

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
MESTRADO PROFISSIONAL EM REDE NACIONAL EM GESTÃO E REGULAÇÃO
DE RECURSOS HÍDRICOS - PROFÁGUA

PAULINE GOTTSTEIN

**PROPOSTA DE USO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE
HÍDRICA COMO SUBSÍDIO PARA A GESTÃO DE RECURSOS
HÍDRICOS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CAMPO MOURÃO

2020

PAULINE GOTTSTEIN

**PROPOSTA DE USO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA
COMO SUBSÍDIO PARA A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**

**Proposed of use of water sustainability indicators as a subsidy for water
resources management**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Eudes José Arantes.

Coorientador: Prof^a. Dr^a. Maristela Denise Moresco Mezzomo.

CAMPO MOURÃO

2020



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão



PAULINE GOTTSTEIN

PROPOSTA DE USO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA COMO SUBSÍDIO PARA A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Trabalho de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Instrumentos da Política de Recursos Hídricos.

Data de aprovação: 26 de Novembro de 2020

Prof Eudes Jose Arantes, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.a Cristiane Kreutz, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Jefferson De Queiroz Crispim, Doutorado - Universidade Estadual do Paraná (Unespar)

Prof.a Maristela Denise Moresco Mezzomo, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

À minha mãe,
pelo apoio, paciência e amor incondicional.

AGRADECIMENTOS

À Deus, acima de tudo e sobre todas as coisas.

À minha mãe, pelo exemplo de mulher, pela dedicação à família, pelo apoio, paciência e amor incondicional.

Aos meus avós – *in memoriam* – pelos esforços durante toda a vida, pelo carinho e cuidado em minha criação.

À uma pessoa especial, pelo apoio e incentivo durante toda trajetória acadêmica, por acreditar em mim e me encorajar sempre, Igor.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Eudes José Arantes, e à minha coorientadora, Profa. Dra. Maristela Denise Moresco Mezzomo, pelos ensinamentos transmitidos, pelas orientações, e, principalmente, pela paciência e confiança em mim depositadas.

À todos os professores do Programa, por compartilharem seus ensinamentos e contribuírem em minha formação profissional e pessoal.

À todos os amigos que compartilharam comigo as alegrias e dificuldades dessa caminhada.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001; ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfªÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº. 2717/2015; e a Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR pelo apoio recebido.

RESUMO

A água, em quantidade e qualidade suficientes, é essencial para todos os aspectos da vida e do desenvolvimento sustentável. Contudo, esse elemento natural é finito e por isso sua utilização deve ser gerida de forma sustentável. Assim, o presente estudo teve como objetivo propor uma metodologia de uso de indicadores de sustentabilidade hídrica como subsídio para a gestão de recursos hídricos em bacias hidrográficas. A construção da proposta metodológica partiu do levantamento bibliográfico, de caráter técnico e científico, resultando na avaliação da situação dos recursos hídricos, com base em três dimensões: Potencialidade, Disponibilidade e Demanda; Desempenho do Sistema de Gerenciamento dos Recursos Hídricos; Eficiência de Uso da Água, as quais reúnem indicadores relacionados aos aspectos de uso e gestão de recursos hídricos. Estabeleceu-se pesos ou graus de sustentabilidade hídrica para todos os indicadores, de maneira a permitir a maior compreensão dos valores obtidos. A fim de verificar se o método é reproduzível, flexível, adequado ao que se propõe e capaz de oferecer resposta à sociedade e/ou aos gestores de recursos hídricos sobre uma área de interesse, aplicou-se a proposta metodológica em um estudo de caso nas unidades hidrográficas do Alto Ivaí, Baixo Ivaí e Alto Iguaçu. Como produto do presente estudo, produziu-se um Manual de aplicação da proposta metodológica, a fim de auxiliar na avaliação e no planejamento de ações a serem desenvolvidas para promover a gestão sustentável dos recursos hídricos pelos integrantes do SINGREH. Após a aplicação da proposta metodológica nas unidades hidrográficas, obteve-se como resultado, para a Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda, um médio grau de desenvolvimento na unidade hidrográfica do Alto Iguaçu, sendo a situação mais crítica observada, enquanto as unidades do Baixo e Alto Ivaí apresentaram alto grau de sustentabilidade. Na Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos identificou-se um excelente desenvolvimento dos instrumentos de gestão na unidade hidrográfica do Alto Iguaçu, classificada com alto grau de sustentabilidade. Já a unidade hidrográfica do Baixo Ivaí apresentou médio grau de desempenho, enquanto a unidade do Alto Ivaí apresentou baixo grau de desenvolvimento da referida dimensão. Observou-se um médio grau de sustentabilidade para a Dimensão de Eficiência do Uso da Água, nas unidades do Alto Ivaí e Alto Iguaçu, enquanto o Baixo Ivaí foi classificado com alto grau de sustentabilidade nesta dimensão. Como produto da aplicação da proposta metodológica gerou-se mapas contendo os resultados obtidos para as dimensões analisadas. Nesse sentido, conclui-se que a proposta metodológica pode ser utilizada para diagnóstico dos graus de sustentabilidade hídrica de bacias hidrográficas, subsidiando análises orientadas aos poderes públicos, em todos os níveis de gestão e participação social, bem como, à comunidade técnico-científica e as instâncias de representação da sociedade civil e usuários, dando suporte à tomada de decisão sobre a gestão de recursos hídricos em uma direção realmente mais sustentável.

Palavras-chave: Desenvolvimento Sustentável. Bacias Hidrográficas. Proposta metodológica. Gerenciamento.

ABSTRACT

Water, in sufficient quantity and quality, is essential for all aspects of life and sustainable development. However, this natural element is finite, therefore, its use must be managed in a sustainable way. Thus, the present study proposes a methodology using water sustainability indicators as a tool for water resources management in watersheds. The construction of the methodological proposal started from bibliographic research, both technical and scientific, resulting in the assessment of water resources in three dimensions: Potentiality, Availability and Demand; Performance of the Water Resources Management System; Efficiency of Water Use, which gather indicators of use and management. Weights or degrees of water sustainability were established for all indicators in order to allow a greater understanding of the value obtained, giving them meaning. In order to verify whether the method is reproducible, flexible, adequate to what it is proposed, and capable of offering a response to society and/or water resources managers, the methodological proposal was applied in a case study in the hydrographic units of Alto Ivaí, Baixo Ivaí, and Alto Iguaçu. As a product of the present study, a Manual containing the application of the methodological was produced, in order to assist in the evaluation and planning to promote the sustainable management of water resources by the members of SINGREH. After the application of the methodology in the hydrographic units, a medium degree of development was obtained for the Dimension of Potentiality, Availability and Demand in the Alto Iguaçu hydrographic unit, being the most critical situation observed, while the Baixo and Alto Ivaí units showed a high degree of sustainability. In the Performance Dimension of the Water Resources Management System, excellent development of management instruments was identified in the Alto Iguaçu hydrographic unit, classified with a high degree of sustainability. The Baixo Ivaí hydrographic unit, on the other hand, presented a medium degree of performance, while the Alto Ivaí unit presented a low degree of development in that dimension. There was a medium degree of sustainability for the Water Use Efficiency Dimension, in the Alto Ivaí and Alto Iguaçu units, while Baixo Ivaí was classified with a high degree of sustainability. As a product of the application of methodological proposal, maps were generated containing the results obtained for every dimension analyzed. It was concluded that the methodological proposal can be used for a diagnosis of the degrees of water sustainability in watersheds, subsidizing analyzes oriented to public authorities, in all levels of management and social engagement, as well as to the technical and scientific communities and the instances of civil representation and society, supporting decision making on water resources management in a more sustainable direction.

Keywords: Sustainable development. Watersheds. Methodological proposal. Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Bacias Hidrográficas do Estado do Paraná.....	30
Figura 2 - Unidades Hidrográficas de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (UHGRHs) do Paraná	31
Figura 3 - Localização das unidades hidrográficas de gerenciamento dos recursos hídricos que perfazem o estudo de caso.....	60
Figura 4 - Municípios que compõem as Unidades Hidrográficas de Gerenciamento dos Recursos Hídricos em estudo.....	65
Figura 5 - Localização das estações fluviométricas selecionadas para obtenção das disponibilidades e potencialidades hídricas nas Unidades Hidrográficas em estudo	66
Figura 6 - Localização das estações fluviométricas selecionadas para obtenção dos dados de qualidade das águas nas Unidades Hidrográficas em estudo	69
Figura 7 - Resultados de IQA para as Unidade Hidrográficas em estudo.	71
Figura 8 - Resultados para a Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda nas Unidades Hidrográficas em estudo	74
Figura 9 - Abrangência dos Comitês de Bacia Hidrográfica nas Unidades Hidrográficas em estudo	77
Figura 10 - Resultados para a Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos nas Unidades Hidrográficas em estudo	88
Figura 11 - Resultados para a Dimensão de Eficiência do Uso da Água nas Unidades Hidrográficas em estudo	93

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Descrição das dimensões e dos indicadores que compõem a proposta metodológica e relação dos mesmos com as metas do ODS 6	44
Quadro 2 - Quesitos e pontuações estabelecidas para avaliação dos indicadores da Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos...	47
Quadro 3 - Origem dos dados a serem utilizados na composição dos indicadores da Dimensão de Eficiência do Uso da Água	55
Quadro 4 - Origem dos dados a serem utilizados na composição dos indicadores da Dimensão de Eficiência do Uso da Água	57
Quadro 5 - Resultados de IQA para as estações fluviométricas selecionadas na Unidade Hidrográfica do Baixo Ivaí	69
Quadro 6 - Resultados de IQA para as estações fluviométricas selecionadas na Unidade Hidrográfica do Alto Ivaí.....	70
Quadro 7 - Resultados de IQA para as estações fluviométricas selecionadas na Unidade Hidrográfica do Alto Iguaçu.....	70
Quadro 8 - Comparação entre os resultados de IQA do presente estudo e os apresentados no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Paraná para as estações fluviométricas selecionadas.....	72
Quadro 9 - Resultados e classificações obtidas para os indicadores da Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda nas Unidades Hidrográficas em estudo	74
Quadro 10 - Pontuação atribuída aos quesitos s da Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos, nas Unidades Hidrográficas em estudo	78
Quadro 11 - Resultado da Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos para as Unidades Hidrográficas em estudo ..	89
Quadro 12 - Resultado da Dimensão de Eficiência do Uso da água para as Unidades Hidrográficas em estudo	94

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Escalas globais para os indicadores da Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda e da Dimensão de Eficiência do Uso da Água.....	45
Tabela 2 - Classificação do Índice de Qualidade das Águas	54
Tabela 3 - Dados das séries históricas das estações fluviométricas selecionadas para obtenção das disponibilidades e potencialidades hídricas.	67
Tabela 4 - Demanda de retirada de água por setor nas Unidades Hidrográficas em estudo	67
Tabela 5 - Resultados dos indicadores que compõem a Dimensão de Disponibilidade, Potencialidade e Demanda para as Unidades Hidrográficas em estudo	72
Tabela 6 - Cálculo dos indicadores que compõem a Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda para as Unidades Hidrográficas em estudo.....	73
Tabela 7 - Média dos indicadores da Dimensão de Eficiência do Uso da Água, obtidos do SNIS para o ano de referência de 2017, nas Unidades Hidrográficas em estudo	92

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 Geral.....	14
2.2 Específicos	14
3 JUSTIFICATIVA	15
4 REVISÃO DE LITERATURA	17
4.1 A Crise Hídrica	17
4.2 O Desenvolvimento Sustentável.....	21
4.3 A Gestão de Recursos Hídricos	26
4.3.1 A Gestão de Recursos Hídricos no Paraná	28
4.4 Os Indicadores de Sustentabilidade	32
5 MATERIAL E MÉTODOS	39
5.1 Elaboração da Proposta Metodológica	39
5.2 Aplicação da Proposta Metodológica	41
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
6.1 Proposta Metodológica	43
6.1.1 Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda.....	46
6.1.2 Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos	46
6.1.3 Dimensão de Eficiência do Uso da Água.....	48
6.2 Obtenção e Tratamento de Dados para o Estudo de Caso	49
6.2.1 Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda.....	49
6.2.2 Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos	56
6.2.3 Dimensão de Eficiência do Uso da Água.....	56
6.3 Aplicação da Proposta Metodológica	58
6.3.1 Caracterização das Áreas de Estudo.....	58
6.3.2 Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda.....	65
6.3.3 Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos	76
6.3.4 Dimensão de Eficiência do Uso da Água.....	91
7 PRODUTO	98
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
REFERÊNCIAS	103
ANEXO A - Curvas médias de variação de qualidade das águas e os pesos relativos a cada parâmetro que compõe o IQA	121
ANEXO B - Memorial de Cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA)	123
APÊNDICE A - Produto: Manual Metodológico	125
APÊNDICE B - Produto: Mapas.....	127

APÊNDICE C - Área e população estimada por município para as unidades hidrográficas em estudo	133
APÊNDICE D - Demandas de retirada de água por setor e por município para as unidades hidrográficas em estudo.....	137
APÊNDICE E - Estações fluviométricas selecionadas para obtenção dos dados de qualidade da água nas Unidades Hidrográficas em estudo	142
APÊNDICE F - Resultado por município dos indicadores da Dimensão de Eficiência do Uso da Água, obtidos do SNIS para o ano de referência de 2017, nas unidades hidrográficas em estudo	144

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, tem-se buscado discutir, de forma mais objetiva e sistemática, a questão da sustentabilidade dos recursos naturais e seus reflexos sobre a qualidade de vida das futuras gerações, em busca de um desenvolvimento sustentável. A construção de um futuro sustentável, capaz de fornecer água limpa e acessível para atender às necessidades humanas, é um dos grandes desafios do século XXI (CAMPOS; RIBEIRO; VIEIRA, 2014; QU; ALVAREZ; LI, 2013).

Atualmente, a escassez de água afeta mais de 40% das pessoas em todo o mundo e está projetada para aumentar. Esta escassez já afeta todos os continentes e dificulta a sustentabilidade dos recursos naturais, bem como o desenvolvimento econômico e social. No entanto, a situação pode piorar devido as pressões exercidas pelo crescimento populacional e econômico, mudanças climáticas globais e deterioração da qualidade da água (UNITED NATIONS, 2015; QU; ALVAREZ; LI, 2013).

Por sua vez, as limitadas disponibilidades hídricas são caracterizadas pela distribuição geográfica e temporal, por vezes, inadequada ao atendimento das demandas. Esse cenário conduz à necessidade de implementação de instrumentos de gestão dos recursos hídricos (LOPES; FREITAS, 2007).

Considerando que a água é um elemento indispensável para a sobrevivência de todas as espécies e exerce influência decisiva na qualidade de vida das populações, o Brasil promulgou a Lei nº 9.433/97 – Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) – instituindo o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), que tem como papel principal realizar a gestão dos usos da água de forma descentralizada, integrada e participativa (BRASIL, 1997; ISAIAS, 2008).

Neste contexto, pensando em contribuir com a gestão de recursos hídricos, os indicadores de sustentabilidade vêm sendo utilizados em estudos nacionais e internacionais, buscando facilitar a compreensão de informações sobre fenômenos complexos, a fim de apoiar e melhorar o processo de tomada de decisão em diferentes níveis (UNITED NATIONS, 2007; BARROS; SILVA, 2012).

Os indicadores são conceituados como ferramentas constituídas por uma ou mais variáveis que, associadas através de diversas formas, revelam significados mais amplos sobre os fenômenos a que se referem. Assim, os indicadores podem exercer função importante na geração de dados para a avaliação da sustentabilidade,

descrevendo a dinâmica dos problemas existentes na área de interesse, indicando a direção, a prioridade das mudanças e transformando dados em informações relevantes para a construção de estratégias políticas e de planejamento que contribuam com um desenvolvimento sustentável (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2015a; KEMERICH et al., 2013).

