
2348088	2019	38	35,21	64,79	1,32
2349007	2019	81	17,00	83,00	0,22
2349020	2019	68	20,39	79,61	0,37
2348037	2020	81	16,77	83,23	1,11

Fonte: Autoria própria, 2023. “Conclusão”.

Pode-se verificar que mesmo em situação “em operação” muitas estações pluviométricas dataram 0 anos de registro, o que indica que tais estações foram instaladas no ano correspondente mas não registraram dados por períodos significativos para a coleta, o que demonstra uma baixa cobertura temporal para análise. Tais fatores podem estar atrelados aos responsáveis pelas estações, os quais não enviam atualizações recentes para a ANA. Ainda, as estações se encontram dispostas aos arredores de Usinas Hidrelétricas (UHE), como as de códigos 64220050, 64119000, 64250010, 64198000, o que pode refletir em inconsistências na gestão CTG Brasil, iniciada em 2016, porém, a explicação para tais fatores de inconsistência foram denominados inconclusivos, uma vez que não foi encontrando o real motivo da problemática.

Quanto às estações pluviométricas, grande parte dos registros tem distribuição histórica que varia de 20 a 80 anos, o que sugere um período de operação considerável para coleta de dados, abordando a variação temporal com 10 anos, 20 anos, 30 anos e +30 anos de funcionamento da estação como visto na Figura 12, onde pode-se avaliar que grande parte dos dados correspondem a um período maior que 30 anos. De modo geral, observa-se que o período de dados das estações hidrometeorológicas apresentam variações na disponibilidade de informações atualizadas, que podem estar atreladas a diferentes fatores, como a disponibilidade de recursos, mudanças nas políticas de monitoramento ou problemas técnicos.

FIGURA 12 – Período histórico de funcionamento das estações



Fonte: Compilado do autor, 2023.

Verifica-se que as mesmas estações que contiveram baixa informação temporal não apresentaram informações pertinentes a seus dados brutos por períodos significativos, o que pode expor a presença de lacunas nos dados das estações, com a falta de registros ou falhas consideráveis na coleta de dados nessas estações. Em tese, foi possível observar que grande parte das estações fluviométricas contiveram seus dados corrigidos, enquanto que o oposto é visto nas estações pluviométricas.

No que se refere às falhas na rede, a elevada taxa de falhas pode afetar a confiabilidade das análises e estudos realizados com base nesses dados, tais percentuais variam amplamente, com algumas estações apresentando valores acima de 50%, sendo necessário ter cautela ao interpretar o produto das análises que dependem destas informações e considerar o impacto desta problemática nos resultados finais. Verificou-se ainda, uma elevada presença de falhas residuais dentre os dados consistidos, os quais demonstram a identificação das lacunas, porém, ainda necessitam da complementação dessas informações.

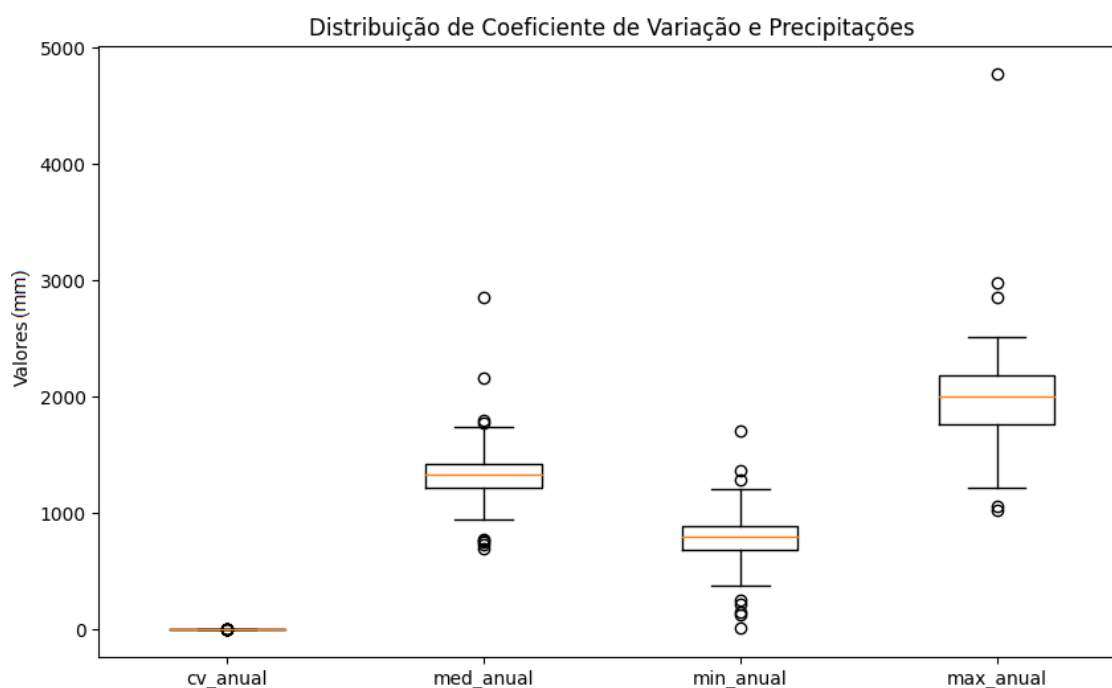
As estações obtiveram resultados com erros ao longo da série histórica que se diversificam entre 0,00% e 87,89% o que indica a presença de lacunas significativas nos

dados em algumas estações. No entanto, a média das falhas nas estações fluviométricas foi de aproximadamente 22%, enquanto que para os dados pluviométricos foi igual à 7,7% indicando taxa média de falhas significativa na BH-ALPA como um todo.

