



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

**GERENCIAMENTO ADAPTATIVO NO PLANEJAMENTO DE RECURSOS
HÍDRICOS: AVALIAÇÃO DO PIRH – PLANO INTEGRADO DE RECURSOS
HÍDRICOS DA BACIA DO PARAÍBA DO SUL**

Denise Pereira de Freitas

Relatório de Iniciação Científica do
programa PIBIC, orientado pelo Dr.
Evandro Albiach Branco.

INPE
São José dos Campos
2022



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

**GERENCIAMENTO ADAPTATIVO NO PLANEJAMENTO DE RECURSOS
HÍDRICOS: AVALIAÇÃO DO PIRH – PLANO INTEGRADO DE RECURSOS
HÍDRICOS DA BACIA DO PARAÍBA DO SUL**

Denise Pereira de Freitas

Relatório de Iniciação Científica do
programa PIBIC, orientado pelo Dr.
Evandro Albiach Branco.

INPE
São José dos Campos

2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) pelo fomento do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) que permitiu a esta estudante o ingresso no meio acadêmico de pesquisa por meio da Iniciação Científica.

Agradeço ao meu orientador Dr. Evandro Albiach Branco e minha coorientadora Msc. Maíra Simões Cucio, assim como a todos os colaboradores deste projeto, que estiveram presentes e contribuíram para o desenvolvimento da pesquisa e da bolsista: Dra. Mariana Gutierrez Arteiro da Paz, Msc. Sérgio Mantovani Paiva Pulice, Dra. Janaína Ferreira Guidolini, Dr. Gustavo Felipe Balué Arcoverde, Msc. Jocilene Dantas Barros, Dra. Júlia Alves Menezes.

RESUMO

A gestão das águas no Brasil é regulamentada pela Lei Federal nº 9.433/1997, de 8 de janeiro de 1997, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Os Planos de Recursos Hídricos fundamentam e orientam a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e seu gerenciamento. Face ao atual contexto de incertezas climáticas, instrumentos de gestão com características de adaptação são indispensáveis. Na região sudeste brasileira, onde se encontram duas regiões metropolitanas de grande relevância do ponto de vista social, econômico e político do país, a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul está inserida. Sujeita a condições hidrometeorológicas adversas, com vazões e precipitações abaixo da média, sua vulnerabilidade é revelada. Com o intuito de identificar propriedades do gerenciamento adaptativo, são analisadas as peças de planejamento de recursos hídricos da bacia, apresentadas nos documentos oficiais do Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Foram selecionados indicadores e os principais temas que remetem ao gerenciamento adaptativo, observados no PIRH-PS e documentos complementares, indicando a presença ou ausência de elementos e ações adaptativas previstas no Plano para os próximos 15 anos de vigência. A partir dos temas estudados (choques, cenários e respostas), as categorias associadas são caráter sócio-ambiental, econômico, político-institucional, mudanças climáticas e múltiplas trajetórias. Apresentados em maior quantidade os indicadores relacionados a cenários e respostas de aspecto sócio-ambiental., é constatado que os cenários não consideram mudanças climáticas ou a avaliação de múltiplas trajetórias, não são citados choques político-institucionais ou ações de mitigação à choques econômicos.

Palavras-chave: recursos hídricos, gerenciamento adaptativo, Paraíba do Sul, crise hídrica e integração.

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1 INTRODUÇÃO	1
2 METODOLOGIA	5
3 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL	6
3.1 Demandas de uso da água	8
3.2 Saneamento ambiental	9
3.3 Crise hídrica	12
3.4 Transposições hídricas	13
4 POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS	16
5 HISTÓRICO GERENCIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA	17
5.1 Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP)	18
5.2 Comitês de Bacias Hidrográficas Afluentes (CBHs)	20
5.3 Órgãos gestores	22
5.4 Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (PIRH-PS)	23
6 GERENCIAMENTO ADAPTATIVO	25
6.1 Propriedades do Gerenciamento Adaptativo	28
RESULTADOS	29
CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

1 INTRODUÇÃO

A gestão integrada de grandes centros urbanos revela um dos grandes desafios do século XXI, visto que estes representam o lócus de complexas dinâmicas econômicas e políticas, assim como diversas problemáticas sociais e ambientais (NOBRE et al., 2011). A disponibilidade e o acesso aos recursos hídricos, caracterizam-se como elementos sensíveis e estratégicos, essenciais à viabilidade de funções vitais nas regiões metropolitanas. No Brasil, as Regiões Metropolitanas de São Paulo (RMSP) e do Rio de Janeiro (RMRJ), são de grande relevância do ponto de vista social, econômico e político do país. As duas áreas, em conjunto, correspondem a mais de 34 milhões de habitantes ou cerca de 28% da população urbana brasileira (FNEM, 2021).

No período correspondente a 2014 e 2015, o Brasil experienciou uma escassez hídrica em importantes municípios, mais especificamente na região sudeste, na Macrometrópole paulista, que foi intensamente impactada por uma das maiores secas da história no território. Entre as áreas afetadas, estão as regiões com maior densidade populacional, com destaque à Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul que enfrentou condições hidrometeorológicas adversas, com vazões e precipitações abaixo da média (PROFILL; AGEVAP; CEIVAP, 2021a), o que marcou o período como um evento revelador da vulnerabilidade da região.

Os baixos índices pluviométricos de 2013 na região Sudeste, afetaram regiões metropolitanas paulistas e o volume de armazenamento de reservatórios, situados em bacias hidrográficas próximas aos seus limites de utilização (CARMO, 2002), resultando na transposição Jaguari-Atibainha, integrada à hidromegalópole SP-RJ (CARMO E ANAZAWA, 2016). O estado do Rio de Janeiro apresentou situação singular frente à crise, graças à dependência do Sistema Hidráulico do Paraíba do Sul.

As dimensões dos impactos futuros em razão da nova transposição - estabelecida em 2018 - são incertas e testam a resiliência do sistema hídrico em condições de mudanças ambientais climáticas expressivas, em escala regional e global. É fundamental a avaliação integrada do sistema oferta/demanda hídrica no eixo RMSP-RMRJ, sendo levado em consideração o papel estratégico da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul (ANA, 2015), sob diversos cenários climáticos. Os cenários de conflitos pelo uso das águas, assim como

a vulnerabilidade e complexidade de sua gestão são colocados em pauta (GIATTI et al, 2016).

Os fenômenos climáticos extremos desta magnitude, como a escassez hídrica registrada, são justamente os eventos projetados pelos relatórios do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) e alertados por Marengo e Alves (2015). Associada a fatores históricos, o agravamento da crise está associado ao rápido crescimento populacional, urbanização, falta de planejamento, desmatamentos e consecutivos despejos de resíduos em rios (CAVALCANTI; MARQUES, 2016). As repercussões da crise hídrica vão desde o racionamento de água, interrupção do abastecimento em alguns municípios e até o consequente esgotamento de mananciais - dificultando o acesso à água em qualidade e quantidade satisfatórias (CAVALCANTI; MARQUES, 2016) -, o que se traduz em um cenário de injustiça ambiental (FRACALANZA; FREIRE, 2015; JACOBI; CIBIM; SOUZA, 2015).

Como resultado, a bacia se posiciona como alvo de discussões no estado do Rio de Janeiro, preocupado com potenciais interferências na qualidade e quantidade hídrica disponível, possíveis responsáveis por impactos futuros no abastecimento fluminense, suscetível a variações sazonais de escassez decorrente de períodos de estiagem. O uso hídrico múltiplo, associado a eventuais períodos de escassez, distribuição irregular, aumento de demandas e a degradação ambiental, oferecem margem a uma ampla série de tensões e disputas (CAVALCANTI; MARQUES, 2016).

No estado do Rio de Janeiro, os recursos hídricos da bacia são os principais responsáveis pelo abastecimento de 85% da região metropolitana e em épocas de estiagem já há indícios de insuficiência do atendimento a alguns municípios. Análises de dados do volume útil da bacia - de 1999 a 2015 - e relatos do impacto da crise hídrica de 2014-2015 na Bacia do Rio Paraíba do Sul, relatam prognósticos de escassez hídrica para a região e iminentes problemas de abastecimento populacional.

O volume reduzido do rio pode favorecer a intrusão de águas salinas do mar no sistema, comprometendo a qualidade da água e prejudicando os usuários da região (CAVALCANTI; MARQUES, 2016). Nesse sentido, a transposição das águas pode trazer impactos significativos para todo o Rio de Janeiro, de acordo com Paulo Carneiro, pesquisador da Coppe/UFRJ e coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos do

Rio de Janeiro. A obra de transposição Jaguari-Atibainha, por outro lado, permite o fluxo de água em ambos os sentidos e prevê a captação de uma vazão média anual de 5,13 m³/s e uma vazão máxima de 8,5 m³/s de água do reservatório da bacia do Paraíba do Sul para a bacia PCJ, assim como uma vazão de até 12,2 m³/s no sentido inverso.

Comparando dados de volumes afluente e defluente no Sistema Cantareira, de janeiro a setembro dos anos de 2013 e 2021, evidenciam-se baixos volumes de entrada de água em 2021 e um nível semelhante de retirada de água nos dois anos. Perante a crise de abastecimento nos dois anos seguintes a 2013 e a maior quantidade disponível do recurso, os cenários futuros apontam uma provável escassez hídrica no ano seguinte a 2021.

Estudos preliminares (MARENGO et al., 1998) já indicavam propensões negativas nas cotas do Rio Paraíba do Sul, como a falta de água nos reservatórios, provocando mudanças de gestão destes, além da redução do fluxo de água e de vazão das usinas. Segundo Marengo e Alves (2005) o baixo nível das represas e das vazões do rio Paraíba do Sul já em 2004, são efeitos de uma demanda superior à oferta.

A tendência é de diminuição das taxas de crescimento populacional, porém em termos de volume a população continuará crescendo nas próximas décadas, principalmente nas áreas urbanas. Da mesma forma, as atividades econômicas na região tendem a aumentar a demanda por água. A integração dos sistemas que originaram a hidromegalópole e a transposição Jaguari-Atibainha exigem atenção à grande heterogeneidade regional materializada. Sua consolidação ganha destaque frente a potenciais conflitos em situações de escassez prolongada e deve ser considerada, fundamental na gestão da água e do território (CARMO; ANAZAWA, 2017).

Segundo Lincoln Muniz Alves, pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), o aquecimento global já atinge todas as regiões do planeta e estimam-se anomalias na intensidade de precipitações e de secas, alterações perceptíveis em cenários de 0,5°C adicionais na temperatura. Apresentados pelo AR6 (*Sixth Assessment Report*) do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) os cenários apontam a clara e alta probabilidade de elevação de temperaturas médias na América do Sul.