No caso de indicadores de sustentabilidade hídrica, a escala geográfica natural para a sua aplicação é a bacia hidrográfica, considerando o papel de unidade territorial de gestão de recursos hídricos conferido pela Lei nº 9.433/97, de modo a garantir a análise integrada dos recursos hídricos nela compreendidos (BRASIL, 1997; CAMPOS; RIBEIRO; VIEIRA, 2014).

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo propor uma metodologia de uso de indicadores de sustentabilidade hídrica como subsídio para a gestão de recursos hídricos em bacias hidrográficas, de modo a contribuir com a avaliação e o planejamento de ações de gestão pelos integrantes do SINGREH. A presente proposta foi aplicada às unidades hidrográficas do Alto Ivaí, Baixo Ivaí e Alto Iguaçu.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Propor uma metodologia de uso de indicadores de sustentabilidade hídrica como subsídio para a gestão de recursos hídricos em bacias hidrográficas.

2.2 Específicos

- Definir os indicadores e os métodos de obtenção das variáveis;
- Definir os pesos e/ou graus de importância para cada indicador;
- Elaborar um Manual com a proposta metodológica;
- Aplicar a proposta metodológica em um estudo de caso.

3 JUSTIFICATIVA

A água com qualidade adequada e em quantidade suficiente é essencial à todos os aspectos da vida e da sustentabilidade. Os recursos hídricos estão incorporados em todas as formas de desenvolvimento (por exemplo, segurança alimentar, promoção da saúde e redução da pobreza), sustentando o crescimento econômico na agricultura, indústria, geração de energia e mantendo ecossistemas saudáveis (WORLD ECONOMIC FORUM, 2018).

No entanto, o crescimento populacional, a intensificação agrícola, a urbanização, a produção industrial, a poluição e as mudanças climáticas estão começando a sobrecarregar e minar a capacidade da natureza de fornecer funções e serviços essenciais, contribuindo para uma demanda crescente. Não é por acaso que o Fórum Econômico Mundial classificou consistentemente a crise da água como um dos principais riscos globais desde 2012 (SALIM; ANZIANI-VENTE; MADSEN, 2019; WORLD ECONOMIC FORUM, 2018; WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME, 2009; 2017; WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME; UNITED NATIONS WORLD WATER, 2018).

Há ainda, os cenários relativos as mudanças climáticas que projetam uma exacerbação das variações espaciais e temporais da dinâmica do ciclo da água, de modo que as discrepâncias entre a oferta e a demanda hídrica estão se agravando. A frequência e a gravidade de inundações e secas provavelmente irão alterar muitas bacias hidrográficas em todo o mundo (NOSCHANG; SCHELEDER, 2018; WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME, 2017).

Existe um consenso crescente de que os desafios podem ser enfrentados adotando uma abordagem integrada para gerenciar e alocar recursos hídricos, considerando como estes recursos vinculam diferentes partes da sociedade e como as decisões em um setor podem afetar os usuários de água em outros setores. É uma abordagem que deve envolver todos os atores e partes interessadas, de todos os níveis, que usam e potencialmente poluem a água, para que ela seja gerenciada de forma equitativa e sustentável (UNITED NATIONS, 2018).

Nacionalmente, as crises vêm sendo enfrentadas preponderantemente com medidas de curto prazo – restrições na captação e racionamento, ampliação emergencial na oferta hídrica. A aplicação das medidas de longo prazo, focadas em melhorar a eficiência, a capacidade institucional para a gestão, a redução de perdas

ou ainda alteração na alocação da água, deixam de ser pensadas quando há a regularização das condições hidrológicas. Adicionalmente, ressalta-se que essas soluções de longo prazo ainda necessitam de avaliação de riscos e incertezas (KHARRAZI et al., 2016).

Assim, torna-se essencial desenvolver metodologias que possam chamar a atenção para aspectos relevantes no caminho rumo à sustentabilidade. Diante disso, Kang e Lee (2011) reforçam que a aplicação de indicadores de uso e gerenciamento da água podem, sem dúvida, contribuir para uma melhor alocação desse recurso limitado.

A relevância dos indicadores para o processo de tomada de decisão é uma de suas características mais importantes em relação a outras formas de informação, já que eles podem ser ferramentas poderosas de decisão política. Para isso, devem condensar e decodificar dados relevantes, medindo, quantificando, qualificando e transmitindo informações de uma maneira fácil de entender (KURKA E BLACKWOOD, 2013; NICHOLSON et al., 2012).

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), os indicadores não devem servir apenas aos interesses do poder público, para avaliar a eficiência e eficácia das políticas adotadas, mas devem servir também aos interesses dos cidadãos, tornando-se instrumento de cidadania, pois estes podem refletir o estado do meio e da qualidade de vida (CÂMARA, 2002).

Diante do exposto, a importância da temática é evidente e os indicadores estão sendo cada vez mais utilizados nos mais diversos segmentos. Evidencia-se, portanto, uma oportunidade de contribuir com o tema na perspectiva dos recursos hídricos, fornecendo uma proposta sistematizada como ferramenta para avaliação do desenvolvimento em função da sustentabilidade.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 A Crise Hídrica

A água é uma riqueza natural que garante a vida à humanidade na Terra. Historicamente, as comunidades se formaram perto ou nas nascentes dos rios, justamente para garantir a sua sobrevivência. Apesar de ser um recurso essencial a vida, a água só foi reconhecida como direito humano em 2010. Contudo, esse elemento natural é finito e por isso sua utilização deve ser gerida de forma sustentável (NOSCHANG; SCHELEDER, 2018; UNITED NATIONS GENERAL ASSEMBLY, 2010).

A expansão e a diversificação dos usos múltiplos da água marcaram definitivamente as últimas décadas do século XX. Produção de alimentos, hidroeletricidade, navegação, recreação, agricultura, abastecimento público são usos competitivos da água, para os quais são necessárias governança efetiva, estratégica, integrada e definição de prioridades (TUNDISI; TUNDISI, 2015).

Tundisi, Matsumura-Tundisi e Tundisi (2008), destacam que, no amplo contexto social, econômico e ambiental do século XXI, os principais problemas e processos que têm causado a “crise da água” são:

- Intensa urbanização, aumentando a demanda por água, expandindo a descarga de recursos hídricos contaminados, enquanto há uma enorme demanda por água para beber e para o desenvolvimento econômico e social;
- Estresse hídrico e escassez em muitas regiões do planeta devido a alterações na disponibilidade e aumento da demanda;
- Infraestrutura deficiente ou infraestrutura em estado crítico em muitas áreas urbanas, com perdas de água na rede de até 30% após o tratamento;
- Problemas de estresse e escassez devido a mudanças globais com eventos hidrológicos extremos aumentando a vulnerabilidade da população e comprometendo a segurança alimentar (chuvas intensas e períodos intensos de seca);
- Problemas causados pela falta de articulação e falta de ações consistentes de governabilidade dos recursos hídricos e de sustentabilidade ambiental.

De acordo com Rauber e Cruz (2013) e Lacerda e Cândido (2013), o uso da água para diversas atividades, produtivas ou não, faz dela um elemento essencial ao sistema e coloca em evidência os interesses e os conflitos gerados pela sua abundância ou escassez. Em função do alto nível de dependência que os seres humanos e demais seres vivos possuem com relação ao uso da água, é necessário encontrar formas adequadas para realizar sua gestão.

Os problemas na disponibilidade frente à demanda têm causado pelo mundo tensões pelo acesso ao escasso recurso hídrico. São razões que explicam os problemas contemporâneos de disponibilidade: a rápida urbanização, entendida como o movimento migratório das regiões rurais para as áreas urbanas caracterizadas pela alta densidade populacional, o crescimento populacional e a crescente demanda por água, seja para necessidades humanas ou desenvolvimento socioeconômico. (KHARRAZI et al., 2016; LI et al., 2015; SALIM; ANZIANI-VENTE; MADSEN, 2019).

A disponibilidade dos recursos hídricos também é relacionada de forma intrínseca à qualidade da água, uma vez que a poluição das fontes pode impedir diversos usos da água. O aumento do despejo de esgotos não tratados, combinado com o escoamento agrícola e as águas residuais tratadas de forma inadequada pela indústria, resultaram na degradação da qualidade da água em todo o mundo (UNITED NATIONS, 2018; WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME, 2017).

Se as tendências atuais persistirem, a qualidade da água continuará a piorar nas próximas décadas, especialmente em países com poucos recursos e localizados em regiões secas, aumentando ainda mais o risco para a saúde humana e os ecossistemas, contribuindo para a escassez de água e prejudicando o desenvolvimento econômico sustentável (UNITED NATIONS, 2018; WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME, 2017).

As fontes de contaminação de águas ensejam ainda em doenças de veiculação hídrica resultantes do desenvolvimento de vetores, como as larvas de mosquitos transmissores de dengue e malária, ou gastroenterites causadas por vírus, protozoários e bactérias, o complexo conjunto de substâncias orgânicas dissolvidas, como pesticidas e herbicidas, cosméticos, remédios e hormônios, podem ter efeitos diretos e indiretos na saúde humana, ainda não totalmente identificados (SALIM; ANZIANI-VENTE; MADSEN, 2019; TUNDISI et al., 2015; WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME, 2017).

À utilização inadequada dos recursos hídricos somam-se os efeitos causados pelas mudanças climáticas. Períodos de muita seca podem afetar a quantidade das águas e períodos de muita chuva podem atingir a qualidade das águas bem como provocar enchentes. Nesse sentido, todo recurso hídrico deve ser gerenciado adequadamente, por meio de políticas públicas estatais ou de atitudes da própria comunidade que o utiliza (NOSCHANG; SCHELEDER, 2018).

A crise hídrica que ocorre em muitas regiões do planeta não é limitada somente a secas prolongadas, mas também a extremos hidrológicos, intensas precipitações, que são igualmente danosas às propriedades, à saúde humana e ao funcionamento dos ecossistemas. Em suma, as crises hídricas são decorrentes de fenômenos globais (mudanças climáticas e alterações no funcionamento global do clima), ações humanas intensivas, como desmatamento, urbanização, usos do solo, construções de infraestrutura (canais, represas, rodovias), com efeitos sinérgicos que afetam milhões de pessoas (TUNDISI; TUNDISI, 2015).

Segundo Oelkers, Hering e Zhu (2011), uma das principais soluções para a crise global da água é uma melhor gestão deste valioso recurso natural. A literatura relata que, à medida que a complexidade das questões relacionadas aos recursos hídricos tem aumentado, tem havido estudos extensos para combinar o conceito de sustentabilidade com questões de gestão da água (DIAS et al., 2018; LOUCKS; STAKHIV; MARTIN, 2000; STARKL; BRUNNER, 2004).

As recentes crises hídricas em mananciais de abastecimento do Brasil, como as enfrentadas pelas regiões metropolitanas de São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, assim como pelo Distrito Federal, ampliaram a discussão sobre a segurança hídrica de áreas de concentração populacional abastecidas por sistemas complexos (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2019a).

Dentre as principais crises hídricas que ocorreram no Brasil, nos últimos anos, o Relatório Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2019a) destacou:

- A crise hídrica na bacia do Rio Doce, decorrente do desastre e desdobramentos do rompimento da barragem de rejeitos de mineração de Fundão, em Mariana/MG, no ano de 2015;
- A crise hídrica na bacia do rio Paraopeba, em Brumadinho/MG, devido ao rompimento da barragem da barragem B-1 da mina Córrego do Feijão, em 2019, que teve implicações ecológicas de dimensão mais reduzida do que o

desastre de Mariana/MG, porém resultou em um número muito maior de perdas de vidas.

- A crise hídrica no Sistema Cantareira, em 2014 e 2015, que abastece quase metade da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), a maior aglomeração populacional do Brasil, localizada em área de cabeceiras da Região Hidrográfica do Paraná, e a bacia do Rio Paraíba do Sul. Em 2018, novamente, foram observadas vazões afluentes abaixo da média no Sistema Cantareira;
- A crise hídrica na bacia do rio Pardo, em São Paulo, devido à escassez hídrica ocorrida em 2018, refletida principalmente na UHE Caconde, localizada próximo à cabeceira do rio, sendo a única usina de aproveitamento hidrelétrico desse rio que apresenta capacidade de regularização de vazões;
- A crise hídrica que impactou o armazenamento dos principais reservatórios de abastecimento do Distrito Federal, Descoberto e Santa Maria, decorrente de baixos índices de precipitação, no final de 2016. Os referidos reservatórios iniciaram 2017 com 22% e 42%, respectivamente, de volume útil. O sistema de racionamento de água adotado em 2017 contribuiu para que os reservatórios não fossem esgotados durante o período seco.

Diante da complexidade e das adversidades das condições de suprimento de água à população e às atividades econômicas, a Agência Nacional de Águas (ANA) e o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) lançaram, em 2019, o Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH) (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2019a).

O PNSH definiu as principais intervenções estruturantes de natureza estratégica e relevância regional, necessárias para garantir a oferta de água para o abastecimento humano e para o uso em atividades produtivas, a fim de melhorar a gestão dos riscos associados a eventos críticos (secas e cheias) (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2019a).

4.2 O Desenvolvimento Sustentável

A atividade humana contribui negativamente para o desenvolvimento sustentável, movendo os subsistemas da Terra para fora dos limites naturais de viabilidade. Nesse sentido, a sociedade deve mudar de rumo e tomar medidas para se afastar desse ponto crítico, caso contrário, os sistemas da Terra entrarão em colapso (GRIGGS et al., 2013).

Desde 1972, vários eventos (promovidos principalmente pela ONU), com a adição de artigos acadêmicos, começaram a lidar com vários aspectos da sustentabilidade, gerando várias marcas ao longo dos anos. Em relação à água, especificamente, uma série de iniciativas internacionais estão sendo desenvolvidas, com um crescimento contínuo (EUSTACHIO et al., 2019).

O artigo de Meadows et al. (1972), intitulado “Limites para crescer”, iniciou a discussão sobre os limites do crescimento, considerando aspectos como crescimento populacional, produção agrícola, esgotamento de recursos não renováveis, produção industrial e geração de poluição (EUSTACHIO et al., 2019).

Em 1977, houve a Conferência das Nações Unidas sobre Água (Mar del Plata) e, na década de 1980 o tema ganha maior robustez com o Relatório da “Carta Mundial da Natureza” das Nações Unidas, que considerou a importância da discussão sobre a garantia da proteção ambiental, e com o Relatório Brundtland, intitulado “Nosso Futuro Comum”, que trouxe novamente a importância da dimensão ambiental do desenvolvimento, com propostas realistas e concretas para lidar com a questão (EUSTACHIO et al., 2019; FUCCILLE; BRAGATTI; LEITE, 2017; WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 1987).

O Relatório Brundtland, publicado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), estabeleceu a definição de desenvolvimento sustentável como sendo “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades” (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991, p. 46). Essa visão está centrada no conceito de equidade intergeracional, de modo que as gerações futuras tenham pelo menos o mesmo nível de bem-estar que a geração atual (SILVA et al., 2020).

Neste relatório, entre outras constatações, chegou-se à conclusão de que era necessária uma mudança de base no enfoque do desenvolvimento, já que o planeta

e todos seus sistemas ecológicos estão sofrendo graves e irreversíveis impactos negativos (BIASI et al., 2019; COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991; SICHE et al., 2007).

Em 1992, a Conferência Internacional sobre Água e Meio Ambiente ocorrida em Dublin, com cerca de 500 participantes de governos e organizações internacionais – intergovernamentais e não-governamentais –, coloca a água como um recurso finito, vulnerável e de alto valor econômico (FUCCILLE; BRAGATTI; LEITE, 2017).

No mesmo ano, o próximo grande evento que marcou a jornada do desenvolvimento sustentável foi a Agenda 21 na Cúpula da Terra da ONU, que expressou uma visão mais completa e conectada das principais dimensões do meio ambiente e desenvolvimento sustentável (EUSTACHIO et al., 2019; UNITED NATIONS CONFERENCE ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 1992).