Outra variável importante para maior confiabilidade dos registros corresponde à identificação da presença de valores extremos, conhecidos como *outliers*. Tais produtos podem corresponder a dados atípicos que se afastam significativamente da maioria dos outros dados. No contexto do monitoramento hidrometeorológico, os *outliers* podem indicar medições errôneas, falhas nos equipamentos de coleta de dados ou eventos climáticos extremos (NASCIMENTO *et al.*, 2021).

A representação gráfica de tal informação permite avaliar a variabilidade dos dados hidrometeorológicos e observar a dispersão dos dados ao redor da mediana. Assim, elaborou-se a ferramenta visual das variáveis pluviométricas de todas as estações: média da série de totais precipitados por ano (*med_anual*), mínimo da série de totais precipitados por ano (*min_anual*), máximo da série de totais precipitados anuais (*max_anual*) e coeficiente de variação da série de totais precipitados por ano (*cv_anual*), a fim de avaliar se houve variações significativas na rede pluviométrica, se deu como representa o Gráfico 1.

GRÁFICO 1 – Avaliação das precipitações monitoradas



Fonte: Autoria própria, 2023.

Com base neste resultado pode-se observar que há presença de valores extremos altos nos dados ou possíveis pontos de dados atípicos que estão influenciando em tais resultados no âmbito das séries de totais precipitados, reflexo este de possíveis eventos climáticos na região dos postos de coleta de dados, ou ainda alguma inconsistência na coleta. No que se trata do coeficiente de variação, a dispersão dos dados se encontra significativamente baixa, mas ao analisar suas taxas de coeficiente de variação observa-se uma variabilidade relativamente alta em relação à média anual.

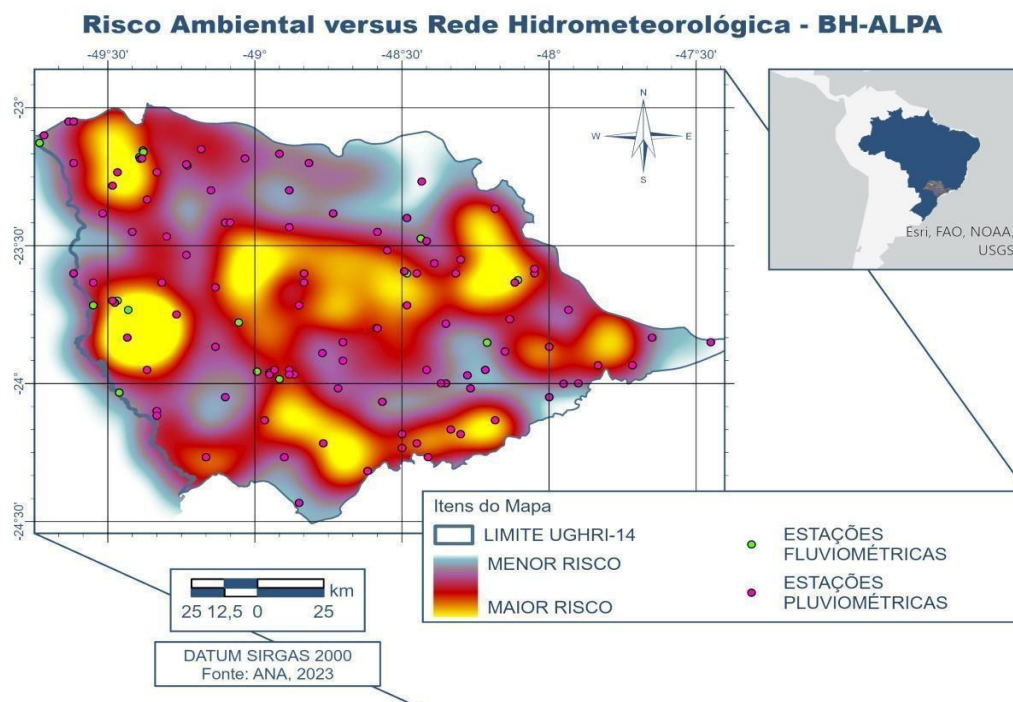
Englobado em tais parâmetros, avaliou-se o desvio padrão, o qual se deu com variação elevada, representados por valores de cerca de 170 mm a mais de 1300 mm. Tal fator reflete a dispersão dos dados ao redor da média anual e significa que há uma grande variabilidade nos valores anuais.

No que diz respeito às variáveis fluviométricas, foram analisadas separadamente todas as estações, tendo em vista que tais informações correspondem a valores incomparáveis entre si por não pertencerem ao mesmo corpo d'água, verificou-se os parâmetros de vazão ao longo da série histórica sem a elaboração do gráfico *boxplot*, tal produto indicou que não houve *outliers* ou inconsistências significativas com base nas informações analisadas na maioria das estações, com exceção das estações que corresponderam aos códigos 64215080 e 64270080, que contiveram, respectivamente, dados de desvio padrão de 667,24 m³/s e 1264,82 m³/s, o que indica que os valores de vazão para tais códigos apresentam uma elevada variação para as estações, as quais estão mais afastadas da média total destas estações, fatores estes que podem estar atrelados às falhas em tais estações.

5.2. Monitoramento hidrometeorológico e instrumentos legais e institucionais na BH-ALPA

Através da avaliação criteriosa das condições anteriores de monitoramento hidrometeorológico na BH-ALPA pode-se revelar algumas inconsistências e desafios enfrentados, sobretudo nos aspectos da extensão da rede de monitoramento e inconformidades com as legislações vigentes. Espera-se que a rede hidrometeorológica esteja disposta em pontos estratégicos da BH-ALPA, sobretudo em áreas susceptíveis a ocorrência de processos que prejudiquem a resiliência do recurso hídrico (ANAP, 2018). Diante da abrangência das estações em pontos estratégicos de risco ambiental, elaborou-se a Figura 13.