É nítida a ampliação do território semiárido e árido brasileiro, concentrações de chuvas na região Sudeste e tendência de aumento de precipitações, porém não necessariamente

sobre as represas ou cabeceiras de rios. O prognóstico de elevação das temperaturas para a área, ondas de calor e eventos extremos climáticos hídricos favorece o contexto de precipitações intensas em curtos intervalos de tempo, de acordo com a professora doutora do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP-USP), Gabriela Di Giulio.

A falta de correspondência espacial, territorial e de gestão de uma bacia hidrográfica em regiões metropolitanas pode potencializar problemas em um contexto de escassez hídrica (CARMO; ANAZAWA, 2017). A dificuldade em aumentar vazões e a necessidade de transposições, aponta a dificuldade de gerenciamento sem prejudicar a qualidade da água e o atendimento às vazões consuntivas futuras, que podem ser impactadas pelo aumento da demanda ou novas transposições.

No contexto urbano, os eventos extremos podem apresentar uma série de problemas, em especial, em grandes centros urbanos sujeitos ao déficit de abastecimento e à inundações, fomentados por lacunas na infraestrutura urbana e saneamento. Di Giulio (FSP-USP) em matéria para o *Jornal da Ciência* (p. 18, 2021), afirma que podem ser observados também, longos períodos de estiagem, que vão afetar diretamente a segurança hídrica, energética e alimentar da bacia futuramente.

É incontestável a relevância da bacia do rio Paraíba do Sul para o abastecimento de diversas cidades do vale e regiões metropolitanas do Rio de Janeiro, de São Paulo e de Campinas; o compartilhamento dos recursos deve levantar a pauta do uso racional, múltiplo, harmônico e integrado (Resolução Conjunta ANA/DAEE/IGAM/INEA nº 1.382/2015). Sua localização entre as duas maiores regiões metropolitanas do Brasil, além da própria Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte - onde se encontram as principais nascentes do rio -, é central e configura-se como um elemento de conexão entre os principais polos da região.

Uma complexa estrutura institucional multinível, com dupla dominialidade das águas, transposições hídricas e usos múltiplos (CEIVAP; AGEVAP; COHIDRO, 2014; SMA, 2011). Singular elemento de ligação, revelador dos conflitos e tensões, foco de disputas consequentes dos diversos níveis de tomada de decisão, a bacia demanda um olhar ampliado para a gestão integrada dos recursos hídricos.

2 METODOLOGIA

Por meio de pesquisas bibliográficas nacionais e internacionais e contribuições de autores, foram analisados estudos que abordam o Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos e a Capacidade Adaptativa. A análise semântica empregada caracteriza os termos em questão, define suas propriedades e relações, em um estudo exógeno a priori. Uma vez analisado, o material de leitura interpretativa é alvo de relações, confronto de ideias, contradição ou confirmação de opiniões (Freitas e Prodanov, 2013).

A posteriori, um estudo endógeno é realizado, com o intuito de localizar propriedades da Capacidade Adaptativa e do Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos no Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Confrontado o documento e as informações reunidas, são diagnosticados os elementos significativos para a capacidade adaptativa na gestão hídrica, pertencentes ao eixo da governança e análise institucional.

Por meio de pesquisas bibliográficas nacionais e internacionais e contribuições de autores, foram analisados estudos que abordam o Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos e a Capacidade Adaptativa. A análise semântica empregada caracteriza os termos em questão, define suas propriedades e relações, em um estudo exógeno a priori. Uma vez analisado, o material de leitura interpretativa é alvo de relações, confronto de ideias, contradição ou confirmação de opiniões (Freitas e Prodanov, 2013).

A posteriori, um estudo endógeno é realizado, com o intuito de localizar propriedades da Capacidade Adaptativa e do Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos no Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Confrontado o documento e as informações reunidas, são diagnosticados os elementos significativos para a capacidade adaptativa na gestão hídrica, pertencentes ao eixo da governança e análise institucional.

Foi empregada a análise semântica da bibliografia nacional e internacional que aborda o gerenciamento integrado de recursos hídricos e a capacidade adaptativa (estudo exógeno); e o estudo do PIRH-PS em busca de temas chave que representem a adaptabilidade (estudo endógeno).

3 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL

A bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, localizada na Região Sudeste brasileira, apresenta uma rede de drenagem de cerca de 61.545,39 km² e abrange o território dos estados de São Paulo, com 13.944,01 km² (22,65%), Minas Gerais com 20.723,25 km² (33,67%) e Rio de Janeiro com 26.878,14 km² (43,67%) (PROFILL; AGEVAP; CEIVAP, 2021a). Seu curso principal é formado pela união dos rios Paraitinga e Paraibuna no estado paulista, ladeado pelas Serras do Mar e Mantiqueira, o rio corre e adentra o estado do Rio de Janeiro, onde deságua no Oceano Atlântico, em São João da Barra (MARENGO, 2005).

Segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2011), os principais afluentes do rio Paraíba do Sul pela margem esquerda são os rios Jaguari, Paraibuna – com 15,4% da área de drenagem total da bacia do rio Paraíba do Sul -, Pomba – com 15,5% da área de drenagem total - e Muriaé – com 14,7% da área de drenagem total. Os principais afluentes na margem direita são os rios Piraí, Piabanha e Dois Rios.

A bacia está inserida no bioma da Mata Atlântica, que corresponde a aproximadamente, 13% do território brasileiro (IBGE, 2004). A formação vegetal original da bacia foi reduzida a aproximadamente 7,9% da extensão original, segundo dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2011). Grande parte da floresta remanescente devastada hoje se apresenta na condição de mata secundária, em áreas de preservação ambiental como reservas ecológicas, parques nacionais e estaduais.

Marcada por fragmentos florestais, a paisagem da bacia revela 44,57% de Florestas Ombrófilas e Vegetação Arbórea, relevo acidentado e 39,94% de áreas destinadas a campos e pastagens, para atividades agropecuárias e de silvicultura. À jusante da bacia, próximo a foz do Rio Paraíba do Sul, o panorama não favorece e apresenta solos mais arenosos, próximo ao oceano (PROFILL; AGEVAP; CEIVAP, 2021a).

Fundamentado no diagnóstico de uso e ocupação do solo, realizado por CEIVAP (2015), as oito Unidades de Planejamento categorizadas com fins de avaliação da situação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) em faixas marginais, apresentaram na totalidade da bacia alto fator de degradação, de acordo com a metodologia de Salamene et al. (2011). A UP com maior grau de degradação apresenta 77,48% das faixas marginais

degradadas, 51,33% das áreas de faixas marginais estão antropizadas e 49,67% estão protegidas.

A bacia contempla 347 Unidades de Conservação (UCs) total ou parcialmente inseridas no seu território, de acordo com o Diagnóstico (CEIVAP, 2015), informações do banco de dados do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2019) e do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio, 2019), assim como do banco de dados atualizados (2019) dos órgãos gestores estaduais (Fundação Florestal/MG, IDE-SISEMA e INEA) e referências dos comitês afluentes durante a consolidação da Fase II do PIRHOS. As Unidades são divididas em 139 áreas de Proteção Integral e 208 de Uso Sustentável (PROFILL; AGEVAP; CEIVAP; 2021a).

Conforme o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), as Reservas Particulares do Patrimônio Natural são unidades de conservação de Uso Sustentável, reconhecidas porém, diferentemente de acordo com o estado. De acordo com o Decreto nº 40.909/2007, as RPPNs são reconhecidas no Estado do Rio de Janeiro como unidades de conservação de proteção integral. Classificadas como Uso Sustentável, estão as RPPNs federais localizadas nos três Estados, bem como as estaduais localizadas em Minas Gerais e São Paulo (PROFILL; AGEVAP; CEIVAP; 2021a).

Parte integrante da Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste, a bacia estende-se por 184 municípios, dentre os quais 39 estão em São Paulo, 88 em Minas Gerais e 57 no Rio de Janeiro (CEIVAP, 2006; SOUZA, 2012). Um importante eixo do desenvolvimento brasileiro, a bacia se encontra em uma região de grande relevância política, econômica e social.

Uma das regiões mais industrializadas do país, a área abriga um grande contingente populacional, caracterizado como um rio de extrema importância estratégica no cenário nacional. Responsável por arrecadar cerca de 10% do PIB nacional, tem um papel de destaque na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (BRAGA et al., 2008).

Segundo o IBGE (2010), aproximadamente 90% dos munícipes habitam áreas urbanas, entre os municípios total ou parcialmente inseridos na bacia. A densidade demográfica distribuída nos municípios na bacia não é proporcional, sendo que o trecho paulista

compreende a 23% da área e sua população equivale a 47% (4,0 milhões) dos moradores da bacia, o trecho mineiro abrange 34% do território e 19% (1,6 milhões) dos habitantes e o trecho fluminense, contribui com uma extensão de 43% e 34% (2,8 milhões) de pessoas; a assimetria pode ser ainda, observada entre diferentes zonas de um mesmo estado (PROFILL; AGEVAP; CEIVAP, 2021a).

3.1 Demandas de uso da água

A utilização dos seus recursos e sua complexidade se traduz nos aspectos relativos à alocação das águas na bacia, variada e presente em diversas atividades econômicas, acompanhando sucessivas transformações urbanas e econômicas na Região Sudeste. Os principais usos estão ligados à produção de energia hidrelétrica, controle de cheias, abastecimento urbano, industrial e agropecuário, pesca e recreação (PSR; AGEVAP, 2013), nos diferentes territórios destacam-se ainda a mineração, a diluição de águas residuárias, o abastecimento urbano e transposições de volumes - como para a bacia do Guandu, no estado do Rio de Janeiro.

Imprescindível para o desenvolvimento econômico de sua área de drenagem, o rio Paraíba do Sul é responsável pelo abastecimento hídrico do estado do Rio de Janeiro, por meio da transposição de suas águas para a bacia do Guandu desde 1952. Os volumes outorgados são da ordem de 120 m³/s e é encarregado do abastecimento de mais de 9 milhões de pessoas (PROFILL; AGEVAP; CEIVAP, 2020; CEIVAP et al., 2016; ANA, 2015), além de unidades geradoras de energia (CARVALHO, 2005).