O Capítulo 40 da Agenda 21 – documento produzido pela Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, em 1992 – apela aos países, bem como às organizações internacionais, governamentais e não-governamentais, para desenvolverem indicadores de desenvolvimento sustentável que possam fornecer uma base sólida para a tomada de decisões em todos os níveis (LACERDA; CÂNDIDO, 2013; MARANHÃO, 2007; UNITED NATIONS, 2007; UNITED NATIONS CONFERENCE ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 1992).

Em 2002, a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável ocorreu em Johannesburgo, aprofundando os aspectos sociais e ambientais, juntamente com a discussão sobre a importância das Organizações Não-Governamentais para o desenvolvimento sustentável (UNITED NATIONS, 2002).

No ano de 2003, o que anteriormente era o subcomitê das Nações Unidas para a temática da água se torna mecanismo de coordenação para a área por meio da criação das Nações Unidas - Água. Ainda em 2003, a Assembleia Geral das Nações Unidas decidiu proclamar, por meio da Resolução A/RES/58/217, o período de 2005 a 2015 como a Década Internacional para Ação, “Água, fonte de vida”, iniciando-se no Dia Mundial da Água, em 22 de março de 2005, na qual uma série de estudos e ações foram firmados para tratar a temática com maior propriedade e efetividade (FUCCILLE; BRAGATTI; LEITE, 2017; UNITED NATIONS GENERAL ASSEMBLY, 2003).

Nesse contexto, em 2012, a Rio+20 foi um marco importante que reafirmou o compromisso com os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, que foram os precursores dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável formados em setembro de 2015 (UNITED NATIONS GENERAL ASSEMBLY, 2012; 2015; EUSTACHIO et al., 2019).

Ainda neste contexto histórico, em 2018, as Nações Unidas lançaram uma década de ação pela água – a Década Internacional para a Ação: Água para o Desenvolvimento Sustentável (2018-2028) – com o objetivo de promover novas parcerias, melhorar a cooperação e fortalecer a capacidade de implementar a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (UNITED NATIONS GENERAL ASSEMBLY, 2016).

Ante ao exposto, os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas foram propostos como uma bússola importante para os sistemas sociais, econômicos e ecológicos, buscando o bem-estar da humanidade (EUSTACHIO et al., 2019; UNITED NATIONS GENERAL ASSEMBLY, 2015).

O reconhecimento da importância da água para o desenvolvimento sustentável resultou no Objetivo 6 (ODS 6), “assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos” e suas oito metas, que vão desde o acesso à água potável e saneamento até a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2019c; UNITED NATIONS GENERAL ASSEMBLY, 2015).

As metas correspondentes ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº 6 (ODS 6), adaptadas a realidade brasileira são (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, 2019):

- Meta 6.1: Até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo à água para consumo humano, segura e acessível para todas e todos;
- Meta 6.2: Até 2030, alcançar o acesso a saneamento e higiene adequados e equitativos para todos, e acabar com a defecação a céu aberto, com especial atenção para as necessidades das mulheres e meninas e daqueles em situação de vulnerabilidade;
- Meta 6.3: Até 2030, melhorar a qualidade da água nos corpos hídricos, reduzindo a poluição, eliminando despejos e minimizando o lançamento de materiais e substâncias perigosas, reduzindo pela metade a proporção do

lançamento de efluentes não tratados e aumentando substancialmente o reciclo e reuso seguro localmente;

- Meta 6.4: Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores, assegurando retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez;
- Meta 6.5: Até 2030, implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis de governo, inclusive via cooperação transfronteiriça;
- Meta 6.6: Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos, reduzindo os impactos da ação humana;
- Meta 6.a: Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio ao desenvolvimento de capacidades para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e ao saneamento, incluindo, entre outros, a gestão de recursos hídricos, a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso;
- Meta 6.b: Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, priorizando o controle social para melhorar a gestão da água e do saneamento.

Cabe destacar que, embora a água seja o centro de apenas um dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, ela se relaciona direta e indiretamente com o alcance de outros objetivos. Contudo, o Relatório de Síntese do ODS 6 demonstrou claramente que, se o atual ritmo de progresso permanecer inalterado, o mundo não alcançará o ODS 6 até 2030 (GRIGG, 2019; UNITED NATIONS, 2018).

O setor de água está lutando para melhorar a gestão dos recursos hídricos e aumentar a cobertura e a qualidade dos serviços de água e saneamento. Alguns dos muitos desafios são ações práticas que fornecem o lado "visível" da água, como a instalação de torneiras e banheiros, a construção de reservatórios, a perfuração de poços e o tratamento e reutilização de águas residuais (UNITED NATIONS, 2018).

No entanto, algumas ações são muito menos visíveis. Eles são muito mais desafiadores e altamente complexos e, no entanto, sustentam o lado visível da água.

Elas incluem a necessidade de uma boa governança da água, que é crucial para implementar a gestão integrada de recursos hídricos, resolver os desafios de compartilhar a água e os benefícios que ela oferece e enfrentar a questão da desigualdade (UNITED NATIONS, 2018).

A boa governança da água fornece regras, práticas e processos políticos, institucionais e administrativos para a tomada de decisões e sua implementação. Os governos são responsáveis por muitas funções de governança, como formular políticas, desenvolver estruturas legais, planejamento, coordenação, financiamento, desenvolvimento de capacidade, aquisição e monitoramento de dados e regulamentação (SALIM; ANZIANI-VENTE; MADSEN, 2019; UNITED NATIONS, 2018).

Contudo, cada vez mais, a governança está indo além do governo e levando em consideração a cooperação com outras partes interessadas. A boa governança da água compreende muitos elementos, mas inclui principalmente: instituições estatais eficazes, responsivas e responsáveis que respondem à mudança; abertura e transparência, fornecendo informações às partes interessadas; e dar aos cidadãos e comunidades a palavra e o papel na tomada de decisões (SALIM; ANZIANI-VENTE; MADSEN, 2019; UNITED NATIONS, 2018).

A sustentabilidade da água doce se destaca como o desafio mais importante do desenvolvimento sustentável, porque lida com o recurso mais precioso e finito do nosso planeta (SALIM; ANZIANI-VENTE; MADSEN, 2019).

É, por isso, que os manuseios de recursos hídricos devem ocorrer no pleno significado etimológico do termo sustentabilidade que vem do latim *sustentare*, que significa manter, suportar, conservar em bom estado, ou seja, estar correlacionada às possibilidades dos múltiplos usos da água na bacia hidrográfica, garantindo sua disponibilidade e demanda hídrica a curto e longo prazo (DIAS et al., 2018; QUEIROZ; OLIVEIRA, 2013; SICHE et al., 2007).

A sustentabilidade é, portanto, um conceito complexo que possui diferentes abordagens, mas em todas está intrínseco o conceito de equilíbrio visando o bem-estar da humanidade e a conservação do meio ambiente (SICHE et al., 2007).

São muitos os fatores que impactam o desenvolvimento sustentável. Entre eles merecem destaque aqueles relacionados a fatores sociais, econômicos e ambientais. Normalmente, esses fatores são tratados separadamente, em uma análise segmentada do problema e, por consequência, da realidade. Com a finalidade

de relacionar os fatores ambientais, socioeconômicos e político-institucionais de forma integrada e dinâmica, são utilizados os indicadores de sustentabilidade (COUTO, 2007; ISAIAS, 2008; LIRA, 2008).

4.3 A Gestão de Recursos Hídricos

De acordo com o saber histórico, técnico e científico da humanidade, a gestão dos recursos hídricos surgiu da necessidade de resolver os conflitos, que exigiam água em abundância e de melhor qualidade (BARROS; PAIVA; CISNEIROS, 2019).

A fim de encontrar soluções eficazes e duradouras para os problemas relacionados com os recursos hídricos, é necessário um novo paradigma de gestão e governança da água. Este novo paradigma é materializado no conceito de Gestão Integrada dos Recursos Hídricos (GIRH), que foi definida pela Global Water Partnership (2000) como um processo que promove a gestão e desenvolvimento coordenado de água, da terra e dos recursos relacionados, a fim de maximizar o bem-estar social e econômico de modo equitativo, sem comprometer a sustentabilidade dos ecossistemas vitais.

O tema relacionado à gestão dos recursos hídricos vem ganhando cada vez mais relevância no cenário nacional e internacional, devido à importância do manejo sustentável da água para o bem-estar das populações e para o desenvolvimento dos países. A solução para todos esses problemas está centrada na criação de dispositivos legais, desenvolvimento de sistemas adequados de gestão, de procura permanente de inovações tecnológicas e na adoção de medidas estruturais e não-estruturais para a gestão integrada e preditiva das águas (TUNDISI, 2006).

O Brasil tem uma posição privilegiada no mundo em relação à disponibilidade de recursos hídricos. De toda a água doce superficial existente na Terra, o Brasil possui 12%. Apesar da grande disponibilidade hídrica existente no Brasil, ela não se dá de forma homogênea nas diferentes regiões do país. Existe uma grande variabilidade temporal e espacial desta disponibilidade, que gera situações de abundância e de convivência com graves cenários de escassez (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2019b).

A demanda por uso da água no Brasil é crescente, com aumento de aproximadamente 80% no total retirado de água nas últimas duas décadas. A previsão é de que, até 2030, a retirada aumente 24% (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2019b).

A cultura da abundância hídrica tem sido progressivamente substituída pela ideia da água como bem finito e dotado de valor econômico, tornando as análises do balanço entre usos e oferta hídrica cada vez mais importantes, ao revelar regiões de déficits de acesso à água e risco aos setores produtivos (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2019b).

No Brasil, a Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), tendo entre seus objetivos assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos. Além disso, estabeleceu que a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas e, em situações de escassez, o uso prioritário destas para o consumo humano e a dessedentação de animais (BRASIL, 1997).

A Lei 9.433/1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, criou também o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), que tem como papel principal realizar a gestão dos usos da água de forma descentralizada, integrada e participativa, tendo como unidade de planejamento territorial a bacia hidrográfica (BRASIL, 1997).

Diante disso, os principais objetivos do SINGREH são: 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).

No que diz respeito à prática na gestão e governança da água, o Brasil convive com dificuldades para garantir os usos sustentáveis em suas diversas regiões geográficas, mesmo contando com um conjunto de leis e políticas públicas consideradas avançadas no plano internacional (ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 2015).

Apesar de estar entre os quatro países com as maiores concentrações de água doce no mundo, o Brasil sofre com desequilíbrios regionais entre disponibilidade e consumo da água. Diferentes estágios de implementação dos instrumentos de gestão previstos na PNRH e nas políticas de desenvolvimento urbano e regional

agravam a situação, muitas vezes por falta de cumprimento da legislação (INSTITUIÇÃO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, 2019).

4.3.1 A Gestão de Recursos Hídricos no Paraná

Assim como a Política Nacional, a Política Estadual de Recursos Hídricos do Paraná (PERH/PR) – Lei Estadual nº 12.726/1999 – estabelece a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, fixando como princípios os usos múltiplos, o reconhecimento da água como um bem finito e vulnerável, o reconhecimento do valor econômico da água e o da gestão descentralizada e participativa (PARANÁ, 1999).

A Lei supracitada apresenta como objetivos assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável e; a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrente do uso inadequado dos recursos naturais (PARANÁ, 1999).

A Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH/PR) criou o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH/PR), que se estrutura pela articulação integrada de distintos organismos institucionais com modelos específicos de atuação, sendo eles: o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH/PR), como órgão colegiado deliberativo e normativo central; a antiga Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA/PR), atual Secretaria do Desenvolvimento Sustentável e do Turismo (SEDEST), como órgão coordenador central; o antigo Instituto das Águas do Paraná, atual Instituto Água e Terra, como órgão executivo gestor; os Comitês de Bacia Hidrográfica, como órgãos regionais e setoriais deliberativos e normativos de bacia hidrográfica do Estado; e as Gerências de Bacia Hidrográfica, como unidades de apoio técnico e administrativo aos Comitês de Bacia Hidrográfica (PARANÁ, 2009b).

Assim, cabe aos órgãos componentes do SEGRH/PR assegurar o cumprimento do disposto na PNRH, expressa em âmbito estadual pela PERH/PR e seus instrumentos, que são norteados especialmente a partir do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PLERH/PR), aprovado pela Resolução CERH/PR nº 61/2009 (PARANÁ, 2009a).

A Política Estadual dispõe ainda sobre os instrumentos para gestão: o Plano Estadual de Recursos Hídricos; o Plano de Bacia Hidrográfica; o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; a cobrança pelo direito de uso de recursos hídricos; e o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos (PARANÁ, 1999).

O instrumento básico na determinação da política e da gestão dos recursos hídricos no Estado do Paraná é o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Paraná – PLERH/PR. Aprovado pela Resolução nº 61, de 9 de dezembro de 2009, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Paraná – CERH/PR (PARANÁ, 2009a).

O PLERH/PR é um dos instrumentos da PERH/PR que têm como objetivo atuar na política e gestão da água, sendo um plano estratégico com as linhas essenciais para o aproveitamento e a proteção dos recursos hídricos do Estado (ESTEVES, 2018).

Considerando que a gestão das águas é necessária e indispensável para alcance do desenvolvimento sustentável, as ações de governo necessitam priorizar a gestão integrada por bacia hidrográfica de maneira que políticas públicas sejam fortalecidas e consistentes (PARANÁ, 2006).

De acordo com a Resolução SEMA/PR nº 024/2006 (PARANÁ, 2006), a bacia hidrográfica é uma importante unidade físico-territorial que pode contribuir com o processo de evolução e aperfeiçoamento da gestão ambiental e dos recursos hídricos paranaenses.

A relação causa-efeito que ocorre nas bacias hidrográficas, com reflexos na qualidade e quantidade de suas águas, induz que esta unidade pode auxiliar significativamente na melhoria progressiva dos processos de gestão dos recursos hídricos (PARANÁ, 2006).

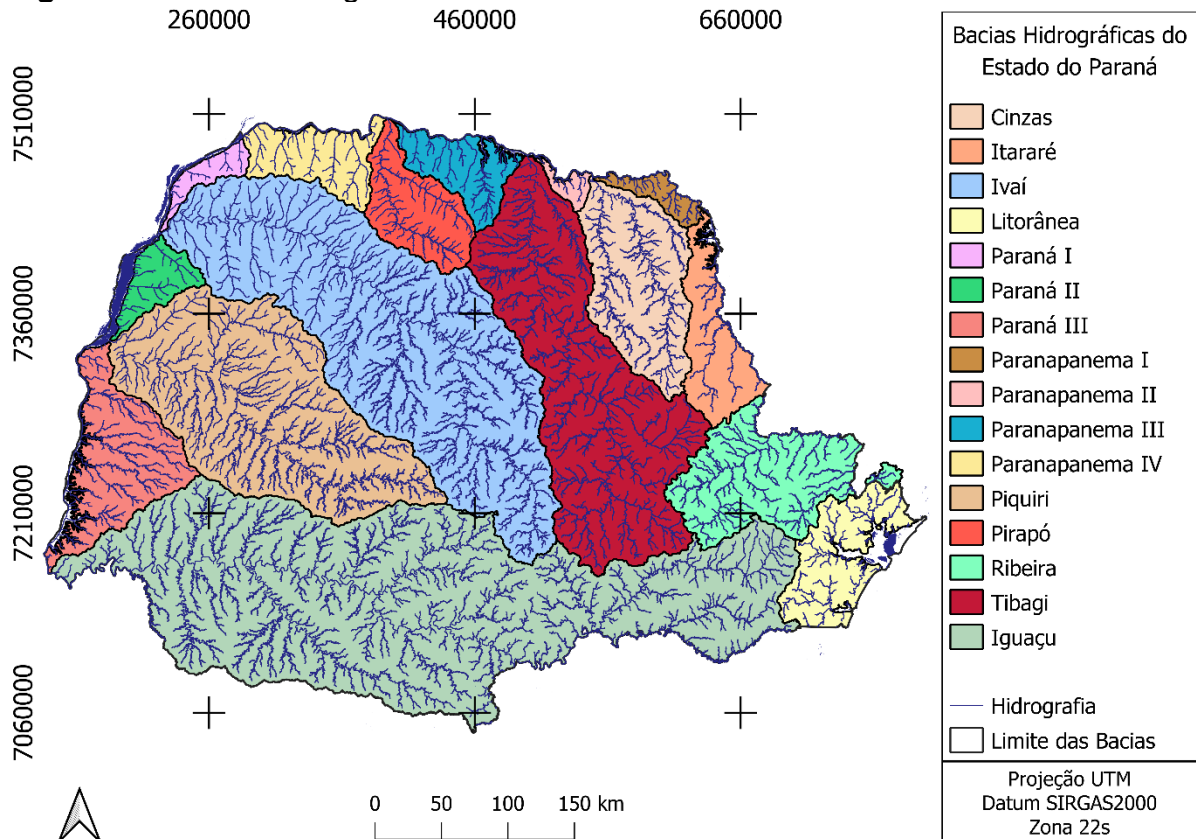
Diante disso, a implementação de ações gerenciais utilizando as bacias hidrográficas como unidade de gestão, necessita da permanente difusão de informações sistematizadas por bacias, para a construção de indicadores socioambientais (PARANÁ, 2006).