FIGURA 13 – Áreas críticas



Fonte: Compilado do autor, 2023.

Tal representação foi realizada através de um compilado de informações dos atributos ambientais, conforme apresentadas na Figura 4, Figura 5, Figura 6, e Figura 7, onde foi possível atribuir áreas de maior susceptibilidade a algum evento ambiental, se tratando de áreas mais sensíveis a ações antrópicas e áreas menos susceptíveis a riscos ambientais. Com a visualização da pauta, percebe-se que a disposição da rede pluviométrica em situação de “em operação” é escassa e apesar de haver um número significativo de estações pluviométricas ativas, tais se encontram situadas em sua maioria em áreas de menor risco ambiental. Assim, mencionam-se as questões como a falta de estações de monitoramento em locais estratégicos, além das falhas na coleta e transmissão de dados em tempo real e deficiências na qualidade e confiabilidade das informações produzidas no âmbito prático da rede de monitoramento citadas anteriormente.

Com isso, na esfera da adoção dos níveis mínimos de exigência do PROGESTÃO esperam-se aperfeiçoamentos na estrutura institucional e das práticas de gestão estadual de recursos hídricos; conhecimento da realidade estadual da gestão de recursos hídricos; e, sobretudo no âmbito que envolve as variáveis de informação e suporte esperam-se melhorias do intercâmbio de informações. Contudo, constatou-se a meta do monitoramento

hidrometeorológico atendendo as obrigatoriedades do programa, o que denota a necessidade de medidas mais restritivas neste parâmetro, envolvendo a avaliação da qualidade dos dados do monitoramento em questão.

A utilização de tecnologias avançadas, como sensores remotos, sistemas de monitoramento em tempo real e modelagem hidrológica computacional com inteligência artificial, pode contribuir com dados mais precisos e permitir uma melhor compreensão dos padrões hidrometeorológicos, sobretudo em localidades de difícil acesso para a coleta.

Outro ponto importante do estudo tratou da conformidade com as legislações vigentes relacionadas à temática, tendo em vista que é essencial que a BH-ALPA esteja alinhada a essas legislações, garantindo a coleta de dados adequada e a produção de informações confiáveis para subsidiar as decisões de gestão. Com base nas informações fornecidas sobre as deliberações do CBH-ALPA pode-se constatar providências acerca das legislações vigentes.

A Deliberação CBH-ALPA nº 150 demonstra o comprometimento do comitê em planejar ações e investimentos para a gestão dos recursos hídricos na região, com planos e programas de investimentos no monitoramento dos recursos hídricos, essenciais para o acompanhamento da situação dos recursos hídricos e para orientar as ações de gerenciamento.

No contexto do Plano da Bacia CBH-ALPA (2016), são definidas metas e ações para abordar diferentes aspectos da gestão dos recursos hídricos na região, tais objetivos estão embasados nos Programas de Duração Continuada (PDCs) estabelecidos na Deliberação CRH nº 190. Para o âmbito do monitoramento, as metas estão pautadas nas evidências que apontam para a necessidade de expandir e aprimorar as redes de monitoramento presentes na região, enfatizando a essencialidade em realizar ações de melhoria nas redes existentes e promover a integração entre as redes estaduais e federais. Dessa forma, busca-se alcançar um nível de execução final das metas de âmbito local relacionadas ao monitoramento hidrometeorológico das águas (CBH-ALPA, 2016).

A aprovação de diretrizes e critérios para hierarquização e seleção de investimentos, com a Deliberação CBH-ALPA nº 149, nº 157 e nº 162, visando à distribuição dos recursos financeiros destinados à área da BH-ALPA demonstra critérios claros e transparentes para a seleção e priorização de investimentos na área da bacia hidrográfica. Tal fator se encontra

alinhado aos princípios de gestão participativa e descentralizada, previstos na legislação de recursos hídricos.

Ainda, estabelecida com os princípios da PNRH, os mecanismos e valores da cobrança pela utilização dos recursos hídricos, aprovados na Deliberação CBH-ALPA nº 151, corresponde a uma maneira de incentivar o uso racional do insumo hídrico, assim como proporcionar recursos financeiros para a implementação de ações voltadas à preservação, recuperação e gestão dos recursos hídricos. Estas e outras resoluções no contexto da CBH-ALPA se encontram no Quadro 4.