Entre as demandas específicas da própria bacia, destacam-se o setor agrícola, principalmente a partir de lavouras temporárias de arroz, milho e cana de açúcar, e permanentes, com a produção de café, laranja, limão, banana e tangerina, assim como a prática de criação extensiva de gado leiteiro (CEIVAP; AGEVAP; COHIDRO, 2014). Apesar de configurado como um uso não consultivo, a geração de energia hidrelétrica é expressiva. Na área que corresponde à área de drenagem da bacia, há nove usinas hidrelétricas (com capacidade de geração acima de 30 MW) em operação, são elas: Paraibuna-Paraitinga, Santa Branca, Funil, Picada, Sobragi, Simplício, Ilha dos Pombos, Nova Maurício e Barra do Braúna. A bacia conta ainda com 37 Pequenas Centrais

Hidrelétricas (PCH) e 29 Centrais Geradoras Hidráulicas (CGH) em operação (PROFILL; AGEVAP; CEIVAP, 2020).

Além das demandas dos setores agrícolas, de geração de energia e das transposições de águas, como o caso da bacia do rio Guandu e ocasionalmente para o sistema Cantareira, é relevante destacar a dependência deste insumo pelas comunidades locais. Entre os 52 municípios banhados pelo rio Paraíba do sul, 28 captam água para o abastecimento público diretamente no rio (CEIVAP; AGEVAP; COHIDRO, 2014a).

3.2 Saneamento ambiental

Os sistemas de abastecimento de água nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, são administrados pelas Companhias Estaduais de Saneamento (60%), pelas próprias prefeituras (cerca de 40%) e uma fração é gerenciada pelo Serviço Autônomo e Empresas Privadas (SNIS, 2017). Segundo o Diagnóstico de Serviços de Água e Esgoto formulado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2017), 6,57% dos habitantes dos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, dentre os que apresentaram dados, não possuem acesso ao sistema de abastecimento público, o que totaliza uma população de 348.942 pessoas (PROFILL; AGEVAP; CEIVAP, 2021b).

Quando analisados os dados referentes à população urbana da bacia, é possível verificar divergências entre as UPs, sendo que 19,7% dos cidadãos não têm acesso ao abastecimento público (64.121 habitantes), na UP mais desfavorável (PROFILL; AGEVAP; CEIVAP, 2021b). Cerca de 30% dos municípios da bacia indicam problemas com o racionamento de água, em razão da ocorrência de estiagens, falta de água em mananciais e infraestrutura precária, conforme apresentado na Pesquisa Nacional do Saneamento Básico (PNSB, 2008) apresentada no diagnóstico (CEIVAP, 2015) (PROFILL; AGEVAP; CEIVAP, 2021b).

A população rural da bacia corresponde a aproximadamente 9%, de acordo com o censo de 2010 e taxas de crescimento calculadas no Prognóstico para 2018. Segundo o IBGE (2010), 58,29% da população rural da bacia é abastecida por poços ou nascentes, 19,66% por águas pluviais captadas e armazenadas em cisternas e 22,01% por rede geral.

Os sistemas de esgotamento sanitário na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul são gerenciados, em grande parte, por prefeituras municipais, no estado de Minas Gerais estas são responsáveis por 80% da gestão, enquanto no estado do Rio de Janeiro, são encarregadas por 60% da gestão. No estado de São Paulo, 15% dos sistemas são operados por prefeituras, em virtude da atuação da SABESP em ambos os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário (PROFILL; AGEVAP; CEIVAP, 2021b).

Na bacia, 87% do esgoto gerado na bacia é coletado, no entanto, somente 41,3% é tratado, 5% é destinado a tratamentos alternativos como a fossa séptica e 7,85% é carente de atendimentos. Em áreas rurais da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, 31,5% do esgoto gerado é encaminhado para fossa rudimentar, 20,2% para rios, lagos ou mares, 19,5% para fossa séptica, 13,4% para vala e 13% para rede geral ou pluvial, segundo dados do Censo realizado pelo IBGE (2010). O Quadro 1.1, estruturado com base nas informações do Atlas do Esgoto (ANA, 2017) expõe os índices de cobertura do esgotamento sanitário na bacia.

Quadro 1.1 - Índices de cobertura de esgoto na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul por Unidade de Planejamento

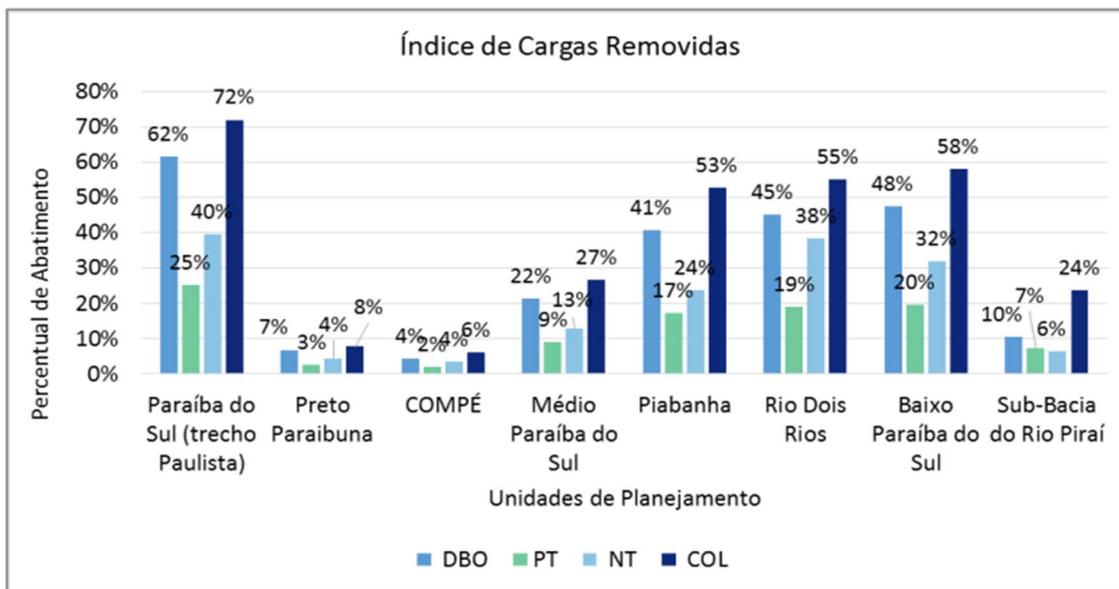
UP	% sem atendimento	% Solução Individual	% com Coleta e sem Tratamento	% com Coleta e com Tratamento
Paraíba do Sul (trecho Paulista)	6,64	3,87	19,89	69,60
Preto Paraibuna	3,21	0,82	88,75	7,22
COMPÉ	10,41	0,56	83,23	5,81
Médio Paraíba do Sul	6,43	4,01	65,95	23,60
Piabanha	13,26	15,65	30,40	40,69
Rio Dois Rios	8,94	5,96	35,06	50,04
Baixo Paraíba do Sul	10,13	10,55	29,07	50,26
Sub-Bacia do Rio Pirai	14,62	12,50	58,89	13,99
Total Geral	7,85	5,15	45,73	41,27

Fonte: Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. 2021. (Adaptado de Atlas Esgotos - Despoluição de Bacias Hidrográficas (ANA, 2017))

A UP Sub-Bacia do Rio Pirai dispõe do maior percentual de população não atendida pela coleta de esgotos (14,62%), já as unidades Preto Paraibuna e COMPÉ apresentam os índices mais elevados de coleta de esgoto sem tratamento, com 88,75% e 83,23% respectivamente. O trecho Paulista (UP Paraíba do Sul), por outro lado, é a Unidade com maior índice de esgoto tratado e coletado, com 69,6% e apresenta o melhor desempenho na remoção de cargas poluidoras no Atlas de Esgoto (ANA, 2017) (Figura 1.1). Porém,

vale ressaltar que apesar de a UP se qualificar como a de melhor desempenho, o percentual de poluição das cargas não removidas ainda gera grandes impactos na bacia, uma vez que o trecho Paulista é o maior gerador de efluentes e concentra 34% da população total da bacia.

Gráfico 1.1 - Índices de cargas removidas na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul por UP



Fonte: Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. 2021. (Adaptado de Atlas Esgotos - Despoluição de Bacias Hidrográficas (ANA, 2017))

Segundo dados do Plano Nacional de Saneamento Básico (PNSB, 2011), estima-se que 99% dos resíduos sólidos domésticos gerados (4.521 toneladas por dia) sejam coletados, provenientes de áreas urbanas da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul. A região que apresenta o maior percentual de atendimento do serviço de coleta de resíduos sólidos é a UP do trecho Paulista (36,86%).

Vale ressaltar a importância da disposição final correta dos resíduos na bacia, vez que 54% destes são dispostos em aterros sanitários e lixões, sem o tratamento do chorume, que é responsável pela contaminação hídrica e de lençóis freáticos (PROFILL; AGEVAP; CEIVAP, 2021b). Uma vez coletados, os resíduos podem ser encaminhados a quatro destinos (CEIVAP, 2015): para aterros sanitários (16 unidades na bacia), lixões (15 lixões na bacia que recebem 26% do resíduo coletado), aterros controlados (é a forma de disposição predominante na bacia, com 25 aterros controlados que recebem 44% do

total de resíduos coletados) e Unidades de Compostagem (recebem 2% dos resíduos) (PROFILL; AGEVAP; CEIVAP, 2021b).

Os sistemas de drenagem, geridos por órgãos municipais, são responsáveis por coletar, transportar e direcionar as águas pluviais, a fim de prevenir inundações, enxurradas e alagamentos. Na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, segundo o Diagnóstico do Serviço de Águas Pluviais (SNIS, 2017), estes eventos estão associados à problemas de drenagem urbana, em que 54% estão relacionadas as enxurradas, 27% a alagamentos e 19% a inundações, das 681 ocorrências na bacia nos últimos cinco anos que afetaram aproximadamente 40 mil pessoas.

Entre os aspectos que cooperam com a degradação dos corpos hídricos, recebe destaque a grande carga de efluentes liberados diariamente, um dos fatores responsáveis pela poluição hídrica (DEMANBORO, 2015). Assim sendo, ressalta-se a importância de investimentos robustos em saneamento básico e em tratamento de efluentes, para uma adequada gestão da bacia (PSR, AGEVAP, 2013).

3.3 Crise hídrica

Baixos índices pluviométricos em 2013 na região Sudeste, provocaram uma estiagem de caráter prolongado que acometeram o volume de armazenamento de reservatórios e impactaram regiões metropolitanas paulistas, já situadas em bacias hidrográficas próximas aos seus limites de utilização (CARMO, 2002). O período subsequente (2014-2015) caracterizado por tensões em nível institucional entre usuários dos recursos hídricos, foi marcado pela escassez hídrica no sudeste brasileiro, com complicações de abastecimento em virtude da escassez e/ou má qualidade hídrica, em especial na Macrometrópole paulista.