Com esse enfoque, a Resolução SEMA/PR nº 024/2006 dividiu o estado em 16 bacias hidrográficas, a saber: Bacia Litorânea, Bacia do Ribeira, Bacia do Cinzas, Bacia do Iguaçu, Bacias do Paraná 1, 2 e 3, Bacia do Tibagi, Bacia do Ivaí, Bacia do

Piquiri, Bacia do Pirapó, Bacia do Itararé, Bacias do Paranapanema 1, 2, 3 e 4 (Figura 1).

Considerando a gestão dos recursos hídricos, juntamente com os critérios fisiográficos, as características socioeconômicas e de uso e ocupação do solo, as bacias hidrográficas foram subdivididas e/ou agrupadas em 12 Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos, de acordo com a Resolução CERH/PR nº 49/2006 (PARANÁ, 2007), sendo elas: Litorânea, Alto Iguaçu/Ribeira, Médio Iguaçu, Baixo Iguaçu, Itararé/Cinzas/Paranapanema I e II, Alto Tibagi, Baixo Tibagi, Pirapó/Paranapanema III e IV, Alto Ivaí, Baixo Ivaí/Paraná I, Piquiri/Paraná II, Paraná III (Figura 2).

Figura 1 - Bacias Hidrográficas do Estado do Paraná



Fonte: Autoria própria.

Base cartográfica: Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (2007); Instituto das Águas (2011).

O propósito da regionalização é estabelecer a área de atuação da gestão de Recursos Hídricos, considerando os pressupostos legais e os aspectos intervenientes na disponibilidade e na qualidade da água (PARANÁ, 2010b).

A gestão de recursos hídricos, portanto, requer uma relação de interdependência com a avaliação da sustentabilidade, uma vez que propõe uma série de indicativos à adoção das atividades do planejamento e gerenciamento dos recursos naturais. Como é o caso da construção de indicadores para uma avaliação da sustentabilidade de determinada região (CAMPOS; RIBEIRO; VIEIRA, 2014; LACERDA; CÂNDIDO, 2013; VAN BELLEN, 2006).

Figura 2 - Unidades Hidrográficas de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (UHGRHs) do Paraná



Fonte: Autoria própria.

Base cartográfica: Instituto das Águas do Paraná (2011); Paraná (2007).

No contexto da gestão estadual, o CERH/PR instituiu a elaboração periódica do Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Paraná, através da Resolução CERH n° 1 de 2019, visando a elaboração de um documento de referência para o acompanhamento sistemático e periódico da situação dos recursos hídricos e sua gestão, bem como para avaliação do grau de implementação do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PARANÁ, 2019).

Os Relatórios terão periodicidade de quatro anos, sendo que no intervalo de suas edições serão publicados informes, com objetivo de atualizar as informações,

identificando as principais alterações relacionadas à situação e à gestão dos recursos hídricos ocorridas no ano precedente (INSTITUTO ÁGUA E TERRA, 2020b; PARANÁ, 2019).

Neste contexto, foi lançado em 2020 o Relatório Conjuntura dos Recursos Hídricos no Paraná, tendo como objetivo fornecer um panorama da situação dos recursos hídricos no Estado, além de uma análise crítica de situações voltadas ao aperfeiçoamento da gestão (INSTITUTO ÁGUA E TERRA, 2020b).

4.4 Os Indicadores de Sustentabilidade

Junto aos principais marcos responsáveis pela construção do conhecimento sobre desenvolvimento sustentável, deu-se início, paralelamente, às discussões sobre o emprego de indicadores. Segundo Eustachio, et al. (2019), desde o artigo “Limites para crescer” (MEADOWS et al., 1972) até o Relatório Brundland (WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 1987), havia um consenso de que informações e indicadores quantitativos teriam um papel importante no desenvolvimento sustentável, mas a discussão era apenas inicial.

Após a Cúpula da Terra de 1992, iniciou-se o debate sobre a importância de selecionar indicadores que pudessem mostrar se o desenvolvimento do mundo estava melhorando, em termos de sustentabilidade. Seguindo essa tendência, o ambiente acadêmico passou a produzir trabalhos discutindo e propondo outros indicadores, variáveis e marcos que pudessem ajudar a medir o desenvolvimento sustentável. Além disso, a ONU começou a formalizar os indicadores que eventualmente se tornaram os 17 objetivos e 169 metas incorporadas a Agenda 2030 (EUSTACHIO et al., 2019; UNITED NATIONS GENERAL ASSEMBLY, 2015).

O modelo Pressão-Estado-Resposta (PER) foi um dos marcos da análise de estatísticas e indicadores da área ambiental e do desenvolvimento sustentável. Este modelo foi adotado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), baseado no conceito de causalidade, segundo o qual as atividades humanas exercem pressão sobre o ambiente, alterando a qualidade e a quantidade dos elementos naturais, ou seja, alterando o seu estado, já a sociedade responde a essas mudanças mediante políticas ambientais, econômicas ou setoriais

(CARVALHO; BARCELLOS, 2010; ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT, 1993).

Em 1995, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) aprimorou o modelo PER, acrescentando o elemento Impacto (que reflete os efeitos do estado do meio ambiente) e formulando o modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR). Esse modelo objetiva retratar, de maneira simplificada, as pressões que as atividades humanas exercem sobre o meio ambiente, como estas alteram a qualidade dos recursos naturais, os impactos causados e a reação da sociedade frente a tais alterações (FERREIRA; LIRA; CÂNDIDO, 2010).

A metodologia PEIR objetiva entender quatro aspectos (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE, 2002):

- As Pressões que as atividades humanas impõem sobre o meio ambiente por meio de suas atividades e processos;
- O Estado em que se encontra o meio ambiente, mostrando a condição atual em termo de qualidade ambiental e os aspectos quantitativos e qualitativos dos recursos naturais;
- Os Impactos causados pela atividade humana e suas consequências ou condição de saúde e bem-estar da população, economia, ecossistemas
- A Resposta da sociedade às ações adotadas para mitigar, adaptar, prevenir, deter ou reverter impactos negativos sobre o meio ambiente, produzidos pelas atividades humanas.

Além da necessidade de medir o desenvolvimento de uma perspectiva multidimensional, a formulação de indicadores deve considerar ainda: rigor científico, concisão, facilidade de comunicação, objetivos, aplicabilidade, entre outros critérios. De mesmo modo, é necessário controlar e monitorar os indicadores por meio de avaliação em vários níveis, das escalas mais alta às menores, do global ao local (BURFORD; TAMÁS; HARDER, 2016; HÁK; JANOUŠKOVÁ; MOLDAN, 2016; MONONEN et al., 2015).

Consequentemente, a literatura discute constantemente outros aspectos importantes de indicadores de sustentabilidade, além de níveis de escala, questões de aprendizado e adaptação, governança e processos de tomada de decisão. O processo de comunicação referente à implementação e adoção de um determinado indicador pode ser crucial para buscar a sustentabilidade, já que estes podem tornar

um problema visível, sensibilizando os tomadores de decisão e o público, expandindo a base para a tomada de decisões (EUSTACHIO et al., 2019; JANOUŠKOVÁ; HÁK; MOLDAN, 2018).

O termo indicador é originado do latim *indicare*, que significa descobrir, apontar, anunciar, estimar e possui a função de quantificar informações de conceitos teóricos para a melhoria dos processos de comunicação, tornando mais clara e objetiva na formação de políticas públicas e/ou planos de ação para a tomada de decisões (BARROS; SILVA, 2012; SICHE et al., 2007; VAN BELLEN, 2006).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015a), um dos desafios na construção do desenvolvimento sustentável é o de criar instrumentos de mensuração, tais como indicadores de desenvolvimento. Esses indicadores são conceituados como:

ferramentas constituídas por uma ou mais variáveis que, associadas através de diversas formas, revelam significados mais amplos sobre os fenômenos a que se referem. Os indicadores de desenvolvimento sustentável são instrumentos essenciais para guiar a ação e subsidiar o acompanhamento e a avaliação do progresso alcançado rumo ao desenvolvimento sustentável. Devem ser vistos como um meio para se atingir o desenvolvimento sustentável e não como um fim em si mesmos. Valem mais pelo o que apontam que pelo seu valor absoluto e são mais úteis quando analisados em seu conjunto que o exame individual de cada indicador. (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2015a, p. 11-12).

Até o momento, nenhuma análise abrangente sobre o número preciso de indicadores relacionados ao desenvolvimento sustentável, meio ambiente ou recursos hídricos foi encontrada; no entanto, há diversos estudos desenvolvendo essas métricas (HÁK; KOVANDA; WEINZETTEL, 2012). O Programa das Nações Unidas para a Avaliação da Água no Mundo observa que uma gama incrivelmente extensa de indicadores foi desenvolvida ou é proposta para monitorar o estado, o uso e o gerenciamento dos recursos hídricos, para uma ampla variedade de propósitos (WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME, 2012).

Portanto, os indicadores exercem função importante na geração de dados para a avaliação da sustentabilidade, descrevendo a dinâmica dos problemas existentes na área de interesse, indicando a direção, a prioridade das mudanças e transformando dados em informações relevantes para a construção de estratégias políticas e de planejamento que contribuam com um desenvolvimento sustentável (KEMERICH et al., 2013).

As informações obtidas por meio de indicadores deverão subsidiar as etapas de planejamento, implantação e acompanhamento das políticas de gestão ambiental voltadas ao uso racional dos recursos naturais e ao ordenamento das intervenções no meio ambiente. Portanto, a principal função dos indicadores de sustentabilidade é apoiar e otimizar o processo de tomada de decisão nos seus diferentes níveis mediante definição de políticas, objetivos e prioridades (COUTO, 2007).

Essa necessidade de desenvolver indicadores baseados na comunicação baseia-se na ideia de que eles devem se comunicar com eficiência, levando em consideração as três esferas: ciência, política e prática – fazendo conexões entre formuladores de políticas e cientistas, formuladores de políticas e sociedade civil, cientistas e sociedade civil –, para estabelecer um entendimento comum dos problemas reais de sustentabilidade enfrentados por um país ou em qualquer outro nível de escala (JANOUSHKOVÁ; HÁK; MOLDAN, 2018).

A partir da utilização dos indicadores de sustentabilidade, é possível sintetizar, matematicamente, uma série de informações quantitativas e semi-quantitativas, associadas à sustentabilidade do desenvolvimento. Cada indicador, ao final, gerará um valor numérico, que será o resultado de operações matemáticas com as informações que utiliza, e que, quando comparado a uma escala padrão, avaliará a sustentabilidade (KRONEMBERGER et al., 2008).

Observa-se que um dos maiores desafios enfrentados na quantificação ou qualificação da sustentabilidade consiste na elaboração de metodologias que permitam avaliar a sustentabilidade de realidades locais ou regionais, posto que existem diferentes características e peculiaridades inerentes aos aspectos sociais, econômicos, ambientais, culturais e institucionais. Na literatura existe uma grande variedade de métodos, modelos e parâmetros para inferir o desempenho do desenvolvimento dito sustentável (KEMERICH; RITTER; BORBA, 2014; LIRA, 2008; VIEIRA; STUDART, 2009).

Turnes (2004) enumera algumas vantagens e limitações da aplicação de indicadores, sendo que, entre as vantagens, destaca-se a avaliação dos níveis de desenvolvimento sustentável, capacidade de sintetizar a informação de caráter técnico/científico, facilidade de transmissão da informação, uso como instrumento de apoio à decisão e aos processos de gestão ambiental, possibilidade de identificação de tendências e comparação com padrões ou metas pré-definidas.

Entre as limitações evidenciadas por Turnes (2004), inclui-se a inexistência de informações básicas, dificuldade na definição de expressões matemáticas que melhor traduzam os parâmetros selecionados, perda de informações nos processos de agregação dos dados, diferentes critérios na definição dos limites de variação do indicador em relação às imposições estabelecidas, ausência de critérios robustos para seleção de alguns indicadores, limites humanos, financeiros e de tempo, além da dificuldade de aplicação em certas áreas.

Contudo, Gomes et al. (2000) destacam que os indicadores apresentam várias aplicações, tais como: avaliação de recursos e suporte de decisões, auxiliando gestores na atribuição de fundos, alocação de recursos naturais e determinação de prioridades; classificação e comparação de condições em diferentes locais ou áreas geográficas; análise de séries de dados para detectar tendências no tempo e no espaço; informação ao público sobre os processos de desenvolvimento sustentável; aplicações em desenvolvimentos científicos servindo de alerta para a necessidade de investigação científica mais detalhada.

De acordo com as Nações Unidas, indicadores executam muitas funções, entre elas, auxiliar no processo de decisão e formulação de ações mais eficazes, simplificando, esclarecendo e disponibilizando informações agregadas aos formuladores das políticas públicas; podem ajudar a medir e calibrar progressos em direção a metas de desenvolvimento sustentável; podem fornecer um alerta antecipado para evitar contratempos econômicos, sociais e ambientais; e também são ferramentas úteis para comunicar idéias, pensamentos e valores (UNITED NATIONS, 2007).

Dessa forma é possível também identificar as medidas tomadas até o momento da avaliação e incrementá-las e/ou modificá-las, tornando-as mais eficientes, podendo estas serem direcionadas para as áreas onde realmente se fazem necessárias, demonstrando assim a importância de tais instrumentos no gerenciamento ambiental (KEMERICH et al., 2013).

No caso da gestão dos recursos hídricos, os indicadores são medidas das condições em que se encontram os recursos hídricos de uma determinada bacia ou unidade geopolítica e o estado da gestão dos mesmos, bem como das transformações experimentadas, tanto por esses recursos quanto pela sua gestão, e das relações que guardam com o desenvolvimento sustentável (MARANHÃO, 2007).

Uma visão integrada da água é essencial, pois pode agregar aspectos sociais, econômicos, ambientais e institucionais a todos os processos de gestão, contribuindo para entender a evolução do sistema hídrico e suas influências, ou seja, a obtenção de uma gestão sustentável dos recursos hídricos (JUWANA; PERERA; MUTTIL, 2010; SUN et al., 2016). Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, a água é o exemplo perfeito de um desafio de desenvolvimento sustentável - englobando as dimensões ambiental, econômica e social (ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT, 2003).

Logo, os indicadores de sustentabilidade tornaram-se ferramentas relevantes para o planejamento integrado e gestão de recursos hídricos sob a ótica do desenvolvimento sustentável, através de sua aplicação em escala geográfica natural: as bacias hidrográficas (CAMPOS; VIEIRA; RIBEIRO, 2014; LACERDA; CÂNDIDO, 2013).