QUADRO 4 – Instrumentos CBH-ALPA

Deliberações	Descrição
CBH-ALPA nº 149, de 23/02/2017	Aprova diretrizes e critérios para fins de hierarquização e seleção dos investimentos a serem indicados ao FEHIDRO
CBH-ALPA nº 150 de 23/02/2017	Aprova o Plano de Ação e o Programa de Investimentos do CBH-ALPA período 2017 – 2019.
Cofehidro nº 176, de 09/03/2017	Plano de Aplicação para o exercício de 2017 e dá outras providências
CBH-ALPA Ad Referendum nº 152, de 28/03/2017	Readequa o parágrafo único do Artigo 3º da Deliberação CBH-ALPA nº 149 50 de 23 de fevereiro de 2017 e os respectivos valores dos Sub-PDCs, referentes ao exercício 2017
CBH-ALPA Ad Referendum nº 153 de 28/03/2017	Readequa os Anexos I e II, Plano de Ação e Programa de Investimentos do CBH-ALPA no período 2017-2019
CBH-ALPA nº 151, de 23/02/2017	Aprova os mecanismos e valores da Cobrança pelo uso urbano e industrial dos recursos hídricos de domínio do Estado de São Paulo, no âmbito da UGRHI-14, Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema.
CBH-ALPA nº 154, de 27/06/2017	Indica prioridades de investimentos ao FEHIDRO e dá outras providências
CBH-ALPA nº 155, de 27/06/2017	Aprova o Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema 2017 Ano Base 2016
CBH-ALPA Ad Referendum nº 156 de 13/11/2017	Aprova o programa quadrienal de investimento dos recursos a serem arrecadados com a Cobrança pelo uso dos recursos hídricos na UGRHI 14-ALPA, no período 2016-2019
CBH-ALPA nº 157, de 19/12/2017	Aprova diretrizes e critérios para fins de seleção e hierarquização dos investimentos a serem indicados ao FEHIDRO, visando à distribuição dos recursos financeiros destinados à área do CBH-ALPA, UGRHI 14, exercício 2018

Fonte: Autoria própria, 2023. “Continua”.

QUADRO 4 – Instrumentos CBH-ALPA

Deliberações	Descrição
CBH-ALPA nº 158 de 25/04/2018	Indica prioridades de investimentos ao FEHIDRO e dá outras providências.
CBH-ALPA nº 159 de 25/04/2018	Aprova o Relatório II – Plano de Bacia Hidrográfica da UGRHI-14 Alto Paranapanema (2016-2027)
CBH-ALPA nº 162 de 27/11/2018	Aprova diretrizes e critérios para fins de seleção e hierarquização dos investimentos a serem indicados ao FEHIDRO, visando à distribuição dos recursos financeiros destinados à área do CBH-ALPA.
CBH-ALPA nº 163 de 27/11/2018	Aprova Agenda Anual de Atividades 2019 do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema
Deliberação nº 165 de 27 /11/2018	Define normas, procedimentos, critérios e institui a comissão eleitoral para o processo eleitoral dos membros, titulares e suplentes, do CBH-ALTO PARANAPANEMA
Deliberação CBH-ALPA nº166 de 27 /11/2018	Aprova a adoção da Q95% como vazão de referência para a emissão de outorgas de uso de recursos hídricos na UGRHI-14 Alto Paranapanema
CBH-ALPA nº. 169 de 30/07/2019	Indica prioridades de investimentos ao 22 FEHIDRO e dá outras providências, foi apresentada à plenária, sendo a mesma discutida pelos membros
CBH-ALPA nº 170, de 30/07/2019	Aprova o Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema 2019 Ano Base 2018, apresenta o programa de aplicação PPA 2020-2023
CBH-ALPA nº 164, de 11/07/2019	Aprova a revisão do Estatuto do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema
CBH-ALPA nº. 167 de 11/06/2019	Indica prioridades de investimentos ao FEHIDRO e dá outras providências

Fonte: Autoria própria, 2023. “Continua”

QUADRO 4 – Instrumentos CBH-ALPA

Deliberações	Descrição
CBH-ALPA nº 168, de 11/06/2019	Aprova diretrizes e critérios para fins de seleção e hierarquização dos investimentos com saldo remanescente a serem indicados ao FEHIDRO, visando à distribuição dos recursos financeiros destinados à área do CBH-ALPA, UGRHI 14, exercício 2019
CBH-ALPA nº. 172 de 11/12/2019	Indica prioridades de investimentos ao FEHIDRO e dá outras providências, foi apresentada à plenária
CBH-ALPA Ad Referendum nº. 174 de 25/03/2020	Atualiza o Plano de Aplicação de Recursos da Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos na Unidade de Gerenciamento e Recursos Hídricos do Alto Paranapanema
CBH-ALPA nº 176 de 28/07/2020	Revoga a Deliberação CBH-ALPA Ad Referendum nº 173 de 25/03/ de 2020, que altera e aprova a atualização do Plano de Ação e Programa de Investimentos 2020-2023, incluindo os recursos da cobrança
CBH-ALPA nº 177 de 28/07/2020	Aprova diretrizes e critérios para fins de seleção e hierarquização dos investimentos ao FEHIDRO e dá outras providências
CBH-ALPA nº. 178 de 28/07/2020	Indica prioridades de investimentos ao FEHIDRO e dá outras providências
CBH-ALPA nº 180 de 18 40 de novembro de 2020	Aprova o Relatório de Situação 2020 ano base 2019 e o Plano de Aplicação e Investimentos (PA/PI) – 2020/2023
CBH-ALPA nº 181 de 18 de novembro de 2020	Indica prioridades de investimentos ao FEHIDRO e dá outras providências
CBH-ALPA nº 182 de 18 de novembro de 2020	Aprova o Plano de Comunicação da vertente paulista do Rio Paranapanema
CBH-ALPA nº 183, de 18 de novembro de 2020	Indica o cancelamento do Empreendimento FEHIDRO 2019-ALPA-366, contrato 013/2020 em razão da alteração de objeto (alterando o objeto para a construção de Drenagem/galeria de águas pluviais nas ruas: São Bento e Fernando Morais, situadas no Distrito da Conceição)

Fonte: Autoria própria, 2023. “Conclusão”

Em suma, as principais dificuldades no âmbito do atendimento aos instrumentos legais e institucionais da BH-ALPA referem-se à esfera interinstitucional e divergências de interesses entre os diversos setores e atores envolvidos na gestão da bacia, como no contexto da irrigação por parte dos produtores rurais, por exemplo. Tais adversidades são encontradas

inclusive no âmbito do acesso à informação e monitoramento, na lacuna de dados precisos e atualizados sobre os aspectos dos recursos hídricos na região, o que pode influir na efetividade da gestão das águas na BH-ALPA.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento hidrometeorológico é de suma importância na gestão dos recursos hídricos, uma vez que fornece informações pertinentes para o planejamento, a tomada de decisões e a implementação de medidas efetivas de gerenciamento. Tais dados são fundamentais para compreender as condições hidrológicas de uma região, como as chuvas, os níveis dos rios e as vazões, com informações cruciais para a modelagem hidrológica, utilizada para simular cenários e prever o comportamento dos recursos hídricos em diferentes condições, fomentando levantar questões sobre a demanda e disponibilidade do recurso e permitindo a adoção de medidas em eventos extremos como enchentes e secas.