A transposição entre as bacias hidrográficas do Rio Paraíba do Sul e Guandú, é um retrato do conflito federativo entre São Paulo e Rio de Janeiro, vez que a transposição e vazão para abastecimento do norte-fluminense, passa a interligar duas importantes regiões metropolitanas do país e seus grandes usuários. O abastecimento público foi um dos setores usuários mais prejudicados na crise hídrica, seguido pela irrigação e a energia hidrelétrica (ANA, 2014). Foram constatadas ainda, pioras nos parâmetros de qualidade

da água, avanço da cunha salina, paralisação de atividades industriais, interrupção de processos produtivos e de geração de energia elétrica.

A estiagem de caráter prolongado perdurou até meados de 2015 e resultou em efeitos que perduraram nos anos seguintes, favorecendo a adoção de práticas emergentes, com soluções baseadas em meio ambiente e políticas de integrativas (Alonso et al., 2022). As desigualdades ao acesso à água, em termos de quantidade e qualidade, a fragilidade do sistema de abastecimento público e potenciais conflitos decorrentes da transposição de bacias hidrográficas em escala macrorregional, foram evidenciadas.

3.4 Transposições hídricas

De acordo com a ANA (2019), a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul se destaca pelos acentuados conflitos, mediados pelos Comitês de Bacias Hidrográficas, em razão dos usos múltiplos dos recursos hídricos e das transposições de águas. Com relação às transposições de águas existentes na bacia, os registros históricos mostram um importante esforço dos Comitês Afluentes, no sentido de alinhamento para questões estratégicas entorno da gestão das transposições na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (PROFILL; AGEVAP; CEIVAP, 2021b).

A exemplo do alinhamento estratégico da gestão das transposições na bacia, evidenciam-se as realizadas para as bacias do PCJ/SP e do rio Guandu/RJ, ambas com a finalidade de atendimento das regiões metropolitanas das capitais dos dois estados, no Rio de Janeiro, também responsável pelo abastecimento de um importante polo industrial e geração energética.

As águas do rio Paraíba do Sul são de domínio da União e as águas do rio Guandu são de domínio do estado do Rio de Janeiro, sob gestão do INEA. As duas bacias são consideradas críticas pelo balanço quali-quantitativo da Agência Nacional de Águas (ANA, 2014). Apesar das pressões fruto da degradação ambiental e demanda hídrica, as necessidades são supridas e há reserva estratégica futura, que estima-se ser superada até 2030 (PERHI-RJ, 2014).

Ambas as bacias enfrentam sérios problemas relacionados à qualidade da água - graças ao lançamento bruto de efluentes domésticos e industriais -, redução da cobertura vegetal

nas faixas marginais de proteção, além de problemas associados à ocupação e uso do solo. No estado fluminense, as duas bacias contribuem para o abastecimento de 17 municípios que dependem total ou parcialmente da captação do rio Paraíba do Sul e 9 municípios da RMRJ (AMBROSIO et al.,2017).

O Sistema Hidráulico Paraíba do Sul-Guandu viabiliza a transposição de dois terços da vazão das águas do rio Paraíba do Sul e toda a vazão do rio Pirai para o rio Guandu (ANA, 2014). O Sistema e seus reservatórios, planejados e construídos pelo setor elétrico, atendem a múltiplos usos e sua operação é administrada em conjunto com a Agência Nacional de Águas (ANA) e o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). O rio Guandu em condições naturais teria uma vazão média de aproximadamente 25 m³/s, composto por dezenas de estruturas, recebe uma contribuição média de 146 m³/s do desvio Paraíba do Sul-Pirai e 10 m³/s do desvio do sistema Tocos-Lajes (PERH-Guandu; ANA, 2006).

Perante a agravante situação do Sistema Cantareira entre os anos de 2014 e 2015, o complexo destinado a captação e tratamento hídrico para o abastecimento da população metropolitana de São Paulo – cerca de 9,4 milhões de pessoas (PORTO; PORTO; PALERMO, 2014) -, foi proposta uma solução pelo governo do Estado. Objetivando aumentar a segurança hídrica, extinguir o déficit dos serviços prestados e reduzir o risco sistêmico no abastecimento da RMSP e da bacia PCJ (SABESP, 2015), em resposta à severa seca que atingiu a região sudeste do Brasil, conforme a Resolução ANA n° 1.931/2017, foi sugerida a captação das águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Interligando a represa Atibainha - que faz parte do Sistema Cantareira nas bacias PCJ (Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá) em Nazaré Paulista - à represa Jaguari - em Igaratá, à montante da bacia -, por meio de um conjunto de instalações de adução e um túnel de 15 km (PROFILL; AGEVAP; CEIVAP, 2021b), que possibilita a captação de uma vazão média de cerca de 5,13 m³/s e uma vazão máxima de 8,5 m³/s (PRIME, 2015).

A interligação entre as represas Jaguari e Atibainha objetivam recuperar o volume armazenado nas represas do sistema Cantareira, de forma a reduzir riscos no abastecimento da RMSP, bacias PCJ (Piracicaba, Capivari e Jundiá) e Alto Tietê, que recebe suporte do sistema. De utilidade pública, emergencial e estratégica, para o enfrentamento da crise hídrica e para aumentar a segurança hídrica na macrometrópole

paulista e nas bacias PCJ, a obra reforça a interdependência hídrica entre os municípios da macrometrópole paulista e da região metropolitana do Rio de Janeiro, configurando a hidromegalópole (CARMO; ANAZAWA, 2016).

Em maio de 2018, foram concluídas as últimas obras da transposição que foi aprovada de forma célere, foi considerada de utilidade pública, emergencial e estratégica frente à crise hídrica de 2013-2015, a fim de aumentar a segurança hídrica na macrometrópole paulista e nas Bacias PCJ (CARMO; ANAZAWA, 2017). A princípio, o volume previsto para a transposição era diminuto (cerca de 5% do volume de água da bacia do rio Paraíba do Sul), porém durante a crise hídrica foram realizadas obras emergenciais a fim de disponibilizar mais água para a RMSP, autorizadas pela Sabesp e governo estadual de São Paulo, conforme relatório da Cetesb (2015; C. Pahl-Wostl et al., 2010).

Implementado desde a década de 1950 e ampliado posteriormente à crise hídrica, a integração da transposição Jaguari-Atibainha ao complexo sistema de interligação de bacias estabelece a região como sensível e complexa, ainda maior e mais relevante, denominada de hidromegarregião SP-RJ (RIBEIRO, 2020) ou hidromegalópole SP-RJ (CARMO E ANAZAWA, 2016). Ambas denominações retratam a conexão entre as bacias hidrográficas do Rio Paraíba do Sul, bacias do Rio Guandú (no estado do Rio de Janeiro), bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (no estado de São Paulo) à bacia do Alto Tietê (no estado de São Paulo).

Desde 2018, a bacia do Alto Tietê compõem o amplo território da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, constituída pela chamada macrometrópole paulista e a região metropolitana do Rio de Janeiro. Composta por 328 municípios dos estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro, a hidromegarregião abriga uma população de 45.875.098 habitantes de acordo com o censo de 2010 (IBGE, 2011), com uma área territorial de 108.335,91 km².

Os diversos sistemas hídricos interligados objetivam o abastecimento da bacia do Alto Tietê, que compreende a RMSP e possui dezesseis reservatórios para abastecimento público, distribuídos na região denominada de "território de contribuição de mananciais" (CARMO; ANAZAWA, 2016). A região inclui as concentrações urbanas da Baixada Santista (RMBS), de Campinas (RMC), de São Paulo (RMSP), do Rio de Janeiro (RMRJ), do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN); assim como os municípios

inseridos na interconexão dessa espacialidade. O Cantareira é um dos sistemas agregados neste conjunto integrado que reverte águas para a bacia do Alto Tietê, atendendo a RMSP, é composto pelos sistemas: Alto Tietê e Rio Claro, Cotia, Guarapiranga/Billings, Rio Grande, São Lourenço e Guarulhos, afirmam Carmo e Anazawa (2017).

Em 2021, o Sistema Cantareira, que abastece cerca de 7,2 milhões de pessoas por dia, entrou em faixa de restrição, operando com níveis abaixo de 30% do volume de sua capacidade, o menor volume registrado desde março de 2016. Autorizada pelo Ministério de Desenvolvimento Regional (MDR), pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e pela própria Sabesp, a companhia obteve autorização para retomar a captação de água da bacia do Rio Paraíba do Sul. Em vias de garantir o seguro abastecimento da região metropolitana de São Paulo, ainda que o limite anual de transposição das águas da bacia do Rio Paraíba do Sul já tenha sido superado.

4 POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS

A gestão das águas no Brasil regulamentada pela Lei Federal nº 9.433/1997, de 8 de janeiro de 1997, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), em que instituições federais e estaduais articulam. A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) recebe destaque, está vinculada ao Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) e interage com os comitês e agências de bacias hidrográficas, em âmbito nacional e estadual.

A PNRH fomenta o desenvolvimento sustentável, visa a prevenção contra eventos hidrológicos críticos, assegura às gerações atuais e futuras a disponibilidade de água propícia ao uso, assim como a sua utilização de forma racional e integrada. A Lei confere caráter participativo e descentralizado à gestão, ao articular com órgãos de diversas esferas, formar fóruns de discussão e de tomadas de decisão locais, favorecendo a articulação interestadual.

5 HISTÓRICO GERENCIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA

A Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul é marcada por uma extensa degradação do seu principal rio e dos rios tributários, de caráter prolongado e alvo de debates governamentais. A primeira tentativa de sistematizar o uso de suas águas ocorreu em 1939, no Estado de São Paulo, pelo então Serviço de Melhoramentos do Vale do Paraíba. Em 1968, em uma segunda investida, o governo federal tomou a iniciativa de estabelecer um órgão com o propósito de conter a degradação da bacia, denominado Comissão do Vale do Paraíba do Sul (COVAP). Substituída em 1979 pelo Comitê Executivo de Estudos Integrados da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEEIVAP), o conselho desempenhava a função de congregar representantes de órgãos governamentais apenas e formular planos de recuperação ambiental, esta foi a primeira iniciativa de alcance interestadual voltada para a gestão dos recursos hídricos da bacia, com o intuito de criar instituições de gestão integrada.

O CEEIVAP foi responsável pela execução de vários estudos, como os Projetos Gerenciais, que propunham a implementação de ações multissetoriais destinadas à recuperação e ao gerenciamento da bacia. Sua função eminentemente consultiva, sugeria às autoridades federais e estaduais medidas para a efetiva recuperação e proteção dos recursos naturais da bacia, com o objetivo de harmonizar o desenvolvimento econômico em consonância com as necessidades de preservação do ambiente (ANA, 2001).