Nesse contexto, os indicadores são poderosas ferramentas de tomada de decisão e a adoção destes para avaliar e monitorar o progresso em direção ao desenvolvimento sustentável é fortemente recomendada por cientistas (BOLCÁROVÁ; KOLOŠTA, 2015; CORNESCU E ADAM, 2014; MOLDAN; JANOUSHKOVÁ; HÁK, 2012), desenvolvedores de políticas (UNITED NATIONS, 2007), instituições internacionais (ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT, 2014), governos (OBSERVATORIO DE LA SOSTENIBILIDAD EN ESPAÑA, 2008), setor empresarial (VERFAILLIE; BIDWELL, 2000) e organizações não-governamentais (WORLD WIDE FUND FOR NATURE, 2010).

Essa ligação entre indicador e tomada de decisão se manifesta de diversas maneiras. Eles possibilitam a transposição de um conhecimento científico de natureza física ou social para unidades de informação gerenciáveis e que facilitam as decisões; ajudam a medir e calibrar a progressão feita, dando meios de avaliar o quanto já foi conseguido e os eventuais desvios (MARANHÃO, 2007).

Várias são as definições e muitos são os sistemas de indicadores de sustentabilidade que vêm sendo utilizados e desenvolvidos no Brasil e no mundo, contudo, como recorte deste estudo, optou-se pela construção de indicadores de sustentabilidade na perspectiva dos recursos hídricos.

No Brasil, vários autores utilizaram indicadores para analisar e propor sugestões para viabilizar o manejo hídrico de forma integrada e sustentável em bacias

hidrográficas (BARROS; SILVA, 2012; CAMPOS; RIBEIRO; VIEIRA, 2014; ISAIAS, 2008; KEMERICH et al., 2013; LACERDA; CÂNDIDO, 2013; MARANHÃO, 2007; VIEIRA; STUDART, 2009), fato que também ocorre em vários países, segundo estudos realizados por Dias et al. (2018), Juwana, Perera e Muttill (2010), Loucks, Stakhiv e Martin (2000), Pires et al. (2016), Sun et al. (2016) e United Nations (2007).

Atualmente, a sociedade está buscando um debate mais amplo sobre o desenvolvimento sustentável em termos de uso racional e valorização dos recursos hídricos. Portanto, discutir aspectos relacionados ao manejo hídrico em bacias hidrográficas, utilizando indicadores, de forma a possibilitar uma gestão hídrica mais integrada e sustentável, traz contribuições relevantes para o cenário atual (DIAS et al., 2018).

5 MATERIAL E MÉTODOS

O objetivo geral que orienta esta pesquisa consiste em propor uma metodologia de uso de indicadores de sustentabilidade hídrica como subsídio para a gestão de recursos hídricos em bacias hidrográficas.

A construção da proposta metodológica partiu do levantamento bibliográfico, de caráter técnico e científico, sobre os conceitos relacionados ao desenvolvimento sustentável, indicadores de sustentabilidade hídrica, gestão de recursos hídricos e importância da gestão de bacia hidrográficas, a fim de identificar os aspectos relevantes a serem considerados sobre o tema.

5.1 Elaboração da Proposta Metodológica

Para elaboração da proposta metodológica, foi realizada uma avaliação dos objetivos e metas a serem alcançadas para efetiva implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, bem como, dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.

Na sequência, foram identificados os possíveis interessados na aplicação de indicadores de desenvolvimento sustentável, para então prosseguir à definição dos tipos de indicadores. Para tanto, o estudo considerou como a ferramenta proposta poderá auxiliar no processo de tomada de decisão pelos integrantes do SINGREH, rumo ao desenvolvimento sustentável.

Neste contexto, definiu-se como princípios norteadores que a proposta fosse de fácil aplicação, de baixo custo, que apresentasse contribuições para atingir o ODS 6 da Agenda 2030 e retornasse resultados capazes de subsidiar a gestão de recursos hídricos em bacias hidrográficas.

Diante disso, utilizou-se como premissa as dimensões propostas por Campos, Ribeiros e Vieira (2014), adotando-se ainda a base de indicadores do referido estudo, adaptado de Vieira e Gondim Filho (2006). Contudo, novos indicadores foram agregados, bem como, foram propostos novos procedimentos metodológicos para obtenção, avaliação e aplicação destes. A partir da definição das dimensões que abrigariam os indicadores, foram definidos os critérios de seleção desejados.

Os seguintes critérios foram considerados para definição dos indicadores: relevância – capacidade de traduzir o fenômeno; adesão a escala de aplicação – capacidade de capturar o fenômeno produzido ou que pode ser transformado para a escala de aplicação; disponibilidade – cobertura e pontualidade dos dados; e capacidade de permitir comparações no tempo – periodicidade de produção (CAMPOS, RIBEIRO; VIEIRA, 2014; DIAS et al., 2018).

As dimensões e indicadores utilizados como base – Campos, Ribeiro e Vieira (2014) e Vieira e Gondim Filho (2006) – foram avaliados quanto a pertinência para compor a metodologia, analisando se atendiam aos critérios e princípios pré-determinados, sendo adaptados ou excluídos do presente estudo.

A definição dos indicadores, bem como a sua forma de integração buscou refletir as diferentes dimensões envolvidas na questão do desenvolvimento e da sustentabilidade hídrica. Para tanto, buscou-se considerar as recomendações presentes na Agenda 21 das Nações Unidas, bem como adotar indicadores que abrangem o modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta, da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).

Por conseguinte, foi realizado levantamento do estado da arte referente a indicadores já existentes e que corroboram com os princípios delineados para estruturação da proposta metodológica, agrupando-os nas dimensões previamente definidas.

Durante a seleção e definição dos indicadores, foram avaliadas, sempre que possível, a relação dos mesmos com o alcance das metas correspondentes ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº 6 (ODS 6) – assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos –, adaptadas a realidade brasileira (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, 2019; UNITED NATIONS, 2015).

Após a seleção dos indicadores que compõem as dimensões foram definidos os graus de importância e a atribuição de pesos para cada indicador, bem como, as escalas de classificação dos resultados de cada dimensão.

Assim, considera-se que através da aplicação da presente proposta metodológica é possível identificar os graus de sustentabilidade de bacias hidrográficas, de acordo com a dimensão de análise desejada.

5.2 Aplicação da Proposta Metodológica

A fim de verificar se o método é reprodutível, flexível, adequado ao que se propõe e capaz de oferecer resposta à sociedade e/ou aos gestores de recursos hídricos sobre uma área de estudo, aplicou-se a proposta metodológica em três unidades hidrográficas de gestão dos recursos hídricos no estado do Paraná.

Foram analisados os métodos utilizados em trabalhos anteriores e as bases de dados existentes, a fim de incorporar os procedimentos e aspectos considerados relevantes para o tema, propondo avanços consequentes da disponibilidade de novas bases de dados e de progressos técnico-científicos para o processamento de informações. Portanto, trata-se de um processo de otimização de metodologias e indicadores já construídos, incorporando a estes novos componentes teóricos e técnicos.

Para o estudo de caso, selecionou-se as unidades hidrográficas de gestão dos recursos hídricos do Baixo Ivaí, Alto Ivaí e Alto Iguaçu. A escolha das unidades hidrográficas pretende refletir a realidade de três regiões do estado do Paraná: a noroeste o Baixo Ivaí; no centro o Alto Ivaí; e no sudeste o Alto Iguaçu.

A aplicação da proposta, envolveu a coleta, organização e tratamento de dados e informações provenientes de diversas fontes, sendo organizados em planilhas eletrônicas, no formato “.xml” ou “.csv”. Foram utilizados dados públicos¹, disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, Órgão Gestores Estaduais, Plano Estadual de Recursos Hídricos e Planos de Bacia – quando existentes.

O ano de referência de 2017 foi definido para o presente estudo considerando que este foi o período mais recente com disponibilidade de informações para todos os parâmetros e dados compreendidos na proposta metodológica.

¹ Pensando na sustentabilidade econômica da pesquisa, foram utilizados dados públicos, os quais já oneraram o estado com sua produção, além de considerar que sejam de fácil aquisição e periodicamente atualizados ou revisados, a fim de permitir uma comparação ao longo do tempo. Embora se trate de informação pública, os dados nem sempre são divulgados de forma compreensível para a sociedade, assim, seu tratamento e agregação podem transformá-los em informações relevantes e de fácil interpretação para a construção de estratégias políticas e de planejamento, que contribuam com um desenvolvimento sustentável.

Foi realizada a caracterização ambiental das áreas de estudo, de forma sintetizada, a partir de elementos já conhecidos, ou seja, subsidiado por dados obtidos em fontes secundárias.

A caracterização ambiental foi dividida nos seguintes componentes síntese, constituídos pelos seguintes elementos: caracterização física das áreas de estudo e suas variáveis principais; características hidrológicas e climáticas; principais usos da água, formações geológicas e geomorfológicas, unidades de conservação e demais áreas protegidas existentes, demografia e principais atividades econômicas desenvolvidas nas respectivas áreas.

Para os levantamentos, foram identificadas as informações ambientais previamente existentes, produzidas por órgãos oficiais, assim como, foram aproveitados dados existentes de outros estudos realizados anteriormente nas unidades hidrográficas selecionadas.

Os resultados foram representados em mapas temáticos, gerados a partir de técnicas de geoprocessamento, com o auxílio de Sistema de Informação Geográfica, especificamente o *software* QGIS 3.4 (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2017). O referido programa foi escolhido em função da diversidade de ferramentas disponíveis, bem como, por sua licença de uso gratuita.

As bases cartográficas utilizadas para geração de mapas temáticos contam com arquivos no formato "*shapefile*" disponibilizados pelo Instituto Água e Terra – antigo Instituto das Águas do Paraná e Instituto de Terras, Cartografia e Geologia –, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e Agência Nacional de Águas.

Para aplicação da presente proposta metodológica em outras áreas de estudo podem ser empregadas considerações pertinentes a cada caso, de acordo com as peculiaridades e recursos disponíveis, tendo como base os conceitos empregados para cada variável, indicador e dimensão, no Manual resultante do presente estudo.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando os objetivos propostos e as bases técnico-científicas estudadas, desenvolveu-se a proposta metodológica apresentada a seguir, sob a perspectiva de indicadores de sustentabilidade hídrica

6.1 Proposta Metodológica

Os indicadores estão agrupados em três dimensões, a fim de avaliar as condições de sustentabilidade hídrica de bacias hidrográficas, considerando aspectos de uso e gestão de recursos hídricos (Quadro 1).

A primeira dimensão reúne indicadores de potencialidade, disponibilidade e demanda, para agrupar informações de uma bacia hidrográfica em termos de quantidade e qualidade de água, bem como à capacidade de atendimento das demandas atuais.

A segunda dimensão conta com indicadores de desempenho do sistema de gerenciamento dos recursos hídricos, para refletir a situação de implantação de entes e instrumentos da política de recursos hídricos.

A terceira dimensão agrega indicadores de eficiência de uso da água, para informar as condições de abastecimento público e esgotamento sanitário na bacia hidrográfica e o nível de eficiência da concessionária de abastecimento público na distribuição da água captada, com base na minimização de perdas de água na rede.

Os indicadores e dimensões buscam refletir os aspectos propostos no modelo de avaliação Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR), recomendado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). As demandas hídricas atuais correspondem às pressões exercidas sobre os recursos hídricos na bacia; a disponibilidade e a qualidade da água correspondem ao estado desses recursos; os indicadores de eficiência do uso da água correspondem tanto ao impacto do modelo de desenvolvimento adotado sobre a sociedade e sobre a bacia, como ao efeito das ações de resposta desencadeadas; por fim, os indicadores de desempenho do sistema de gerenciamento correspondem a resposta dos usuários,

da sociedade civil organizada e dos órgãos públicos aos impactos do modelo de desenvolvimento.

Quadro 1 - Descrição das dimensões e dos indicadores que compõem a proposta metodológica e relação dos mesmos com as metas do ODS 6

Dimensão	Indicador	Descrição	ODS 6
Potencialidade, Disponibilidade e Demanda	Ativação das Potencialidades	Relação entre a disponibilidade e a potencialidade	Meta 6.4
	Utilização das Potencialidades	Relação entre a demanda atual e a potencialidade	Meta 6.4
	Utilização das Disponibilidades	Relação entre a demanda atual e a disponibilidade	Meta 6.4
	Qualidade da água	Percentual de atendimento aos padrões de qualidade através do IQA	Meta 6.1 e 6.3
Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos	Comitês de Bacia Hidrográfica	Existência, composição e disponibilização de informações	Meta 6.5 e 6.b
	Plano de Recursos Hídricos	Existência, conteúdo e articulação	Meta 6.5
	Outorga	Critérios de implementação e disponibilização de informações	Meta 6.5
	Cobrança	Existência e plano de aplicação dos recursos	Meta 6.5
	Enquadramento	Existência e implementação	Meta 6.5
	Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos	Existência, produção e divulgação de dados	Meta 6.5
Eficiência do Uso da Água	Atendimento de água	Percentual da população total atendida com abastecimento de água em relação a população total	Meta 6.1
	Coleta de esgoto	Percentual do volume de esgotos coletados em relação ao volume de água tratada exportada	Meta 6.2
	Atendimento de esgoto	Percentual da população total atendida com esgotamento sanitário em relação a população total	Meta 6.2 e 6.3
	Perdas de água na rede	Percentual de perdas na distribuição	Meta 6.4

Fonte: Adaptado de Campos, Ribeiro e Vieira (2014) e Vieira e Gondim Filho (2006).

A utilização de indicadores exige uma diferenciação com relação aos seus níveis de prioridade visando sinalizar seus graus de importância para os objetivos estabelecidos. Os pesos ou graus de sustentabilidade hídrica foram estabelecidos de maneira a permitir a maior compreensão do significado do valor obtido para cada indicador (CAMPOS, RIBEIRO; VIEIRA, 2014; VIEIRA; STUART, 2009).

A escala parcial para todos os indicadores relaciona os valores calculados a graus de desempenho (muito alto, alto, médio, baixo e muito baixo). Ao se agrupar os indicadores, constroem-se escalas globais, com graus de sustentabilidade hídrica

para todas as dimensões, de maneira a permitir a maior compreensão do significado do valor obtido para cada dimensão.

Os graus das escalas são qualitativos, variando de acordo com os valores obtidos no agrupamento dos indicadores. Para o agrupamento dos indicadores foi calculada a média dos resultados por dimensão (Tabela 1).

Tabela 1 - Escalas globais para os indicadores da Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda e da Dimensão de Eficiência do Uso da Água

Grau	DPDD ¹	DDSG ²	DEUA ³
	Média (M)	Média (M)	Média (M)
Muito Alto	$M > 0,90$	$M > 0,90$	$M > 90$
Alto	$0,70 < M \leq 0,90$	$0,70 < M \leq 0,90$	$70 < M \leq 90$
Médio	$0,50 < M \leq 0,70$	$0,50 < M \leq 0,70$	$50 < M \leq 70$
Baixo	$0,25 < M \leq 0,50$	$0,25 < M \leq 0,50$	$25 < M \leq 50$
	$M \leq 0,25$	$M \leq 0,25$	$M \leq 25$

Fonte: Autoria própria.

Nota: ¹Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda; ²Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos; ³Dimensão de Eficiência do Uso da Água.

A presente proposta metodológica pode ser aplicada a diferentes níveis de planejamento, como em escala macro (bacias hidrográficas, unidades hidrográficas de gerenciamento de recursos hídricos) e/ou micro (áreas estratégicas de gestão, sub-bacias).

O estabelecimento de diferentes níveis de planejamento permite verificar possíveis diferenças de resultados, em função da escala geográfica considerada, cooperando para um melhor conhecimento sobre a real situação de sustentabilidade hídrica na bacia hidrográfica, nas sub-bacias, entre outras escalas de planejamento, a critério dos usuários da proposta metodológica.

A sustentabilidade hídrica é definida por dimensão, por indicador e por nível de planejamento, em função do grau obtido na respectiva escala global (muito alto, alto, médio, bom, muito baixo). Desta maneira, cada dimensão permite a obtenção de um conceito global referente a diferentes aspectos da sustentabilidade hídrica na área de estudo.

O produto da presente proposta metodológica resultou na produção de um Manual de aplicação, o qual poderá ser adaptado a diversas realidades e regiões do

Brasil, com intuito de auxiliar os tomadores de decisão na gestão de recursos hídricos (Apêndice A).