A duração do monitoramento bem como a qualidade dos dados hidrometeorológicos tratam de aspectos críticos para garantir a confiabilidade das análises e estudos realizados. Deve-se garantir que os dados sejam consistentes, completos e representativos das condições reais e disponíveis para análises de longo prazo para identificação de tendências. A avaliação das condições de monitoramento na BH-ALPA revelou algumas inconsistências e desafios enfrentados. Através do estudo pode-se constatar uma diferença espaço-temporal de disponibilidade da rede hidrometeorológica, sendo observado que, sobretudo algumas estações fluviométricas estão em defasagem, não registraram dados por períodos significativos e não estão dispostas em nível estratégico nas extensões da BH-ALPA.

Ainda, verificam-se lacunas nas informações que podem levar a análises incompletas e imprecisas, dificultando a tomada de decisões embasadas. A fim de superar tais questões, faz-se imprescindível o investimento em infraestrutura de monitoramento hidrometeorológico, incluindo a instalação de estações de coleta de dados em locais estratégicos, como consta nas metas do Plano de Bacia. E inclusive, aprimorar a transmissão e armazenamento de informações em tempo real e a capacitação de profissionais para garantir a qualidade dos dados coletados de forma sistêmica.

Em suma, a pauta sobre as melhorias nas inconsistências do monitoramento hidrometeorológico pode ser aprimorada ao considerar expandir de forma imediata e

aprimoramento da infraestrutura, explorar o potencial de tecnologias emergentes, fortalecer as capacidades locais e melhorar padrões de coleta, armazenamento e transmissão de dados. Tais medidas complementaríamos de forma abrangente e relevante a gestão eficaz dos recursos hídricos.

7. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ALMEIDA, W. R. F. D.; SOUZA, F. M. D. **Análise Físico-Química da Qualidade da Água do Rio Pardo no Município de Cândido Sales – BA.** ID online Revista Multidisciplinar e de Psicologia, v. 13, n. 43, p. 353-378, 2019.

ALVES, M. H.; AMARO, C. A. **Diagnóstico e propostas de melhorias para processo de concessão de outorga de águas superficiais no estado de Rondônia.** 2019. Disponível em: [https://progestao.ana.gov.br/destaque-superior/ferramentas-de-gestao/ferramentas-fase-1/ro/relatorio_institucional_apendice_i_diagnostico_e_propostas_outorga.pdf](https://progestao.ana.gov.br/destaque-superior/ferramentas-de-gestao/ferramentas-fase-1/ro/ro_relatorio_institucional_apendice_i_diagnostico_e_propostas_outorga.pdf).

ANA (Agência Nacional de Águas). **Topologia hídrica: método de construção e modelagem da base hidrográfica para suporte à gestão de recursos hídricos: versão 1.1.1.** Brasília: ANA; SGI, 2006.

_____. **Cobrança pelo uso de Recursos Hídricos.** Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-sas/arquivos-cobranca/documentos-relacionados/encarte-cobranca-conjuntura-2019.pdf>.

_____. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2021.** Disponível em: <https://relatorio-conjuntura-ana-2021.webflow.io/>.

_____. **Disponibilidade de demanda de Recursos Hídricos no Brasil: estudo técnico.** Caderno de Recursos Hídricos, Brasília, v. 2, p. 4-134, 2007. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/planejamento/planos/pnrh/VF%20DisponibilidadeDemanda.pdf>.

_____. **Divisões hidrográficas do Brasil,** 2019. Disponível em: http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/aguas-no-brasil/panorama-das-aguas/copy_of_divisoes-hidrograficas.

_____. **Implementação do enquadramento em bacias hidrográficas no Brasil; Sistema nacional de informações sobre recursos hídricos – Snirh no Brasil: arquitetura computacional e sistêmica / Agência Nacional de Águas.** Brasília: ANA, 2009. 145 p.

_____. **Manual de Operação da Sala de Situação da ANA e para Apoio aos Estados: Superintendência de Usos Múltiplos e Eventos Críticos.** Setembro, 2013.

_____. **O que é o SINGREH?** 2020. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/aguas-no-brasil/sistema-de-gerenciamento-de-recursos-hidricos/o-que-e-o-sing-reh>.

_____. **O PROGESTÃO EM SÃO PAULO:** Síntese do primeiro ciclo do programa(2015-2019). Setembro/2020.

_____. **Planos de Recursos Hídricos e enquadramento dos corpos de água.** Cadernos de capacitação em Recursos Hídricos, Brasília, v. 5, p. 4-73, 2013.

_____. **PROGESTÃO** - Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas: Manual Operativo. Brasília: Agência Nacional das Águas, 2016.

_____. **PROGESTÃO** – Síntese do primeiro ciclo do programa (2015-2019). Brasília: Agência Nacional das Águas, 2020.

_____. **PLANO DE AÇÃO: ESTRATÉGIA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO PNRH 2022-2040.** Março/2022. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-recursos-hidricos-1/pnrh_2022_para_baixar_e_imprimir.pdf.