Tanto o COVAP como o CEEIVAP foram estabelecidos durante o período militar, e sua composição excluía a participação pública e de usuários dos recursos hídricos, ambas organizações foram incapazes de responder adequadamente aos problemas que motivaram sua criação. Kumler e Lemos (2008) destacam que anteriormente à Política Nacional de Recursos Hídricos, a gestão das águas na Bacia do Rio Paraíba do Sul era feita de forma tecnocrática e fragmentada, as concessões de licenças para Usinas Hidrelétricas eram feitas de forma isolada em rios de dominialidade estadual e federal, o que ilustra a ausência de uma gestão integrada.

Somente na década de 1990, somado ao criticismo internacional, reformas institucionais mais efetivas passaram a ser consideradas, quando os níveis de poluição na região passaram a comprometer as atividades econômicas, uma nova forma de organização foi proposta: um comitê de bacia, intitulado Comitê para Integração do Rio Paraíba do Sul -

CEIVAP (IORIS, 2008). Em 22 de março de 1996, foi aprovado o Decreto Federal nº 1.842, que instituiu o novo Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP), um primeiro passo para a instalação de um novo modelo de gestão na bacia. O Comitê foi efetivamente instalado em 18 de dezembro de 1997, após a aprovação da Política Nacional de Recursos Hídricos (ANA, 2001; BRASIL, 1996). O rio Paraíba do Sul foi, portanto, a primeira bacia de dominialidade federal a ter um comitê criado, e a primeira a adotar os novos instrumentos regulatórios definidos na PNRH, com grande relevância simbólica.

5.1 Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP)

O CEIVAP, criado com a finalidade de promover a viabilidade técnica e econômico-financeira de programas de investimento, assim como consolidar políticas de estruturação urbana e regional. Visa o desenvolvimento sustentado e a articulação interestadual na bacia, de modo a garantir que as iniciativas regionais de estudos, projetos, programas e planos de ação sejam complementares, integradas às diretrizes e prioridades estabelecidas para a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul como um todo (BRASIL, 1996).

O órgão é responsável pela integração de todo o sistema de gerenciamento de recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul, em que ocorrem os debates e decisões descentralizadas sobre as questões relacionadas aos usos múltiplos das águas na bacia. O CEIVAP destaca-se como um dos comitês mais avançados em termos de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, e foi o primeiro a criar uma agência de água (AGEVAP - Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul) e o primeiro a institucionalizar a cobrança pelo uso da água (KUMLER, LEMOS, 2008).

O Comitê de Integração da Bacia é formado por três representantes do Governo Federal, em 2021, composto por dois integrantes do Ministério do Meio Ambiente – Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental e ICMBio - e um do Ministério da Integração Nacional. O Estado de Minas Gerais compõem o conselho com três membros do governo do Estado, quatro representantes de prefeituras, 8 organizações usuárias de recursos hídricos e 3 representantes da sociedade civil organizada. O Estado de São Paulo

apresenta 3 membros do governo do Estado, representantes de três prefeituras, 8 organizações usuárias de recursos hídricos e 5 representantes da sociedade civil organizada. Já o Estado do Rio de Janeiro é representado por 3 integrantes do governo do Estado, 4 prefeituras, 8 organizações usuárias de recursos hídricos e 4 representantes da sociedade civil organizada (BRASIL, 1996).

São 60 membros participantes, dos quais três são da União, com 19 representantes de cada estado, 40% dos componentes são usuários de água, 35% do poder público - dos três níveis do governo - e 25% referente a organizações da sociedade civil. O setor de usuários inclui companhias de abastecimento e saneamento, indústrias, hidrelétricas e setores agrícola, de pesca, turismo e lazer. Constituído pela Plenária, Diretoria Colegiada e Câmara Técnica Consultiva (CTC), esta atua como instância de apoio ao Comitê, composta por 18 membros, sendo seis representantes de cada Estado, obedecendo a paridade entre poder público, organizações civis e usuários de água anteriormente descrita (PROFILL; AGEVAP; CEIVAP, 2018).

Atribuído ao Comitê, este deve propor o enquadramento dos rios federais da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, a partir de propostas dos comitês afluentes; estabelecer níveis de qualidade e de disponibilidade dos recursos hídricos nas regiões de divisas, assim como definir metas regionais que visem à sua utilização de forma sustentável. Submeter órgãos competentes à diretrizes para a outorga e o licenciamento ambiental de uso dos recursos hídricos, tal qual diretrizes para a cobrança pelo uso e pelo aproveitamento dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul; propor diretrizes para a elaboração do Plano Integrado de Recursos Hídricos da bacia. O CEIVAP deve ainda, compatibilizar os planos dos comitês afluentes e aprovar propostas do Plano Integrado de Recursos Hídricos da bacia, dirimindo eventuais divergências sobre os usos dos recursos hídricos no âmbito da bacia do rio Paraíba do Sul (BRASIL, 1996). Está prevista no Regimento Interno do CEIVAP, inciso IV, artigo 3º, a atribuição do Comitê de apoiar a criação e promover a integração com instâncias regionais de gestão de recursos hídricos da bacia, tais como: os comitês afluentes, os consórcios intermunicipais, as associações de usuários, as organizações de ensino e pesquisa, as organizações não-governamentais e outras formas de organização articulada da sociedade civil ou do poder público (PROFILL; AGEVAP; CEIVAP, 2018).

5.2 Comitês de Bacias Hidrográficas Afluentes (CBHs)

Em vista da extensão da bacia, bem como a existência de particularidades locais, a região foi dividida em 8 comitês de acordo com as Unidades de Planejamento ou Comitês de Bacias Hidrográficas Afluentes – CBHs Afluentes. Cabe aos organismos de bacia afluentes do rio Paraíba do Sul (os comitês de bacia estaduais), conforme sua área de abrangência, promover a integração e exercer as atribuições definidas nas Políticas Estaduais de Recursos Hídricos (CEIVAP, AGEVAP, COHIDRO, 2014).

Os CBHs afluentes devem, dentre outras atribuições, aprovar programas anuais e plurianuais de aplicação de recursos na região; aprovar planos de utilização, conservação, proteção e recuperação dos recursos hídricos; em especial, enquadrar os corpos d'água em classes de uso preponderantes; promover estudos, divulgação e debates dos programas prioritários de serviços, além de obras a serem realizadas no interesse da coletividade (SÃO PAULO, 1991). Para efeitos de gestão, dois comitês de bacia se sobrepõem: o CBH afluente da região e o Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - CEIVAP. Os comitês afluentes possuem autonomia para implementar seus instrumentos de gestão conforme suas especificidades, necessidades e capacidades.

O gerenciamento colaborativo da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul conta com a interação dos Comitês de Bacias Hidrográficas Afluentes dos três estados: Rio Paraíba do Sul (CBH PS/SP); afluentes mineiros dos Rios Preto e Paraibuna (CBH PS1 ou CBH Preto Paraibuna/MG), Rios Pomba e Muriaé (CBH PS2 ou CBH COMPÉ/MG); das bacias do Médio Paraíba do Sul (CBH MPS/RJ), do Rio Dois Rios (CBH R2R/RJ), Rio Piabanha e Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto (CBH PIABANHA/RJ) e do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (CBH BPSI/RJ). A organização, abrangência, composição, sede e instrumento de criação dos comitês afluentes da bacia do rio Paraíba do Sul, é descrito na tabela abaixo.

Tabela 1.1 - Organização dos comitês afluentes da bacia do rio Paraíba do Sul.

CBH afluente	Instrumento de criação	Sede	Abrangência	Composição
CBH Paraíba do Sul (SP)	Lei Estadual nº 9034/1994	Taubaté/SP	36 municípios	36 representantes (12 usuários, 12 poder público, 12 sociedade civil)
CBH Preto Paraibuna (PS1)	Decreto Estadual nº 44.199	Juiz de Fora/MG	30 municípios	24 representantes (6 usuários, 6 da sociedade civil, 6 do poder público estadual, 6 do poder público municipal)
CBH Pomba e Muriaé – COMPÉ (PS2)		Guarani/MG	65 municípios	16 representantes (4 usuários, 4 da sociedade civil, 4 do poder público estadual, 4 do poder público municipal)
CBH Médio Paraíba do Sul	Decreto Estadual nº 41.475	Volta Redonda/RJ	19 municípios	30 representantes (10 usuários, 10 poder público, 10 sociedade civil)
CBH Piabanha	Decreto Estadual nº 45.461/2015	Petrópolis/RJ	10 municípios	36 representantes (12 usuários, 12 poder público, 12 sociedade civil)
CBH Rio Dois Rios	Decreto Estadual nº 41.472	Nova Friburgo/RJ	12 municípios	24 representantes (8 usuários, 8 do poder público, 8 da sociedade civil)
CBH Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana	Decreto Estadual nº 41.720	Campos dos Goytacazes/RJ.	21 municípios	30 representantes (10 usuários, 10 poder público, 10 sociedade civil)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de PROFILL; AGEVAP; CEIVAP, 2018.

5.3 Órgãos gestores

A Lei Federal nº 9.433/1997, popularmente conhecida como Lei das Águas, caracteriza a gestão como participativa e descentralizada, com o envolvimento dos três níveis do governo e órgãos de diversas esferas, favorecendo a articulação interestadual. Fruto da Lei, o SINGREH é integrado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, a Agência Nacional de Águas, os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal, os Comitês de Bacia Hidrográfica, as Agências de Água, e os órgãos dos três níveis do governo, relacionados à sua gestão. Os órgãos responsáveis pela outorga de direito de uso da água dependem do domínio territorial da rede de drenagem da bacia, em que os recursos hídricos de domínio da união são geridos pela ANA e os de domínio estadual são administrados por órgãos gestores estaduais.

Compete ao CEIVAP a organização de fóruns democráticos, que debatem a utilização dos recursos hídricos da bacia e a aprovação do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica, que norteiam as decisões do comitê e os investimentos a serem realizados nos 15 anos de vigência do Plano. Cabe à Agência de Bacia (AGEVAP), estabelecida pela Lei das Águas, o recebimento e aplicação de recursos, financiamento de estudos, programas, projetos e obras referentes ao PIRH-PS.

A gestão da bacia é composta pela sobreposição de dois comitês de bacia, o CBH afluente da região e o Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - CEIVAP. Devido ao intrincado arranjo administrativo da bacia e sua abrangência territorial, destaca-se o papel dos órgãos gestores de recursos hídricos no âmbito estadual. Os órgãos compõem a estrutura do SINGREH e atuam de forma integrada e articulada com os demais entes do Sistema. São responsáveis por autorizar o uso dos recursos hídricos de domínio dos Estados, por meio de outorgas, além de fiscalizar os usos da água, promovendo também ações direcionadas à preservação da quantidade e da qualidade hídrica.