6.1.1 Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda

Os Indicadores de Ativação das Potencialidades; de Utilização das Potencialidades; e de Utilização das Disponibilidades, componentes da Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda, são ponderados de forma a variar de 0 a 1, conforme a Equação 1:

$$E_i = \frac{(I_{Maior} - I_{i(calculado)})}{(I_{Maior} - I_{Menor})} \quad (1)$$

Onde: E_i é o valor (para classificação na escala parcial) para o indicador i ; I_{Maior} é o maior valor possível para o indicador i ; I_{Menor} é o menor valor possível para o indicador i ; $I_{i(calculado)}$ é o valor calculado para o indicador i , com base nas condições da bacia hidrográfica considerada.

Destaca-se que o Indicador de Ativação das Potencialidades, Indicador de Utilização das Potencialidades e Indicador de Utilização das Disponibilidades variam de 0 (situação crítica) a 1 (situação desejável). Já os resultados do Indicador de Qualidade da Água, que variam de 0 a 100%, são linearizados para agregação com os demais indicadores de sua dimensão, de modo a variar de 0 (situação crítica) a 1 (situação desejável).

6.1.2 Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos

Os indicadores que compõem a Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos são qualitativos e determinados a partir da análise da sua aplicação à bacia hidrográfica em estudo.

A avaliação da referida dimensão considera o somatório de pontuação para os quesitos estabelecidos para cada indicador (Quadro 2), tendo como base a Política Nacional de Recursos Hídricos – Lei nº 9433/1997. O resultado é classificado a partir

da média de todos os indicadores, variando de 0 (situação crítica) a 1 (situação desejável).

Quadro 2 - Quesitos e pontuações estabelecidas para avaliação dos indicadores da Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos

Indicador	Quesito	Pontuação
Comitê de Bacia Hidrográfica	Nenhuma ação no sentido de criação de comitê na bacia	0
	Existência de Decreto de criação de CBH	0,25
	Existência de informações sobre composição do Comitê, contendo: entidades, membros, mandatos e informações de contato	0,25
	Composição do CBH de acordo com o estabelecido no Art. 8º da Resolução 5/2000 do CNRH	0,25
	Disponibilização de informações sobre atuação do Comitê: atas de reuniões, convocatórias e/ou relatórios de atividades	0,25
Plano de Recursos Hídricos	Nenhuma ação no sentido de elaboração do plano de recursos hídricos da bacia	0
	Proposta de Plano de Recursos Hídricos da bacia em análise pelo CBH ou em elaboração	0,25
	Plano de Recursos Hídricos da bacia aprovado pelo CBH	0,40
	O Plano de Recursos Hídricos da bacia contempla os requisitos mínimos apontados no artigo 7º da Lei das Águas	0,30
	O Plano de Recursos Hídricos da bacia possui articulação e integração com as demais políticas e planos setoriais, especialmente com as áreas de gestão e planejamento ambiental e territorial	0,30
Outorga	Nenhuma ação no sentido de implantação da outorga na bacia	0
	Definição de critérios e normas gerais para prioridades de outorga de direito de uso, bem como para as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, aprovado pelo CBH e CERH	0,25
	Sistema de cadastro de outorgas e usuários, disponibilizando informações sobre volumes outorgados	0,25
	Implementados critérios e normas para outorga, estabelecidos pela Agência de Águas	0,25
	Implementados critérios para os usos considerados insignificantes e não sujeitos a outorga, estabelecidos pela Agência de Águas	0,25
Cobrança	Nenhuma ação no sentido de implantação da cobrança na bacia	0
	Proposta de cobrança em análise pelo CBH ou em elaboração	0,25
	Cobrança aprovada pelo CBH	0,40
	Cobrança aprovada pelo CERH	0,30
	Existência de plano de aplicação dos recursos arrecadados	0,30
Enquadramento	Nenhuma ação no sentido de proposição do enquadramento na bacia	0
	Proposta de enquadramento em análise pelo CBH ou em elaboração	0,25
	Enquadramento aprovado pelo CBH	0,40
	Enquadramento aprovado pelo CERH	0,30
	Definição de classes de corpos de água em dispositivos legais, estabelecidas pelo CBH e/ou pela Agência de Águas	0,30

Indicador	Quesito	(conclusão)
		Pontuação
Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos	Nenhuma ação no sentido de criação do sistema de informações sobre recursos hídricos na bacia	0
	Produção e divulgação de dados qualitativos sobre recursos hídricos	0,25
	Produção e divulgação de dados quantitativos sobre recursos hídricos	0,25
	Sistema de Informação periodicamente atualizado e alimentado	0,25
	Sistema de Informação de fácil acesso, garantido à toda a sociedade	0,25

Fonte: Autoria própria.

A pontuação dos quesitos formulados para a Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos se baseou nas possibilidades de cruzamentos das informações pertinentes a cada indicador².

6.1.3 Dimensão de Eficiência do Uso da Água

Para os indicadores que compõem a Dimensão de Eficiência do Uso da Água, as escalas parciais – com graus de muito alto a muito baixo – são relacionadas a percentuais que variam de 0 a 100%.

Para o indicador de Perdas de Água na Rede foi aplicada a Equação 2 para ponderação do resultado, de forma a variar de 0 (situação crítica) a 100% (situação desejável), como os demais indicadores, já que baixas perdas de água estão relacionadas a graus maiores de desempenho.

$$E_i = \frac{(I_{Maior} - I_{i(calculado)})}{(I_{Maior} - I_{Menor})} \times 100 \quad (2)$$

Onde: E_i é o valor (para classificação na escala parcial) para o indicador i ; I_{Maior} é o maior valor possível para o indicador i ; I_{Menor} é o menor valor possível para o

² O somatório da pontuação varia de 0 a 1,0, portanto, a pontuação individual considera que certos quesitos não são passíveis de ocorrência simultânea, por exemplo: Em caso de inexistência de ação no sentido de elaboração do plano de recursos hídricos da bacia, atribui-se pontuação zero para o indicador; em caso de existência de proposta de Plano de Recursos Hídricos da bacia em análise pelo CBH ou em elaboração, não é possível que os demais quesitos sejam satisfeitos, resultando em uma pontuação final de 0,25; já em caso de Plano de Recursos Hídricos da bacia aprovado pelo CBH, há a possibilidade de ocorrência dos demais quesitos, atribuindo-se soma de 0,40 a 1,0 para o indicador, conforme o caso.

indicador i ; $I_{i(\text{calculado})}$ é o valor calculado para o indicador i , com base nas condições da bacia hidrográfica considerada.

6.2 Obtenção e Tratamento de Dados para o Estudo de Caso

A partir da elaboração da proposta metodológica, iniciou-se a coleta e tratamento dos dados necessários para a composição de cada indicador. Para tanto, as seções a seguir apresentam os conceitos relacionados aos parâmetros e dados que compõem os indicadores, bem como, explanam as considerações que foram empregadas na aplicação do estudo de caso.

6.2.1 Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda

Para os dados de disponibilidade e potencialidade hídrica de cada unidade hidrográfica, adotou-se como critério de análise a existência de série histórica de vazões com, no mínimo, 30 (trinta) anos de dados, sendo descartados os meses que apresentaram mais de 10% de falhas.

Ademais, foram selecionadas as estações fluviométricas mais representativas de cada unidade hidrográfica – estação mais próxima ao exutório – e coletadas as informações disponibilizadas na plataforma do Sistema de Informações Hidrológicas, da Agência Nacional de Águas (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2018).

A disponibilidade hídrica é uma estimativa da quantidade de água ofertável aos mais diversos usos, que para fins de gestão no Brasil, considera um determinado nível de garantia. Para realizar balanços hídricos em trechos de rios, a Agência Nacional de Águas adota como disponibilidade hídrica a vazão de estiagem $Q_{95\%}$ (vazão que passa no rio em pelo menos 95% do tempo, ou seja, em 95% do tempo existe no rio uma vazão igual ou maior) (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2019d).

A disponibilidade hídrica constitui a parcela da potencialidade disponível para o seu aproveitamento e representa, em volume ou vazão, a maior fração do potencial fluvial que pode ser disponibilizada para uso (AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA, 2006).

De acordo com o Manual Técnico de Outorgas (SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL, 2006), o órgão ambiental do estado do Paraná considera como vazão outorgável 50% da vazão $Q_{95\%}$, portanto, para aplicação da proposta foi considerada esta vazão de referência.

Para obtenção da vazão com permanência de 95% foram obtidas as curvas de permanência dos postos fluviométricos mais representativos de cada área de estudo, utilizando o Sistema Computacional para Análise Hidrológica (SisCAH 1.0), desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos (GPRH) do Departamento de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Viçosa (UFV), onde foram importados diretamente os dados das séries históricas (SOUSA et al., 2009).

O SisCAH 1.0 utiliza metodologia empírica para a obtenção da curva de permanência, organizando a série de dados de vazões em ordem decrescente e determinando a frequência (f_i) associada a cada valor de vazão. Por fim, constrói-se a curva de permanência com os valores de vazão plotados no eixo das ordenadas e a frequência de ocorrência, em porcentagem, no eixo das abscissas (SOUSA et al., 2009).

Caso a região de estudo apresente déficit de dados e/ou de estações disponíveis, pode ser empregada a regionalização de vazões, que tem por objetivo transferir informações de um local onde há dados para outro sem dados ou com pouca informação. Ela se baseia na similaridade espacial e na homogeneidade hidrológica entre esses locais, levando-se em conta variáveis e parâmetros que permitam essa transferência (MELATI; MARCUZZO, 2015).

A escolha do programa SisCAH teve como premissa básica a praticidade e rapidez com que os resultados podem ser obtidos e o fato destes programas estarem sendo utilizados em estudos hidrológicos recentes, obtendo-se resultados considerados condizentes com os objetivos definidos.

Não foram consideradas as reservas de águas subterrâneas no cálculo dos indicadores, por entender-se que estas contribuem para a vazão de base dos corpos hídricos superficiais (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2019c).

O potencial fluvial pode ser definido como a vazão natural anual média de um rio ou aquífero, medida ou gerada, em sua foz ou embocadura, ou em um ponto

qualquer de seu curso controlado por postos ou estações hidrométricas (AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA, 2006).

A vazão natural é aquela que seria originada na bacia hidrográfica se não houvesse qualquer interferência humana como usos consuntivos, derivações, regularizações, importações e exportações de água. Entretanto, esta condição não é observada na maior parte das bacias em decorrência das atividades antrópicas, que alteram as condições de uso e ocupação do solo e afetam diretamente as condições do escoamento superficial (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2005a).

A vazão natural média não pode ser considerada como único parâmetro para representar a disponibilidade hídrica, uma vez que a descarga dos rios depende da sazonalidade e da variabilidade climática, mas pode ser entendida como potencial fluvial da área analisada. Portanto, os períodos críticos em termos de disponibilidade hídrica devem ser avaliados, a fim de garantir uma margem de segurança às atividades de planejamento e gestão (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2005a).

Por isso adotou-se a vazão de estiagem com 95% de permanência no tempo ($Q_{95\%}$) como representação da disponibilidade hídrica e a vazão média de longo período (Q_{mlp}) como representação da potencialidade.

A vazão média de longo período permite caracterizar a maior vazão possível de ser regularizada em uma bacia permitindo a avaliação dos limites superiores (abstraindo as perdas) da disponibilidade de água de um manancial. A vazão média de longo período é definida como a média das vazões médias anuais para toda a série de dados, sendo denominada como específica quando dividida pela área da bacia hidrográfica de interesse (ALEXANDRE; MARTINS, 2005).

Para o estudo de caso, a potencialidade fluvial foi estimada a partir dos deflúvios médios, calculados das vazões médias nos postos fluviométricos mais representativos de cada área de estudo. As séries históricas foram importadas para o *software* SisCAH 1.0, que retornou os valores da vazão média de longo período.

A demanda hídrica refere-se à água captada em um manancial para satisfação de um determinado uso, por exemplo, retirada para abastecimento de uma cidade ou de uma indústria (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2019c).

Um uso é considerado consuntivo quando a água retirada é consumida, parcial ou totalmente, no processo a que se destina, não retornando diretamente ao corpo d'água. O consumo pode ocorrer por evaporação, transpiração, incorporação em produtos, consumo por seres vivos, dentre outros. A definição e a estimativa de

consumo pode ser subjetiva e variar em função das diferentes aplicações das estimativas (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2019b).

Usos da água como a navegação, a pesca, o turismo e o lazer não afetam diretamente a quantidade de água local, embora dela dependem, sendo considerados usos não consuntivos, não perfazendo o escopo desse estudo (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2019b).

Em 2019, a Agência Nacional de Águas elaborou o Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil, como parte de um estudo abrangente que contemplou a definição de métodos, a construção de bases de dados e a produção, armazenamento e disponibilização de resultados de estimativas de usos consuntivos da água para todos os municípios brasileiros, acompanhando a evolução da malha territorial desde 1931 até 2017. Também foram realizadas projeções das demandas até 2030, totalizando, portanto, 100 anos de investigação sobre o uso da água no território nacional (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2019b).

A Agência Nacional de Águas, através do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), disponibiliza os dados de demanda hídrica total e setorial, por município, com base nos procedimentos metodológicos apresentados no Manual de Usos Consuntivos da Água. Para cada uso foram caracterizadas as vazões de retirada – montante captado no corpo hídrico –; de consumo – fração da retirada que não retorna ao corpo hídrico –; e de retorno – fração da retirada que retorna ao corpo hídrico.

O referido manual apresenta os métodos e bases de dados por setor, dentre eles: abastecimento humano, abastecimento animal, indústria de transformação, mineração, agricultura irrigada, termoelectricidade e evaporação líquida de reservatórios artificiais.

Neste estudo foram consideradas as demandas de retirada de água para abastecimento humano (rural e urbano), indústria de transformação, mineração, geração termelétrica, dessedentação de animais e agricultura irrigada.

No estado do Paraná, os dados de outorga de direito de uso da água podem ser utilizados como um indicativo das vazões de retirada, os quais são disponibilizados pelo Instituto das Águas do Paraná através de um banco de dados em servidor FTP. Os dados podem ser agrupados por setor e por tipo de manancial (superficial ou subterrâneo). No entanto, para o estudo de caso optou-se pela utilização dos dados disponibilizados pela Agência Nacional de Águas, para o ano de referência de 2017.

Por fim, o percentual de atendimento aos padrões de qualidade da água foi avaliado através de um índice de qualidade das águas. O Índice de Qualidade das Águas (IQA) utilizado neste estudo foi desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* (NSF), em 1970, e adaptado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), em 1975. Atualmente, ele é o índice de qualidade da água mais utilizado pelas Unidades da Federação (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2012; COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2019).

O IQA considera 9 (nove) parâmetros de qualidade das águas: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio, temperatura, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e sólidos totais (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2012; COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2019).

Para cada parâmetro, a metodologia adaptada pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2019) utiliza pesos para a caracterização da água, cuja somatória deve ser sempre igual a um, bem como, foram estabelecidas curvas médias de variação da qualidade das águas de acordo com o estado ou a condição de cada parâmetro (Anexo A).

Segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2019), para ensaios de *Escherichia coli* é possível utilizar a mesma curva de qualidade que foi desenvolvida para Coliformes Termotolerantes. Constatou-se mediante estudo realizado pela própria CETESB, em 2008, que existe uma correlação entre os resultados de ambas as análises. Para cada 100 Coliformes Termotolerantes detectados em uma amostra havia aproximadamente 80 representantes de *Escherichia coli*, ou seja, aplicando-se um fator de correção de 1,25 sobre o resultado de *E. coli* pode-se utilizar o valor equivalente da respectiva curva de qualidade.

O IQA é calculado pelo produto ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis que integram o índice (Equação 3).