_____. **Plano Nacional de Segurança Hídrica.** Brasília: ANA, 2019.

_____. **Portal da Qualidade das Águas. Sistema de Informações Hidrológicas – HidroWeb.** Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/mapa>; <https://github.com/duartejr/pyHidroWeb>.

_____. **Política Nacional de Recursos Hídricos.** Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/politica-nacional-de-recursos-hidricos>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA); Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). **Guia nacional de coleta e preservação de amostras:** água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Organizadores: Carlos Jesus Brandão, *et al.* . São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. 326 p.: il.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA); GRUPO DE TRABALHO ANA- Cia Pesquisa Recursos Minerais (CPRM). **Relato do planejamento da Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência - RHNR e a definição das estratégias de implementação para os próximos anos (5 anos).** Portaria ANA no 151, de 31 de março de 2016. Versão final. Maio/2017. Composição do Grupo de Trabalho. Coordenação: Ney Maranhão. Coordenação do Serviço Geológico do Brasil - CPRM:

Stenio Petrovich Pereira. Coordenação Administrativa do MoU ANA/CPRM e USGS: Diana Wahrendorff Engel.

ANAP (Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista). **Bacias hidrográficas: fundamentos e aplicações** / Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro; Sandra Medina Benini (orgs). 1 ed. – Tupã: ANAP, 2018.

ARAÚJO, R. S.; ALVES, M. G.; CONDESSO DE MELO, M. T.; CHRISPIM, Z. M. P.; MENDES, M. P.; SILVA JÚNIOR, G. C. **Water resource management: A comparative evaluation of Brazil, Rio de Janeiro, the European Union, and Portugal.** Science of the Total Environment, v. 505, p. 907-915, 2015. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2014.11.098.

BORBA, E. C.; PORTO, M. F. **A Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo: condições para o seu surgimento e a sua implementação.** REGA - Revista de Gestão de Águas da América Latina, v. 7, n. 2, p. 27-36, jul./dez. 2010.

BRASIL. **Constituição (1988).** Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

_____. **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, Brasília, 9 jan. 1997.

_____. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012** - Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

_____. Congresso Nacional. Câmara dos Deputados. Centro de Estudos e Debates Estratégicos. **Instrumentos de gestão das águas** [recurso eletrônico] / Câmara dos Deputados, Consultoria Legislativa, Centro de Estudos e Debates Estratégicos ; relator Félix Mendonça Júnior ; Maurício Boratto Viana, Alberto Pinheiro. – Brasília : Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2015. – (Série estudos estratégicos ; n. 6)

_____. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (MDR). **Relatório de Avaliação: Avaliação da atuação das instituições federais na governança do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos** – Singreh. Controladoria-Geral da União - CGU, Secretaria Federal de Controle Interno. RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO. Órgão: MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. Unidades Examinadas: Secretaria Nacional de Segurança

Hídrica, Conselho Nacional de Recursos Hídricos e Agência Nacional de Águas. Município/UF: Brasília/Distrito Federal. Ordem de Serviço: 201801553.

_____. **MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (MDR). Secretarias Nacionais.** Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/composicao/secretarias-nacionais>.

BRESSIANI, D.A., GASSMAN, P.W., FERNANDES, J.G., GARBOSSA, L.H.P., SRINIVASAN, R., BONUMÁ, N.B., MENDIONDO, E.M., 2015. *Review of Soil and Water Assessment Tool (SWAT) applications in Brazil: Challenges and prospects. International Journal of Agricultural and Biological Engineering.* 8(3). Disponível: <http://dx.doi.org/10.3965/j.ijabe.20150803.1765>.

CAMPOS, V. N. de. O.; FRACALANZA, A. P. **Governança das águas no Brasil: Conflitos pela apropriação da água e a busca da integração como consenso.** Ambiente & Sociedade, Campinas, v. 13, n. 2. p. 365 – 382, 2010.

CARVALHO, A. T. F., 2020. **Bacia hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos hídricos no Brasil.** Caderno Prudentino de Geografia 1, 140-161.

CARMO, A. F. C. **Exploração e análise de dados coletados pelo Sistema Integrado de Monitoramento Ambiental utilizando técnicas de Visual Analytics.** Presidente Prudente: [s.n.], 2015. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Orientador: M. H. Shimabukuro. Coorientador: E. H. de Alcântara.

CASTRO, C. N. **Água, problemas complexos e o Plano Nacional de Segurança Hídrica.** Rio de Janeiro: Ipea, 2022. 281 p. ISBN: 978-65-5635-031-8.

Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema (CBH-ALPA). (2016). **Relatório de situação dos recursos hídricos das bacias hidrográficas do Estado de São Paulo, Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - Alto Paranapanema (UGRHI-14), 2016 - Ano Base 2015.** Piraju - SP, Dezembro/2016.

_____. (2016-2027). **Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema (UGRHI 14).** Relatório II - Plano de Bacia. Financiamento: FEHIDRO - Fundo Estadual de Recursos Hídricos. Tomador: Sindicato Rural de Itapetininga. Interessado: CBH-ALPA - Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema. Execução: TCA Soluções e Planejamento Ambiental, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT. 25 de abril de 2018.

_____. **Estatuto.** Piraju – SP, 2019.

_____. **Deliberação CBH-ALPA nº 172 de 11 de dezembro de 2019:** aprova diretrizes e critérios para fins de seleção e hierarquização dos investimentos ao FEHIDRO e dá outras providências. Piraju – SP, 2019.