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) para corpos hídricos atua no domínio federal, assim como três órgãos gestores do poder público estadual, a saber: Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE/SP), Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB/SP), Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM/MG),

Instituto Estadual do Ambiente (INEA/RJ) no Rio de Janeiro e Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS/RJ) (PROFILL; AGEVAP; CEIVAP; 2021ab).

Cabe à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico definir e fiscalizar as condições de operação de reservatórios, públicos e privados, a fim de garantir o estabelecido nos planos de recursos hídricos e o uso múltiplo dos recursos hídricos (Resolução Conjunta ANA/DAEE/IGAM/INEA nº 1.382/2015). As autoridades outorgantes (ANA, DAEE, IGAM e INEA) dentre suas responsabilidades, devem assegurar o cumprimento dos aspectos legais de outorga da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e implementar outorgas coletivas em regiões de conflito pelo uso da água.

A dupla dominialidade das águas, transposições hídricas entre bacias, amplo território e uso multifário, enaltece a complexidade da estrutura institucional multinível responsável por gerenciar os recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP; AGEVAP; COHIDRO, 2014; SMA, 2011). A articulação entre os Comitês de bacia atuantes na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul e a necessidade de um planejamento de recursos hídricos entre os setores usuários, o planejamento regional, estadual e nacional, apresentam-se como meio fundamental para o fortalecimento da gestão de recursos hídricos na bacia (CEIVAP; AGEVAP; COHIDRO, 2014).

5.4 Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (PIRH-PS)

Os Planos de Recursos Hídricos fundamentam e orientam a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o Gerenciamento de Recursos Hídricos, abordam o diagnóstico das condições atuais, possíveis projeções futuras e a realidade socioeconômica da região competente à área de drenagem do recurso hídrico (CEIVAP, 2022). Elaborados por bacia hidrográfica, para o Estado e para o País, devem ser compatíveis com o período de implementação dos programas e projetos propostos, que devem conter um conteúdo mínimo, descrito na Lei das Águas - Art. 7º (Lei nº 9.433/97).

O Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP), conforme nomeado no Decreto 6591/2008, competente pela Lei Federal nº 9.433/1997 é responsável pela aprovação do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica em

questão. O Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (PIRH-PS) é um documento condutor das decisões do Comitê e a base da gestão integrada e participativa dos recursos hídricos na bacia (CEIVAP, 2021).

O instrumento de gestão apresenta o programa de investimentos em consonância com a agenda de gestão das águas, resolução de problemas quali-quantitativos dos recursos hídricos, ações de saneamento, ações de produção de conhecimento, comunicação e educação ambiental. Com vistas ao desenvolvimento sustentável da bacia hidrográfica, articulação interestadual, promoção de iniciativas regionais de estudos, projetos, programas e planos de ação complementares, tendenciam as diretrizes e prioridades estabelecidas para a Bacia, integrando o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SGRH) (CEIVAP, 2021).

São elaboradas ações de curto, médio e longo prazo, a fim de solucionar e prevenir problemas de cunho hídrico na unidade de planejamento e estudo, a bacia hidrográfica. O Plano de Ações é desenvolvido com base no diagnóstico e prognóstico elaborados, objetiva mitigar, minimizar e antecipar os problemas que envolvem os recursos hídricos, superficiais e subterrâneos, promovendo o uso múltiplo e a gestão integrada. O diagnóstico consiste na apresentação do cenário atual dos recursos hídricos, tendo em conta aspectos físicos, bióticos, socioeconômicos, políticos e culturais; no prognóstico são expostas hipóteses futuras, compatíveis com o horizonte de planejamento (CEIVAP, 2022).

Implementado no primeiro semestre de 2022, o Plano Integrado de Recursos Hídricos do Rio Paraíba do Sul, o PIRH-PS é acompanhado pelo CEIVAP em seus 15 anos de vigência. As discussões quanto à atualização do Plano foram introduzidas em 2012, foi desenvolvido o diagnóstico da bacia por uma organização contratada, assim como o prognóstico quantitativo. Não findado o contrato, em meados de 2018, a empresa Profill Engenharia e Ambiente S. A. passou a ser responsável por: reunir informações do CEIVAP, da bacia federal, revisar o diagnóstico desenvolvido e elaborar um prognóstico, estruturar diretrizes, programas de ação e delinear um roteiro de implementação do Plano.

Proposto pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, uma readequação e reformulação foi feita no Plano, a fim de promover uma melhor integração entre os instrumentos de planejamento, fortalecer o processo participativo e decisório, facilitar a

operacionalização das ações e otimizar os recursos disponíveis. Outrora, os Planos de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes eram recortes do Plano Federal, a ausência da assimilação das sub-bacias como componentes da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul não retrata a realidade.

Foram formados grupos de trabalho (GT Plano) para o acompanhamento e revisões do PIRH-PS, com representantes da AGEVAP, Profill Engenharia, Agência Nacional de Águas (ANA), Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), Instituto Estadual do Ambiente (INEA), e Comitês afluentes da Bacia – Comitê Médio Paraíba, Comitê Piabonha, Comitê Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana, Comitê Preto Paraibuna e Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio Paraíba do Sul (trecho paulista) (CEIVAP, 2019). Grupos menores por região foram estabelecidos; a fim de discutir o âmbito das sub-bacias, os Planos das Bacias Afluentes se tornaram mais detalhados, com visões do micro e macrorregião. O processo participativo, em suma capitaneado pela ANA, abordou uma visão holística com a aproximação dos Planos Afluentes e órgãos gestores.

A recomendação da ANA consiste na divisão do documento em três fases compostas, com o desenvolvimento do diagnóstico e prognóstico da Bacia Federal, envolvimento dos Comitês Afluentes e desenvolvimento dos Planos Afluentes Mineiros e Fluminenses, desenvolvimento dos Manuais Operativos dos Planos (MOP), envolvimento do CEIVAP e consolidação do PIRH-PS. As ações foram idealizadas para que houvesse a integração entre os Comitês, sendo adotados indicadores e metas que acompanhem a implementação das ações do Programa, contrário aos Planos anteriores que desconsideram as peculiaridades locais, abordavam macrotemas de forma geral, com ações abrangentes e gerais.

6 GERENCIAMENTO ADAPTATIVO

Vulnerável ao estresse ambiental alimentado pelas mudanças climáticas, comunidades devem responder à insegurança hídrica, fruto de mudanças nos regimes de precipitação e ausência do gerenciamento adaptativo (Sultana; Thompson; 2017), em um contexto de mudanças climáticas e condições antrópicas (Alonso et al., 2022). O Gerenciamento Adaptativo surge da percepção das limitações de organizações e políticas, frente

situações imprevistas, em modelos tradicionais de gerenciamento ambiental. Do ponto de vista ambiental e com relação às múltiplas interfaces sociais, econômicas, políticas, institucionais e culturais, reconhecem-se limites claros quanto as problemáticas públicas complexas no campo científico, técnico e burocrático.

O manejo integrado de recursos hídricos é um componente crítico e envolve uma organização integrada setorial (Kidd e Shaw, 2007), como um modelo sócio-ecológico de governo (Cook e Bakker, 2012). As crises ecológicas demandam a implantação do gerenciamento integrado de recursos hídricos, assim como uma agência responsável e de caráter formal regulatório, abrangendo organizações existentes, setores e grupos envolvidos (UNESCO and Green Cross International, 2003).

O manejo adaptativo pode ser definido como um processo sistemático de melhoria das políticas e práticas de gestão, evoluindo conforme resultados de estratégias implementadas, não foca em metas. A gestão adaptativa da água objetiva aumentar a capacidade adaptativa do sistema hídrico, por meio da implementação de processos e condições propícias à aprendizagem. (Pahl-Wostl et al., 2007)

Bormann et al. (1993), afirma que “Manejo adaptativo é aprender a administrar administrando para aprender”. Na gestão adaptativa, as estratégias e os objetivos podem sofrer adaptações ao longo do processo à medida que novas informações se tornam disponíveis; a qualidade do processo envolvido e o tipo de informação são considerados. (Pahl-Wostl et al., 2007)

Característica da governança adaptativa, procura compreender e aperfeiçoar respostas governamentais às complexidades e incertezas da sustentabilidade. Neste modelo, é essencial a aprendizagem e colaboração entre setores, atores e escalas na busca de uma visão compartilhada, promovida através do monitoramento, intercâmbio de informações e conhecimentos, construção de redes e resolução de conflitos.

A governança antecipatória objetiva mudanças a longo prazo com base em múltiplos produtos técnico-científicos probabilísticos. Baseada em processos de aprendizagem intensiva e cocriação de conhecimentos, expõe um regime participativo de tomada de decisões, reduzindo riscos e aumentando a capacidade adaptativa antecipatória (Alonso et al., 2022).

Com a implantação do GIRH (Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos), objetiva-se a sustentabilidade da governança hídrica policêntrica adaptável frente a eventos extraordinários, como secas e inundações. A autoridade federal passa a ser de governos locais, organizações de bacias hidrográficas e usuários dos recursos (Kemper et al., 2007), o que permite a participação e compartilhamento de interesses (Brunner and Steelman, 2005), fortalecendo a gestão participativa de caráter interjurisdicional e intersetorial (Alonso et al., 2022).

O manejo dos recursos hídricos é um processo político e de elevada complexidade para grandes redes de drenagem de bacias hidrográficas e deve ser descentralizado e envolver diversos níveis de governança (Oates, 1998; Marks and Hooghe, 2004). Sua complexidade se deve à integração dos aspectos físicos e sociais da bacia, danos ambientais, exploração excessiva, poluição desenfreada e obras hidráulicas (Brookes, 2002; Rahaman and Varis, 2005). Entre os conflitos que caracterizam o gerenciamento, a alocação de recursos para os setores da agricultura, indústria e áreas urbanas enaltecem o impacto e relevância de ações coletivas, constituintes da esfera socioecológica em que a bacia está inserida.

A discussão ganha destaque, posto que 40% da população mundial reside nas margens de grandes rios (Jansky et al., 2004). A alocação de recursos entre os setores da economia e sociedade, coloca em pauta o papel de comissões formais, governamentais, públicas e privadas integradas (Ching, Leong; Mukherjee, Maitreyee; 2015). Encontram-se dificuldades associadas à implementação, complexidade e incerteza (Ohlson, 1999; Jeffrey and Gearey, 2006; Medema et al., 2008), tanto na dimensão social quanto física.