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (3)$$

Onde: IQA é o Índice de Qualidade das Águas, variando entre 0 e 100; q_i é a qualidade do i -ésimo parâmetro, variando entre 0 e 100, obtido da respectiva curva

média de variação de qualidade, em função de sua concentração ou medida; w_i é o peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, variando entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade; n é o número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100. Os resultados foram linearizados, para permitir o agrupamento com os demais indicadores da Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda (Tabela 2).

Segundo a Agência Nacional de Águas (2005b), as faixas de classificação do IQA variam entre os estados brasileiros, sendo que o Paraná utiliza a classificação baseada no IQA desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* (NSF), o que pode ser corroborado através do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Paraná – PLERH/PR (INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, 2010) (Tabela 2).

Tabela 2 - Classificação do Índice de Qualidade das Águas

Grau	Classes (%)	Classes*
Ótima	$90 < IQA \leq 100$	$0,90 < IQA \leq 1,00$
Boa	$70 < IQA \leq 90$	$0,70 < IQA \leq 0,90$
Regular	$50 < IQA \leq 70$	$0,50 < IQA \leq 0,70$
Ruim	$25 < IQA \leq 50$	$0,25 < IQA \leq 0,50$
	$IQA \leq 25$	$IQA \leq 0,25$

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas (2005b).

Nota: *Valores linearizados

Para o cálculo do Índice de Qualidade das Águas, foram selecionadas as estações fluviométricas segundo os seguintes critérios:

- Estações em operação, pertencentes a Rede Hidrometeorológica Nacional (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2018);
- Estações localizadas no talvegue principal de cada unidade hidrográfica;
- Estações com dados disponíveis para os 9 (nove) parâmetros que compõem o IQA;
- Estações com dados de coleta disponíveis para 4 (quatro) amostras, no ano de referência de 2017. Ante a inexistência do total de coletas dentro do período de referência, foram consideradas as amostras coletadas entre

novembro de 2016 a fevereiro de 2018, perfazendo um total de 4 (amostras) por estação.

Os dados correspondentes aos 9 (nove) parâmetros que compõem o IQA foram obtidos através do Sistema de Informações Hidrológicas – Parâmetros de Qualidade de Águas (por estação) –, do Instituto das Águas do Paraná (2020).

Com base nos dados obtidos, as seguintes considerações foram aplicadas:

- Quando ausente o valor de Coliformes Termotolerantes, foi utilizado o valor referente a presença de *Escherichia coli*, aplicando-se um fator de correção de 1,25, para aplicação da mesma curva de qualidade (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2019).
- Foram somados os valores de sólidos dissolvidos totais e sólidos suspensos totais, ante a ausência de dados de sólidos totais, já que entende-se por sólidos totais a matéria suspensa e dissolvida numa determinada amostra.

Após a coleta de dados foram realizados os cálculos de IQA por amostra, em planilhas eletrônicas pré-elaboradas conforme as equações relacionadas no Anexo B, sendo realizada uma média anual por estação e, posteriormente, obtidas as médias por unidade hidrográfica.

A aplicação dos indicadores foi realizada após a obtenção e tratamento de todos os parâmetros que compõem a dimensão (Quadro 3).

Quadro 3 - Origem dos dados a serem utilizados na composição dos indicadores da Dimensão de Eficiência do Uso da Água

(continua)

Indicador	Descrição	Fonte de dados	
Ativação das Potencialidades	Relação entre a disponibilidade e a potencialidade	Disponibilidade: vazão outorgável 50% da $Q_{95\%}$	ANA, 2018 ²
		Potencialidade: vazão média de longo período (Q_{mlp})	ANA, 2018 ²
Utilização das Potencialidades	Relação entre a demanda atual e a potencialidade	Demanda atual: água captada para usos consuntivos	ANA, 2019b ³
		Potencialidade: vazão média de longo período (Q_{mlp})	ANA, 2018 ²
Utilização das Disponibilidades	Relação entre a demanda atual e a disponibilidade	Demanda atual: água captada para usos consuntivos	ANA, 2019b ³
		Disponibilidade: vazão outorgável 50% da $Q_{95\%}$	ANA, 2018 ²

(conclusão)			
Indicador	Descrição	Fonte de dados	
Qualidade da água	Percentual de atendimento aos padrões de qualidade através do IQA	IQA: Parâmetros de IQA da CETESB (2019) ¹	AGUASPARANÁ (2020) ⁴

Fonte: Autoria própria.

Nota: ¹Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2019); ²Agência Nacional de Águas (2018); ³Agência Nacional de Águas, 2019b; ⁴Instituto das Águas do Paraná (2020).

6.2.2 Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos

Para avaliação dos indicadores que compõem a Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos foram realizadas pesquisas bibliográficas e levantamentos de informações junto aos endereços eletrônicos dos órgãos públicos responsáveis pela gestão dos recursos hídricos no estado do Paraná, como os antigos Instituto das Água do Paraná, Instituto Ambiental do Paraná e Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná, atualmente integrados no Instituto Água e Terra; a Secretaria do Desenvolvimento Sustentável e do Turismo; Conselho Estadual de Recursos Hídricos; os Comitês de Bacia Hidrográfica instalados; bem como, a Agência Nacional de Águas.

O caráter qualitativo da dimensão visa refletir o acesso da sociedade as informações relativas à aplicação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos, bem como, a percepção sobre a atuação dos entes envolvidos no referido processo de gestão.

6.2.3 Dimensão de Eficiência do Uso da Água

Para o cálculo e tratamento dos dados de eficiência do uso da água, foram considerados os municípios pertencentes às unidades hidrográficas, cujas áreas estejam totalmente inseridas nos limites das bacias. Para os municípios que encontram-se na fronteira de duas ou mais unidades hidrográficas foram utilizados os critérios empregados pelo Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (2017, p. 6):

No caso de município cujo território é localizado em duas ou mais bacias, este foi incluído naquela que abriga sua sede municipal. Situações em que a sede

do município se encontra sobre divisas, sua inclusão em uma ou outra bacia foi determinada pela área de maior contingente de população (...).

Os indicadores da Dimensão de Eficiência do Uso da água foram obtidos através dos dados da Pesquisa de Informações Básicas Municipais, ano de 2017 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017); e do Sistema de Informações sobre Saneamento (SNIS), ano de 2017 (BRASIL, 2019a) (Quadro 4).

A estimativa da população residente nos municípios que compõem a área de estudo foi obtida da Pesquisa de Informações Básicas Municipais: Perfil dos Municípios Brasileiros – Saneamento Básico, com data de referência em 1º de julho de 2017 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017).

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento coleta dados dos prestadores de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário; resíduos sólidos; e águas pluviais, resultando em um diagnóstico do panorama nacional de cada serviço, bem como em uma base de dados municipal (BRASIL, 2019a).

Para os Indicadores de atendimento de água, coleta de esgoto, atendimento de esgoto e perdas de água na rede, foi utilizada a base de dados municipal, a qual reúne informações primárias coletadas e tratadas, além de indicadores calculados com bases nessas informações, de acordo com expressões matemáticas publicadas nos Glossários de Informações e Indicadores, disponíveis no endereço eletrônico do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.

Quadro 4 - Origem dos dados a serem utilizados na composição dos indicadores da Dimensão de Eficiência do Uso da Água

Indicador	Descrição	Fonte de dados (ano de referência 2017)	
		SNIS ¹ : Diagnóstico de Água e Esgoto	Índice de atendimento total de água (IN055_AE)
Atendimento de água	Percentual da população total atendida com abastecimento de água em relação a população total	SNIS ¹ : Diagnóstico de Água e Esgoto	Índice de atendimento total de água (IN055_AE)
Coleta de esgoto	Percentual do volume de esgotos coletados em relação ao volume de água tratada exportada	SNIS ¹ : Diagnóstico de Água e Esgoto	Índice de coleta de esgoto (IN015_AE)
Atendimento de esgoto	Percentual da população total atendida com esgotamento sanitário em relação a população total	SNIS ¹ : Diagnóstico de Água e Esgoto	Índice de atendimento de esgoto (IN056_AE)
Perda de água na rede	Percentual de perdas na distribuição	SNIS ¹ : Diagnóstico de Água e Esgoto	Índice de perdas na distribuição (IN049_AE)

Fonte: Autoria própria.

Nota: ¹Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (BRASIL, 2019a).

6.3 Aplicação da Proposta Metodológica

Os resultados obtidos para aplicação da proposta metodológica estão divididos em: caracterização da área de estudo e resultados por dimensão: Disponibilidade, Potencialidade e Demanda; Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos; e Eficiência do Uso da Água.

Como produto da aplicação da presente proposta metodológica foram gerados mapas contendo os resultados obtidos para as dimensões estudadas (Apêndice B).

6.3.1 Caracterização das Áreas de Estudo

O estado do Paraná está localizado na região sul do Brasil, tendo como limite ao norte o estado de São Paulo e ao sul o estado de Santa Catarina. O Paraná possui 399 municípios, com uma área total de 199.305,24 km², abrigando uma população estimada de 11.320.892 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017; 2018).

A Resolução n.º 49/2006, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, instituiu as diretrizes para a gestão das bacias hidrográficas do Paraná como unidade de planejamento e a Resolução 024/2006, da Secretaria Estadual de Meio Ambiente, redefiniu a área de atuação dos órgãos responsáveis pela gestão ambiental do estado.

Para fins de planejamento e administração dos recursos hídricos superficiais, o território do Paraná está dividido em dezesseis bacias hidrográficas e doze unidades hidrográficas de gerenciamento de recursos hídricos (PARANÁ, 2007).

Considerando as bacias hidrográficas do Paraná – Cinzas, Iguaçu, Ivaí, Itararé, Litorânea, Ribeira, Paraná 1, 2 e 3, Paranapanema 1, 2, 3 e 4, Piquiri, Pirapó e Tibagi – a área de estudo é abrigada pela Bacia do rio Ivaí e Bacia do rio Iguaçu.

A bacia do rio Ivaí – do Tupi, rio das Flechas – é a segunda maior em área, com 36.540,02 km², e o rio é o segundo maior em extensão do estado do Paraná, com 685 km, estando localizada integralmente dentro de seus limites. Ao norte e nordeste, limita-se com as bacias do rio Tibagi, Pirapó e Paranapanema 4; no sentido sul, faz limites com as bacias do rio Paraná 2 e Piquiri, e ao centro-oeste o limite se faz com a bacia do rio Paraná 1. As águas do rio Ivaí deságuam no rio Paraná, limite com o

estado do Mato Grosso do Sul (INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, 2010; PARANÁ, 2010b; SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL, 2007).

O rio Ivaí nasce no município de Prudentópolis na confluência das águas do rio dos Patos com o rio São João no segundo planalto e tem sua foz no rio Paraná, no município de Doutor Camargo. Seus principais afluentes são os rios Alonso, Paranavaí e das Antas, pela margem direita e os rios Corumbataí, Mourão, Ligeiro e dos Índios, pela margem esquerda (PARANÁ, 2010b).

A bacia do rio Iguaçu é a maior do Estado do Paraná, com área de aproximadamente 54.820,36 km². As cidades mais importantes em relação ao porte são: Curitiba, São José dos Pinhais, Colombo, Cascavel, Guarapuava, Araucária, Pinhais e Francisco Beltrão. O Rio Iguaçu é formado pelo encontro dos rios Atuba e Iraí, na parte leste do município de Curitiba, na divisa com o município de Pinhais. Os referidos rios são originados na borda ocidental da Serra do Mar, seguindo seu curso de 1320 km até desaguar no Rio Paraná (INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, 2010; PARANÁ, 2010b; SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL, 2007).

A Região Metropolitana de Curitiba (RMC) situa-se na porção de montante da bacia do Rio Iguaçu e um dos setores de produção responsáveis pelo abastecimento público desta região é ligado à captação do Iraí, sendo alimentado pelo reservatório Iraí (formado pelos rios Canguiri, Timbu, Curralinho e Cerrado) e pelos rios Iraizinho e Piraquara (margem esquerda). Outro setor de produção é ligado à captação Iguaçu, que é alimentada pelas sobras da captação Iraí, somados os rios Itaqui e Pequeno (margem esquerda). Com o avanço da urbanização sobre os mananciais da margem direita, os rios Atuba, Palmital e do Meio foram descartados devido à degradação de sua qualidade. Esses dois setores constituem o Sistema do Altíssimo Iguaçu (INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, 2010).

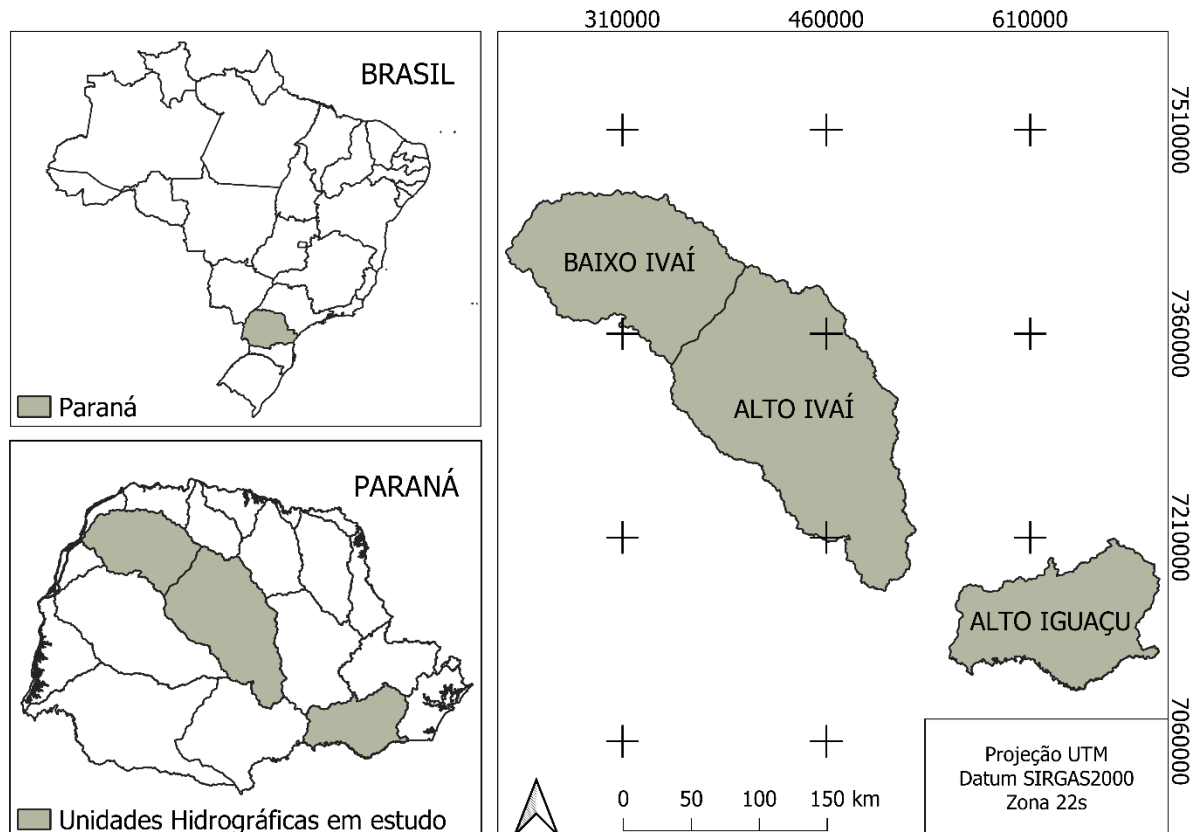
Considerando as unidades hidrográficas adotadas no presente estudo, a bacia do Alto Ivaí compreende uma área de 23.094,20 km²; o Baixo Ivaí abrange uma área de 13.431,53 km²; e o Alto Iguaçu possui área de 10.260,97 km² (PARANÁ, 2007) (Figura 3).

Nas unidades hidrográficas do Alto e Baixo Ivaí, no interior do estado, predominam atividades agropecuárias, com destaque para as culturas de soja e trigo, além das pastagens. Na região do Alto Ivaí ocorrem usos misto do solo, com faixas

de agricultura intensiva na área central e no extremo noroeste da região. Já na região do Baixo Ivaí, há uma predominância de pastagens artificiais e campos naturais, com uma porção de agricultura intensiva no sudeste da região (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017; PARANÁ, 2010b).