_____. **Deliberação “Ad Referendum” CBH-ALPA nº 190 de 05 de maio de 2021:** Deliberação CBH-ALPA nº 188 de 25 de março de 2021, e aprova diretrizes e critérios para fins de seleção e hierarquização dos investimentos ao FEHIDRO e dá outras providências. Piraju – SP, 2019.

_____. (2020). **Relatório de situação dos recursos hídricos das bacias hidrográficas do Estado de São Paulo: Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - Alto Paranapanema – UGRHI-14,** Ano Base 2019.

_____. (CBH – ALPA) **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema.** Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Alto Paranapanema - UGRHI-14. 2015 - Ano Base 2014. Piraju, SP. Disponível em: https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/CBH-ALPA/10451/relatorio_situacao_alpa_2015_vfinal.pdf.

_____. (CBH – ALPA) **Situação de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas no Estado de São Paulo: Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema - UGRHI 14.** Ano Base 2008. Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema. Piraju, 2009.

_____. (CBH – ALPA) **Relatório de situação dos recursos hídricos das bacias hidrográficas do Estado de São Paulo.** UGRHI-14. 2020 - Ano Base 2019. Piraju - SP, Novembro/2020.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). **Qualidade das águas subterrâneas no estado de São Paulo 2019-2021** [recurso eletrônico]. Equipe técnica Rosângela Pacini Modesto, *et al.* . Colaboração Gré de Araújo Lobo, José Eduardo Campos. São Paulo: CETESB, 2022. (242 p.): il. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/publicacoes-erelatorios/>. ISBN 978-65-5577-049-0.

_____. **Enquadramento dos Corpos Hídricos.** São Paulo. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/enquadramento-dos-corpos-hidricos/>.

CHOW, V. T.; MAIDMENT, D. R.; MAYS, L. W. *Applied Hydrology*. McGraw-Hill, Inc.: New York, USA, 1988. ISBN 007-010810-2.

Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). (2006). **Resolução nº 58 de 30/01/2006.** Aprova o Plano Nacional de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Brasil, 2006.

COUCEIRO, S. M.; HAMADA, N. (2011). **Os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos na região Norte do Brasil**. Vol 15, No 4. Manaus, Amazonas - Brasil. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2011.1504.02>.

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPMR). **Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência – RHNR**. Serviço Geológico do Brasil, [s. l.], 2021. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Monitoramento-Hidrologico-e-Hidrogeologico/Rede-Hidrometeorologica-Nacional-de-Referencia---RHNR-6589.html>.

_____. **Relatório Sintético da Operação da Rede Hidrometeorológica Nacional (TED nº 08/2019/ANA)**. [s. l.], 2021

DA SILVA, F. L.; FUSHITA, Â. T.; SANTINO, M. B. da C.; JÚNIOR, I. B.; JÚNIOR, J. C. T. **V. Gestão de recursos hídricos e manejo de bacias hidrográficas no Brasil: elementos básicos, histórico e estratégias**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 14, n. 3, p. 1626-1653, 2021.

DA SILVA, L. S. **Monitoramento hidrometeorológico no Brasil: uma análise sob a ótica da coordenação de políticas públicas**. Revista de Gestão de Água da América Latina, v. 18, e3, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.21168/reg.a.v18e3>.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). **Legislação de Recursos Hídricos**. Leis, portarias, resoluções e decretos. São Paulo, 2022. Disponível em: <http://www.dae.sp.gov.br/site/legislacaoderecursosohidricos/>.

DIAS, F. S.; ROTUNNO FILHO, O. C.; PECLY, J. O. G. **Definição de rede de monitoramento hidrometeorológico com suporte de sensoriamento remoto na bacia do Dois Rios – RJ**. abrhidro, Brasília, 2015.

DIAS, F. S. **Definição de Rede Adaptativa de Monitoramento Hidrometeorológico com Suporte de Sensoriamento Remoto na Bacia do Dois Rios – RJ**. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2014. XXV, 272 p.: il.; 29,7 cm. Dissertação (Mestrado) – UFRJ/COPPE/Programa de Engenharia Civil. Orientadores: Otto Corrêa Rotunno Filho, José Otávio Goulart Pecly.

DICTORO, V. P.; HANAI, F. Y. **A gestão dos recursos hídricos em três bacias hidrográficas: relevância dos aspectos simbólicos e implementação dos instrumentos de gestão**. Bol. geogr., Maringá, v. 35, n. 3, p. 41-55, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/bolgeogr.v35i3.32368>

Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária (EMBRAPA). **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. Brasília, DF: Embrapa, 212p. , 2018. ISBN 978-85- 7035-799- 1

FAJARDO, P. A.; SALVADOR, N. N. B.; TEIXEIRA, B. A. N. **ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO: UMA ABORDAGEM SOBRE A SUSTENTABILIDADE.** Simpósio-11: Experiências e Desafios do E-Government e da Usabilidade, São Carlos, 2017.

GIBERTONI, R. F. C.; MIRANDA, T. L. G.; MULLER, I. I. **DETERMINAÇÃO DO BALANÇO ENTRE DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DO PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS.** XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Paraná, 2011.

(GWP) *GLOBAL WATER PARTNERSHIP. GWP IN ACTION 2020 ANNUAL REPORT.* Stockholm, SWEDEN: GWP, 2020. ISSN: 1650-9137. ISBN: 978-91-87823-62-6.

HAYASHI, C.; SARDINHA, D. S.; ZAITUNE PAMPLIN, P. A. **Ciências ambientais: recursos hídricos.** Ribeirão Preto, SP, 2020. ISBN 978-65-00-08206-7.