O gerenciamento integrado deve respeitar as características da bacia e suas adversidades, com um manejo adaptativo hídrico e uma governança multinível, diretrizes coletivas devem ser criadas, vez que guiam o comportamento de stakeholders (Ching, Leong; Mukherjee, Maitreyee; 2015). É necessário o fortalecimento da capacidade adaptativa e ações antecipatórias governamentais e dos múltiplos atores envolvidos, a fim de lidar com incertezas - característica de sistemas socioecológicos, bacias hidrográficas e serviços ecossistêmicos fornecidos.

6.1 Propriedades do Gerenciamento Adaptativo

Segundo Moretto, E. M. et al. (2021) “Capacidade adaptativa, aprendizagem experiencial e governança não são premissas da Gestão Adaptativa, mas pressupostos que devem ser buscados continuamente no desenvolvimento conceitual e prático de suas abordagens”. A adaptação é um processo reativo e corresponde às mudanças em um modelo e paradigma de gestão; guiadas por insatisfações quanto ao atual regime, transições de caráter hídrico e mudanças estruturais ocorrem em mais de um elemento do modelo, envolvendo mudanças no paradigma de gestão (C. Pahl-Wostl et al., 2010).

A gestão sustentável dos recursos hídricos e a implementação da Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) só pode ser realizada em condições de gerenciamento hídrico adaptativo (C. Pahl-Wostl et al., 2010). Os sistemas gerenciados são complexos e ressaltam incertezas, que dificultam a precisão em prever resultados de intervenções, conhecimento e controle de processos relevantes. A gestão hídrica é um processo político e envolve a implementação de um conjunto de normas, estabelecidas nas dimensões federal, estadual e municipal; um processo sistemático de melhoria das políticas e práticas de gestão, estabelece a adaptação frente à resultados de estratégias implementadas (C. Pahl-Wostl et al., 2010).

O gerenciamento adaptativo, uma abordagem da gestão ambiental é apresentado em três princípios: experimental sujeito a discordâncias, hipóteses passíveis de confirmação ou falsificação; multiescalar e hierarquicamente ordenado, o modelo é composto por subsistemas; baseado em níveis locais de manejo, sistemas em maior escala devem trazer a perspectiva de estruturação de políticas de dentro para fora (B.G. Norton, 2018). Elementos do manejo adaptativo identificados em teorias e práticas são: a revisão regular de objetivos de gestão; modelos do sistema gerenciado; opções de manejo; monitoramento e avaliação de resultados; mecanismos que incorporem o conhecimento em decisões futuras; estruturas colaborativas com stakeholders; e o aprendizado (Adaptive Management for Water Resources Project Planning, National Research Council, 2004).

O manejo dos recursos hídricos estuda a natureza do sistema a ser manejado, as metas e as formas de alcance dos objetivos; inserido em uma comunidade epistêmica, o envolvimento de stakeholders caracteriza o modelo, manifestado em abordagens de

planejamento. O regime adaptativo e integrativo aborda a aquisição de conhecimentos a partir do manejo de sistemas complexos, governança policêntrica e horizontal, com a vasta participação de atores (C. Pahl-Wostl et al., 2010).

A assimilação de dados e aproximação de setores propõe a investigação de problemas emergentes, integração das políticas implementadas e setores, observadas diferentes escalas de análise e manejo. Alinhado à formulação de políticas, implementação, monitoramento e avaliação, metas são configuradas no ciclo de aprendizagem do manejo adaptativo. A infraestrutura apropriada, descentralizada e diversificada, assim como recursos financeiros advindos da rede pública e privada são propriedades de modelos integrativos e adaptativos (C. Pahl-Wostl et al., 2010).

RESULTADOS

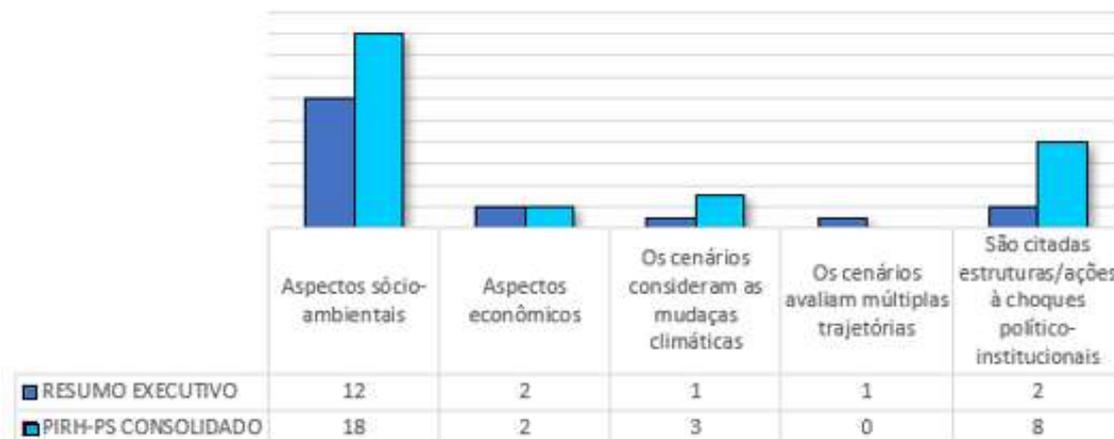
Selecionados os trechos do PIRH-PS Consolidado e Resumo Executivo PIRH-PS Consolidado a busca pelos temas chave que representem a adaptabilidade nas peças de planejamento do Plano confrontam os documentos e as propriedades do gerenciamento adaptativo. O material de leitura interpretativa é alvo de relações, confronto de ideias, contradição e/ou confirmação de opiniões, são diagnosticados os elementos significativos para o gerenciamento adaptativo da gestão hídrica, pertencentes ao eixo da governança e análise institucional.

No Resumo Executivo foram reunidos 7 trechos que abordam cenários, 5 trechos que relatam choques e 6 trechos que relatam respostas aos choques; dentre os cenários apresentados, há forte presença do caráter econômico. O PIRH-OS Consolidado tendencialmente, apresenta 12 trechos que abordam cenários, 5 trechos que relatam choques e 14 respostas aos choques.

Dentre os documentos analisados, há predominância de aspectos sócio-ambientais relacionados e estruturas/ações aos choques político-institucionais. Mudanças climáticas foram retratadas ao longo do texto de forma comedida e denominadas como “eventos extraordinários”. Múltiplas trajetórias foram traçadas com viés econômico e com relação ao abastecimento e escassez.

Gráfico 2.1 – Categorias dos indicadores de Gerenciamento Adaptativo

CATEGORIAS DO GERENCIAMENTO ADAPTATIVO



Fonte: Autoria própria.

CONCLUSÃO

A pulverização e dificuldade de implementação de ações na bacia, revelou a ineficácia de Planos anteriores. Promovido pelo CEIVAP e com apoio da ANA, é recomendado que o Plano Integrado de Recursos Hídricos do Rio Paraíba do Sul apresente características do Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos ao abordar a sustentabilidade da governança hídrica policêntrica adaptável.

É possível observar poucas menções e estudos que abordam cenários futuros, com pouquíssimas abordagens que correlacionam mudanças climáticas ou a avaliação de múltiplas trajetórias. Choques político-institucionais e estruturas/ações a serem tomadas em casos de choques econômicos, não são abordados no planejamento da Bacia. No PIRH-PS Consolidado, os aspectos sócio-ambientais e ações em decorrência de choques político-institucionais estão mais presentes.

Frente aos atuais eventos extraordinários e prognósticos como os apresentados pelo IPCC (2021/2022), o Gerenciamento Adaptativo se faz essencial, com destaque a aprendizagem e integração entre os diferentes órgãos competentes à gestão dos recursos hídricos. A capacidade adaptativa e ações antecipatórias governamentais devem ser fortalecidas, a fim de lidar com incertezas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABES. Paraíba do Sul: Uma fonte de vida a caminho da morte. Revista Brasileira de Saneamento Ambiental - Caderno Especial BIO, 29, 39-49, 2004. Acesso em: out. 2021.

AMBROSIO, Laís Lima; FORMIGA-JOHNSSON, Rosa Maria. Impactos da crise hídrica 2014/2015 sobre os principais usuários da Bacia do Guandu. XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Florianópolis, 2017. Disponível em: <<http://abrh.s3.amazonaws.com/Eventos/Trabalhos/60/PAP023036.pdf>>. Acesso em: out. 2021.

AMBROSIO, Laís Lima; PLACIDO, Daniel Taboada; FORMIGA-JOHNSSON, Rosa Maria. Outorga de Direito de Uso da Água no Rio Paraíba do Sul. XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Florianópolis, 2017. Disponível em: <<https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/abrh/Eventos/Trabalhos/60/PAP022952.pdf>>. Acesso em: out. 2021.

ANA. Encarte especial sobre a crise hídrica: conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2014, Brasília. 2015. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/crisehidrica2014.pdf>>. Acesso em: out. 2021.

ANA. Estudos Auxiliares para a Gestão do Risco de Inundações Bacia do Rio Paraíba do Sul. 2011. Disponível em: <<http://gripbsul.ana.gov.br/Hidrografia.html>>. Acesso em: out. 2021.

PERHI-RJ. ANA. Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Guandu, Guarda e Guandu Mirim. Relatório Síntese. 2006. Disponível em: <<https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2007/PlanoEstrategicoRHGuanduRelatorio Sintese.pdf>>.

ANA. Sala de Situação. 2019. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/sala-de-situacao/paraiba-dosul/paraiba-do-sul-saiba-mais>>. Acesso em: out. 2021.

ANA. Atlas de Esgoto. 2017. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/ATLASESGOTOSDespoluicaodeBaciasHidrograficas-ResumoExecutivo_livro.pdf> . Acesso em: 15 de out. 2018.

ARCOVERDE, Léo. Sabesp obtém nova autorização para captar água do Rio Paraíba do Sul e abastecer o sistema Cantareira. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2021/10/13/sabesp-obtem-nova-autorizacao-para-captar-agua-do-rio-paraiba-do-sul-e-abastecer-o-sistema-cantareira.ghtml>>. Acesso em: out. 2021.

BRAGA, Benedito P. F.; FLECHA, Rodrigo; PENA, Dilma S.; KELMAN, Jerson. Pacto federativo e gestão de águas. *SciELO Brazil - Estudos Avançados*, São Paulo, v. 22, n. 63, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200003>. Acesso em: out. 2021.

CARMO, Roberto Luiz do. A água é o limite? Redistribuição espacial da população e recursos hídricos no Estado de São Paulo. *Repositório da Produção Científica e Intelectual da Unicamp, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas*, p. 195, Campinas, 2001. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/280249>>. Acesso em: out. 2021.