HOGAN, D. J. **Crescimento populacional e desenvolvimento sustentável.** Campinas, SP, Lua Nova (31), Dez. 1993. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-64451993000300004>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Bacias e Divisões Hidrográficas do Brasil.** 2021 [s.l.]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/informacoes-ambientais/31653-bacias-e-divisoes-hidrograficas-do-brasil.html>.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Printed October 2021 by the IPCC, Switzerland. ISBN 978-92-9169-158-6.

JACOBI, P. R. **Inovação na Governança da Água e Aprendizagem Social no Brasil.** In: Instituto Akatu São Paulo: SP, 2011.

KAMEL, H. F.; SLIMANI, M.; CUDENNEC, C. *A comparison of three geostatistical procedures for rainfall network optimization.* International Renewable Energy Congress. Sousse, Tunisia, 2010.

MAPBIOMAS. **MAPAS DE USO E COBERTURA DA TERRA, TRANSIÇÕES E QUALIDADE DO MOSAICO.** [s.l.], 2021.

MENDONÇA, A. A. J.; BICAS, A. R. R.; SARAFIEN, R. A. J. **A cobrança pelo uso da água.** Monografia Final do "Curso de Especialização em Engenharia de Saneamento Básico

(CEESB-15)" da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo para obtenção do Grau de Especialista. São Paulo, 2002.

NASCIMENTO, M. B. S.; DA SILVA, J. P. G; VILLAS BOAS, M. D.; DA SILVA, J. P. C.; SACRAMENTO, C. E. S.; ABREU, A. M.; SENUP, R. E. **Avaliação dos dados de qualidade da água usando a detecção de outliers nas bacias Experimentais e Representativas do Rio Piabanha.** Região Serrada no Estado do Rio de Janeiro – RJ. XXIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Belo Horizonte, 2021. ISSN 2318-0358.

(OECD) Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (2015). **Governança dos Recursos Hídricos no Brasil**, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264238169-pt>

PEREIRA, M. A. F.; BARBIEIRO, B. L.; QUEVEDO, D. M. de. **Importância do monitoramento e disponibilização de dados hidrológicos para a gestão integrada dos recursos hídricos.** Sociedade e Natureza, Uberlândia, v.23, n.32, p.308-320, 2020. DOI: 10.14393/SN-v32-2020-43458.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. **Gestão de bacias hidrográficas.** Estudos avançados, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 43 – 60, 2008.

SALGUEIRO, J. H. P. B. **Avaliação de rede pluviométrica e análise de variabilidade espacial da precipitação: estudo de caso na Bacia do Rio Ipojuca em Pernambuco.** Recife: O Autor, 2005. xvi, 122 folhas: il., fig., tab. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CTG, Engenharia Civil, 2005.

SALGUEIRO, J. H. P. B.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; MOURA, G. B. A. **Análise da distribuição espacial da precipitação por ano hidrológico no estado do Rio Grande do Norte: uma abordagem Geoestatística dos quadrimestres mais críticos.** In: XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Recife, 2009.

SÃO PAULO (Estado). **Constituição Estadual de 05 de outubro de 1989.** Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, 1989.

_____. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA), Subsecretaria do Meio Ambiente, Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA). **Atlas de Suscetibilidades dos Solos do Estado de São Paulo.** Marcio Rossi, Marco Aurélio Nalon, Marina Mitsue Kanashiro. - São Paulo: SIMA/IPA, 2022. 99p. ISBN: 978-65-996417-4-9. DOI: 10.5935/978-65-996417-4-9.B0001.

_____. **LEI nº 9.034, de 27 de dezembro de 1994.** Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH, a ser implantado no período 1994 e 1995, em conformidade com a Lei n.

7.663, de 30/12/91, que instituiu normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos. São Paulo, SP, 1994.

_____. **DECRETO nº 62.973, de 28 de novembro de 2017.** Dá nova redação a dispositivos do Regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, aprovado pelo Decreto n.º 8.468, de 8 de setembro de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente, e a dispositivos do Decreto nº 47.400, de 4 de dezembro de 2002, que regulamenta disposições da Lei nº 9.509, de 20 de março de 1997, referentes ao licenciamento ambiental. Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, 2017.

_____. **LEI nº 13.577, de 08 de julho de 2009.** Dispõe sobre diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas, e dá outras providências correlatas. Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, 2009.

_____. **LEI nº 16.337, de 14 de dezembro de 2016.** Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH e dá providências correlatas. Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, 2016.

RODRIGUES, M. A. **Direito ambiental esquematizado.** 5. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2018. (Coleção esquematizado / coordenador Pedro Lenza).

SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO (SIGRH). CBH – ALPA. **Apresentação.** Disponível em: <https://sigrh.sp.gov.br/cbhalpa/apresentacao>.

SEMAS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade - **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Pará.** Belém, 2021.

STIGTER, T.Y., CARVALHO DILL, A.M.M., RIBEIRO, L., 2011. *Major issues regarding the efficiency of monitoring programs for nitrate contaminated groundwater.* *Environ. Sci. Technol.* 45, 8674–8682.

TUCCI, C. E. M. (org.). **Hidrologia: ciência e aplicação.** Porto Alegre: Editora da Universidade, 1993. 943 p.

World Meteorological Organization (WMO) (1984). *Guide to Hydrological Practices.* In: Aquisición y Proceso de Datos, 4ª edição, Nº 168, Genebra, Suíça, V1, p3-1, p3-20.

ZHANG, X., LIU, Y., ZHOU, L., 2018. *Correlation Analysis between Landscape Metrics and Water Quality under Multiple Scales.* *Environmental Research and Public Health.* 15, 1-14. <https://doi.org/10.3390/ijerph15081606>.