CARMO, Roberto Luiz do; ANAZAWA, Tathiane Mayumi. Hidromegalópole São Paulo - Rio de Janeiro: escassez hídrica, sobreposição de espacialidades e conflitos. *Repositório do Conhecimento do IPEA*, 2017. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8156/1/BRU_n17_Hidromegal%C3%B3pole.pdf>. Acesso em: out. 2021.

CARMO, R. L.; ANAZAWA, T. M. Uma hidromegalópole em formação: relações entre população, espaço e consumo. In: *CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE POBLACIÓN*, 7., 2016, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: Asociación Latinoamericana de Población, 2016.

CAVALCANTI, Bianor Scelza; MARQUES, Guilherme Ramon Garcia. Recursos hídricos e gestão de conflitos: a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul a partir da crise hídrica de 2014-2015. *Revista de Gestão dos Países de Língua Portuguesa*, Rio de Janeiro, RJ, v. 15, n. 1, p. 4–16, 2016. DOI: 10.12660/rgplp.v15n1.2016.78411. Acesso em: 26 out. 2021>. Acesso em: set. 2021.

CEIVAP. AGEVAP. COHIDRO. Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e Planos de ação de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes. Relatório de Diagnóstico. Tomo I, Tomo II, Tomo III. 2015.

CEIVAP. Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Disponível em: <<https://www.ceivap.org.br/sobre-o-comite>>. Acesso em: out. 2021.

CEIVAP. Consolidação do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (PIRH-PS). 2020. Disponível em: <http://18.229.168.129:8080/publicacoesArquivos/ceivap/arq_pubMidia_Processo_030-2018_P06.pdf>. Acesso em: out. 2021.

CEIVAP. Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - Resumo. Diagnóstico dos Recursos Hídricos. Relatório Final. 2006. Disponível em: <<https://www.ceivap.org.br/downloads/PSR-010-R0.pdf>>. Acesso em: out. 2021.

CETESB. Parecer Técnico Cetesb nº 398/15/IE. São Paulo, 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/AtKqie>>. Acesso em: out. 2021.

CIDADE, Carolina de Almeida Santos; LIMA, Vinícius Santos; NÉTO, Nilson Coutinho Gomes; MIRO, José Maria Ribeiro. Caracterização do uso da terra e população da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. VII Congresso Brasileiro de Geógrafos, Vitória/ES, 2014. Disponível em: <http://www.cbg2014.agb.org.br/resources/anais/1/1404701426_ARQUIVO_ArtigoCompletoCBG2014Carolina.pdf>. Acesso em: out. 2021.

DEMANBORO, Antonio Carlos. Gestão ambiental e sustentabilidade na macrometrópole paulista - Bacia do Rio Paraíba do Sul. Scielo - Sociedade & Natureza, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1982-451320150311>. Acesso em: out. 2021.

GONÇALVES, Fabrícia Moreira. Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul: Avaliação Integrada da Qualidade das Águas dos Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, Belo Horizonte. 2016. Universidade Federal de Minas Gerais. Acesso em: out. 2021.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. SEA. INEA. COPPETEC. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro - PERHI-RJ. Relatório Síntese. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://www.agevap.org.br/downloads/Relatorio-Sintese.pdf>>. Acesso em: out. 2021.

IBGE. Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE. 2011. Disponível em: <<https://goo.gl/MnnUfx>>. Acesso em: out. 2021.

IBGE. Mapa de Biomas e de Vegetação – Brasil. 2004. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>>. Acesso em: out. 2021.

INPE. Inpe e SOS Mata Atlântica divulgam novos dados do Atlas. 2011. Disponível em: <http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=2923>. Acesso em: out. 2021.

MARENGO, José. A.; ALVES, Lincoln. M. Tendências hidrológicas da bacia do rio Paraíba Do Sul. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 20, n. 2, p. 215-226, 2005. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zew/mtez/~edisp/inea0113198.pdf>>. Acesso em: set. de 2021.

MARENGO, José A.; Tomasella, Javier; Uvo, Cintia R. Trends in streamflow and rainfall in tropical South America: Amazonia, eastern Brazil and northwestern Peru. J. Geophys. Journal of Geophysical Research Atmospheres - AGU, v. 103, n .2, p. 1775-1783, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1029/97JD02551>. Acesso em: out. de 2021.

OROSCO, Rebeca Tricarico. Conflitos na gestão de recursos hídricos no Brasil: o caso da interligação Jaguari-Atibainha na bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. III Simpósio de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul, 2018. Disponível em: <<https://www.ufjf.br/srhps/files/2018/09/A0028.pdf>>. Acesso em: out. 2021.

PORTO, Rubem L.; PORTO, Monica F. A.; PALERMO, Marco. A ressurreição do volume morto do Sistema Cantareira na Quaresma. Revista DAE, São Paulo, nº 197, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/dae.2014.131>. Acesso em: nov. 2021.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Lei nº 9.433 de 8 de Janeiro de 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm>. Acesso em: out. 2021.

PROFILL; AGEVAP; CEIVAP. Resumo Executivo do PIRH Paraíba do Sul. Disponível em: <http://18.229.168.129:8080/publicacoesArquivos/ceivap/arq_pubMidia_Processo_030-2018_PF02.pdf>. Acesso em: out. 2021a.

PROFILL; AGEVAP; CEIVAP. RF01 - PIRH-PS Consolidado: Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Disponível em: <http://18.229.168.129:8080/publicacoesArquivos/ceivap/arq_pubMidia_Processo_030-2018-RF01.pdf>. Acesso em: nov. 2021b.

PSR; AGEVAP. Avaliação dos impactos de Novas Transposições de Vazão no Rio Paraíba do Sul. Relatório Final. 2013. Disponível em: <<https://ceivap.org.br/conteudo/rf-relatorio-final-versao-final-antigamodelagem.pdf>>. Acesso em: out. 2021.

ROCHA, Janes. IPCC: Brasil tem regiões duramente afetadas. Jornal da Ciência, p. 17-20, 2021. Disponível em: <http://jcnoticias.jornaldaciencia.org.br/wp-content/uploads/2021/10/JC_795.pdf>. Acesso em: out. 2021.

SALAMENE, Samara; FRANCELINO, Márcio Rocha; VALCARCEL, Ricardo; LANI, João Luiz; SÁ, Mariana Médice Firme. Estratificação e caracterização ambiental da área de preservação permanente do Rio Guandu/RJ. Revista Árvore, v. 35, n. 2, p. 221-231, Viçosa, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000200007>. Acesso em: out. 2021.

SANEAS. Mananciais para abastecimento público: O problema vai além das chuvas. SANEAS - Revista da Associação dos Engenheiros da SABESP, v. 2, p. 21, 2004. Acesso em: out. 2021.

SOUZA, Thaiza de; SOUZA, Mello Araujo. Gestão de recursos hídricos: bacia do rio Paraíba do Sul. Universidade Cândido Mendes, Faculdade Integrada AVM, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/K218610.pdf>. Acesso em: out. de 2021.

VIEIRA, Bárbara Muniz. Sistema Cantareira entra em faixa de restrição; nível do reservatório já é o menor em pelo menos cinco anos. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2021/10/02/sistema-cantareira-entra-em-estado-de-restricao-nivel-do-reservatorio-ja-e-o-menor-em-pelo-menos-cinco-anos.ghtml>>. Acesso em: out. 2021.

Pahl-Wostl, C., J. Sendzimir, P. Jeffrey, J. Aerts, G. Berkamp, and K. Cross. 2007. Managing change toward adaptive water management through social learning. Ecology

and Society 12(2): 30. [online] URL:
<http://www.ecologyandsociety.org/vol12/iss2/art30/>

Yan, D.; Ludwig, F.; Huang, H.Q.; Werners, S.E. Many-objective robust decision making for water allocation under climate change. *Sci. Total Environ.* 2017, 607–608, 294–303, doi:10.1016/j.scitotenv.2017.06.265.

Derepasko, D.; Guillaume, J.H.A.; Horne, A.C.; Volk, M. Considering scale within optimization procedures for water management decisions: Balancing environmental flows and human needs. *Environ. Model. Softw.* 2021, 139, 104991, doi:10.1016/j.envsoft.2021.104991.

Al-Zubari, W.K.; El-Sadek, A.A.; Al-Aradi, M.J.; Al-Mahal, H.A. Impacts of climate change on the municipal water management system in the Kingdom of Bahrain: Vulnerability assessment and adaptation options. *Clim. Risk Manag.* 2018, 20, 95–110, doi:10.1016/j.crm.2018.02.002.

Shirmohammadi, B.; Malekian, A.; Salajegheh, A.; Taheri, B.; Azarnivand, H.; Malek, Z.; Verburg, P.H. Scenario analysis for integrated water resources management under future land use change in the Urmia Lake region, Iran. *Land use policy* 2020, 90, 104299, doi:10.1016/j.landusepol.2019.104299.

Kumar, N.; Tischbein, B.; Kusche, J.; Laux, P.; Beg, M.K.; Bogardi, J.J. Impact of climate change on water resources of upper Kharun catchment in Chhattisgarh, India. *J. Hydrol. Reg. Stud.* 2017, 13, 189–207, doi:10.1016/j.ejrh.2017.07.008.

Azhoni, A.; Goyal, M.K. Diagnosing climate change impacts and identifying adaptation strategies by involving key stakeholder organisations and farmers in Sikkim, India: Challenges and opportunities. *Sci. Total Environ.* 2018, 626, 468–477, doi:10.1016/j.scitotenv.2018.01.112.

Azhoni, A.; Holman, I.; Jude, S. Contextual and interdependent causes of climate change adaptation barriers: Insights from water management institutions in Himachal Pradesh, India. *Sci. Total Environ.* 2017, 576, 817–828, doi:10.1016/j.scitotenv.2016.10.151.

Seif-Ennasr, M.; Zaaboul, R.; Hirich, A.; Caroletti, G.N.; Bouchaou, L.; El Morjani, Z.E.A.; Beraaouz, E.H.; McDonnell, R.A.; Choukr-Allah, R. Climate change and

adaptive water management measures in Chtouka Aït Baha region (Morocco). *Sci. Total Environ.* 2016, 573, 862–875, doi:10.1016/j.scitotenv.2016.08.170.

Ryan, D.; Bustos, E. Knowledge gaps and climate adaptation policy: a comparative analysis of six Latin American countries. *Clim. Policy* 2019, 19, 1297–1309, doi:10.1080/14693062.2019.1661819.

Spiller, M. Adaptive capacity indicators to assess sustainability of urban water systems – Current application. *Sci. Total Environ.* 2016, 569–570, 751–761, doi:10.1016/j.scitotenv.2016.06.088.