No Alto Ivaí, ocorrem predominantemente as Unidades Aquíferas Serra Geral Norte, Paleozóica Superior e Guarani. Há pequenas porções da Unidade Aquífera Paleozóica Média Superior, na porção leste, e da Unidade Aquífera Caiuá, na porção oeste. Já no Baixo Ivaí, há predominância da Unidade Aquífera Caiuá, seguida pela Unidade Aquífera Serra Geral Norte, bem como a Unidade Aquífera Guarani que se encontra sotoposta aos derrames basálticos da Formação Serra Geral (SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL, 1998; INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, 2010).

Figura 3 - Localização das unidades hidrográficas de gerenciamento dos recursos hídricos que perfazem o estudo de caso



Fonte: Autoria própria.

Base cartográfica: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2014, 2015); Paraná (2007).

De acordo com o Atlas Climático do Paraná atualizado (NITSCHKE et al., 2019), com base na classificação climática de Köppen, o clima da unidade hidrográfica do

Alto Ivaí caracteriza-se por uma transição entre Cfb de sudeste à Cfa no noroeste. Já a unidade hidrográfica do Baixo Ivaí possui em sua integralidade o clima tipo Cfa, enquanto a unidade hidrográfica do Alto Iguaçu possui clima Cfb.

O tipo climático Cfa é caracterizado por clima subtropical, com verão quente e temperaturas médias superiores a 22°C no verão, geadas pouco frequentes, sem estação seca definida. Já o clima Cfb consiste em um clima temperado, com verão ameno e chuvas uniformemente distribuídas, sem estação seca e a temperatura média do mês mais quente não chega a 22°C. O clima Cfb é caracterizado ainda por geadas severas e frequentes (CAVIGLIONE et al., 2000; KÖPPEN, 1948; MAACK, 2002).

Com base no Atlas Geológico do Estado do Paraná (MINERAIS DO PARANÁ, 2001), o Alto Iguaçu apresenta predomínio do Complexo Gnáissico Migmatítico; Formação Guabirota e do Grupo Itararé. Há ainda, pequenas porções do Grupo Guatá, Formação Palermo; Suíte Granítica Foliada; Complexo Máfico Ultramáfico de Pien; Grupo Castro, Formação Guaratubinha e Granitos Subalcalinos; Grupo Passa Dois, Formação Serra Alta, Formação Irati e Formação Teresina; Grupo Paraná, Formação Furnas; e Sedimentos inconsolidados.

A unidade do Alto Ivaí é caracterizada predominantemente por derrames de basalto do Grupo São Bento, Formação Serra Geral; Grupo Passa Dois, Formação Rio do Rasto, Formação Teresina, Formação Irati e Formação Serra Alta; pequenas porções de Intrusivas básicas e Grupo Guatá, Formação Palermo e Formação Rio Bonito; além de pequenos depósitos sedimentares do Grupo Bauru, Formação Caiuá; e Grupo São Bento, Formação Botucatu (MINERAIS DO PARANÁ, 2001).

Já o Baixo Ivaí é constituído de derrames de basalto do Grupo São Bento, Formação Serra Geral e depósitos sedimentares do Grupo Bauru, Formação Caiuá, além de Aluviões Atuais e em terraços, dispostos em planícies ao longo das drenagens; e Coluviões derivados do Arenito Caiuá e Santo Anastácio (MINERAIS DO PARANÁ, 2001).

Com relação a geomorfologia das unidades em estudo, o Alto Iguaçu encontra-se em área de transição da unidade morfoestrutural Cinturão Orogênico do Atlântico, unidade morfoestrutural Serra do Mar, e a unidade morfoestrutural Bacia Sedimentar do Paraná, composta pela unidade morfoestrutural Segundo Planalto Paranaense, com uma pequena porção pertencente a unidade morfoestrutural Bacias

Sedimentares Cenozóicas e Depressões Tectônicas, unidade morfoescultural Planícies (OKA-FIORI; SANTOS, 2006).

O Alto Ivaí está inserido em área de transição da unidade morfoestrutural Bacia Sedimentar do Paraná, pertencendo a unidade morfoescultural Segundo Planalto Paranaense no sudeste e a unidade morfoescultural Terceiro Planalto Paranaense no noroeste (OKA-FIORI; SANTOS, 2006).

A unidade hidrográfica do Baixo Ivaí compõe a unidade morfoestrutural Bacia Sedimentar do Paraná, pertencendo a unidade morfoescultural Terceiro Planalto Paranaense e a unidade morfoestrutural Bacias Sedimentares Cenozóicas e Depressões Tectônicas, unidade morfoescultural Planícies (OKA-FIORI; SANTOS, 2006).

Originalmente, a unidade hidrográfica do Baixo Ivaí era coberta predominantemente por Floresta Estacional Semidecidual Submontana e Aluvial, com porções de Floresta Ombrófila Mista Montana ao sul e enclaves de Cerrado. Já no Alto Ivaí, o predomínio original é de Floresta Ombrófila Mista Montana, seguida da Floresta Estacional Semidecidual Montana e Submontana, com enclaves de Cerrado. Ocorrem ainda, na porção sul da unidade hidrográfica, a Floresta Ombrófila Mista Altomontana (INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS, 2009; MAACK, 2002; RODERJAN et al, 2002).

A bacia do Ivaí abriga diversas unidades de conservação e áreas protegidas, dentre elas: em Prudentópolis, a região do Alto Ivaí chega a sobrepor a Área de Proteção Ambiental Estadual da Serra da Esperança; a Área de Proteção Ambiental das Ilhas e Várzeas do rio Paraná, na porção oeste do Baixo Ivaí; a área de relevante interesse de São Domingos, em Roncador e a Reserva Florestal Córrego Maria Flora, em Cândido de Abreu; a Reserva Florestal Seção de Figueira e Saltinho, em Engenheiro Beltrão; o Parque Estadual de Amaporã, em Amaporã; o Parque Estadual Vila Rica do Espírito Santo, que guarda remanescentes da Floresta Estacional Semidecidual, entre Fênix e São João do Ivaí; o Parque Estadual do Lago Azul, no município de Campo Mourão, com amostras dos campos cerrados (PARANÁ, 2010b).

Nesse sentido, o potencial turístico da região do Ivaí conta com atividades de ecoturismo, parques e paisagens, como: Salto São Francisco e Cachoeira Menor e Salto São João, em Prudentópolis; Termas de Jurema, em Iretama; Parque Estadual Lago Azul, Parque Municipal Joaquim Teodoro de Oliveira, Estação Ecológica do Cerrado e Parque Municipal Parigot de Souza, em Campo Mourão; e Cachoeira da

Fonte, Cachoeira do Chicão III, Queda das Três Barras, Canyon do Cruzeiro e Salto São Pedro, em Faxinal (PARANÁ, 2010b; INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, 2010).

Na cabeceira do Alto Iguaçu, Região Metropolitana de Curitiba (RMC), há uma grande concentração populacional e as atividades industriais, comerciais e de serviços são as mais importantes. A unidade hidrográfica é tomada predominantemente por áreas de uso urbano com intensa atividade industrial. Entre as principais atividades econômicas estão papel e celulose, frigoríficos, laticínios, alimentícios, curtumes e abatedouros, destacando-se também o ramo automobilístico na RMC (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017; PARANÁ, 2010b).

No Alto Iguaçu, em proporções semelhantes, ocorrem as Unidades Aquíferas Pré-Cambriana e Paleozóica Média Superior. Na Região Metropolitana de Curitiba (RMC) há predominância da Unidade Aquífera de Guabirota e ao nordeste ocorre uma pequena porção das Unidades Aquíferas Karst e Paleozóica Inferior. Na porção oeste há, ainda, uma faixa da Unidade Aquífera Paleozóica Superior (SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL, 1998).

A maior parte deste território é composta originalmente por Floresta de Araucária ou Ombrófila Mista Montana, seguida por Estepes ou Campos Naturais, na Região Metropolitana de Curitiba e na porção do centro ao norte da unidade hidrográfica. Ocorrem ainda, em menores proporções, a Floresta Ombrófila Mista Aluvial e manchas de Floresta Ombrófila Mista Altomontana (INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS, 2009; MAACK, 2002; RODERJAN et al, 2002).

A área abriga também uma grande quantidade de Unidades de Conservação, dentre elas estão: os Parques Estaduais do Barigui, Tingui, Tanguá João Paulo II, São Lourenço, do Bacacheri, da Barreirinha, dentre outros, em Curitiba; o Professor José Wachowicz, em Araucária; Floresta Estadual do Passa Dois e Parque Estadual do Monge, na Lapa; Floresta Estadual Metropolitana, em Piraquara; Floresta Nacional do Açungui, em Campo Largo; a Área de Proteção Ambiental Estadual da Escarpa Devoniana, que abrange os municípios da Lapa, Balsa Nova e outros; e as Áreas de Proteção Ambiental dos rios Verde, Passaúna, Iraí, do Piraquara, e do rio Pequeno,

ambas na região metropolitana de Curitiba; e ainda a porção inicial da APA de Guaratuba, em Tijucas do Sul (PARANÁ, 2010b).

Nesse sentido, o potencial turístico da região conta com atividades de ecoturismo, parques, paisagens e áreas de preservação do patrimônio histórico e cultural, como: Parque Ecoturístico Municipal São Luis de Tolosa e Trilhas, no município de Rio Negro; Saltinho e Represa do Vossoroca, em Tijucas do Sul; Reservatório de Água em Forma de Cuia, Rio Iguaçu, Parque Municipal da Palmeirinha e APA do Rio Velho, em São Mateus do Sul; Parque Estadual do Monge - Gruta do Monge, Parque Estadual do Passa Dois e Eco-Parque da COHAPAR, no município de Lapa; em Balsa Nova há um pólo turístico em que propriedades estão se dedicando ao turismo rural; Parque Municipal da Fonte, no município de São José dos Pinhais; Floresta Nacional do Açungui, Parque Municipal de Cambuí, Serra da Endoença, Lagoa Grande e Estância Hidromineral Ouro Fino, em Campo Largo; e Parque Barigüi, Parque Municipal do Iguaçu - Zoológico, Parque São Lourenço, Parque Municipal da Barreirinha, Parque Tingüi, Parque dos Tropeiros, Parque General Iberê de Mattos - Bacacheri, Parque Municipal do Passaúna e Parque Tanguá, em Curitiba (PARANÁ, 2010b).

Para aplicação da proposta metodológica e agregação dos indicadores foi necessário compatibilizar os limites hidrográficos – unidades hidrográficas – com os limites político-administrativos – municípios. Para tal, empregando os critérios descritos anteriormente, foram identificados os municípios que seriam considerados em cada unidade hidrográfica para fins de coleta dos dados (Figura 4).

Diante do exposto, a unidade hidrográfica do Alto Ivaí abrange 44 municípios, o Baixo Ivaí é composto por 39 municípios e o Alto Iguaçu possui 24 municípios (Apêndice C).

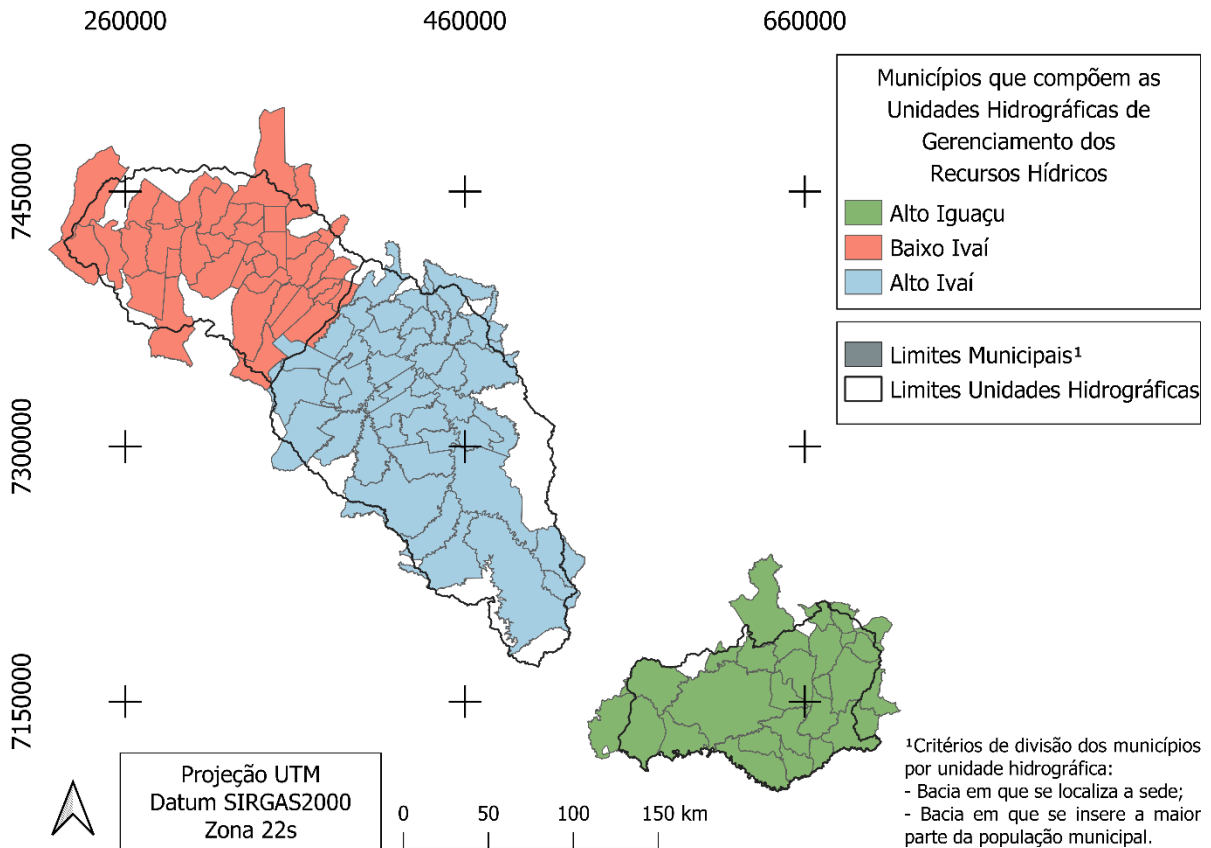
Dos municípios que compõem a unidade hidrográfica do Alto Ivaí, destacam-se os territórios de Prudentópolis, Pitanga e Cândido de Abreu, com 2.247,14 km², 1.663,75 km² e 1.510,16 km², respectivamente. No Baixo Ivaí, evidenciam-se as áreas de Paranavaí com 1.202,27 km², Querência do Norte com 914,76 km² e Cianorte com 811,67 km². Já no Alto Iguaçu os territórios mais expressivos em área são Lapa, São Mateus do Sul e Campo Largo, respectivamente com 2.093,86 km², 1.341,71 km² e 1.243,55 km² (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2018).

Em termos de população, os municípios do Alto Ivaí que se destacaram na estimativa de 2017 foram Apucarana e Campo Mourão, com 132.691 e 94.153

habitantes, respectivamente. No Baixo Ivaí, os destaques foram Paranavaí, com 87.850 habitantes, e Cianorte, com 79.571 habitantes. Na unidade hidrográfica do Alto Iguaçu, a capital Curitiba abriga a maior população do estado, com 1.908.359 habitantes, seguida por São José dos Pinhais com 307.530 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017).

Assim, considerando os municípios definidos para cada unidade hidrográfica, o Alto Ivaí abriga uma população de 687.193 habitantes, enquanto o Baixo Ivaí possui 484.440 habitantes, já o Alto Iguaçu contempla a maior população, com 3.463.910 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017).

Figura 4 - Municípios que compõem as Unidades Hidrográficas de Gerenciamento dos Recursos Hídricos em estudo



Fonte: Autoria própria.

Base cartográfica: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015); Paraná (2007).

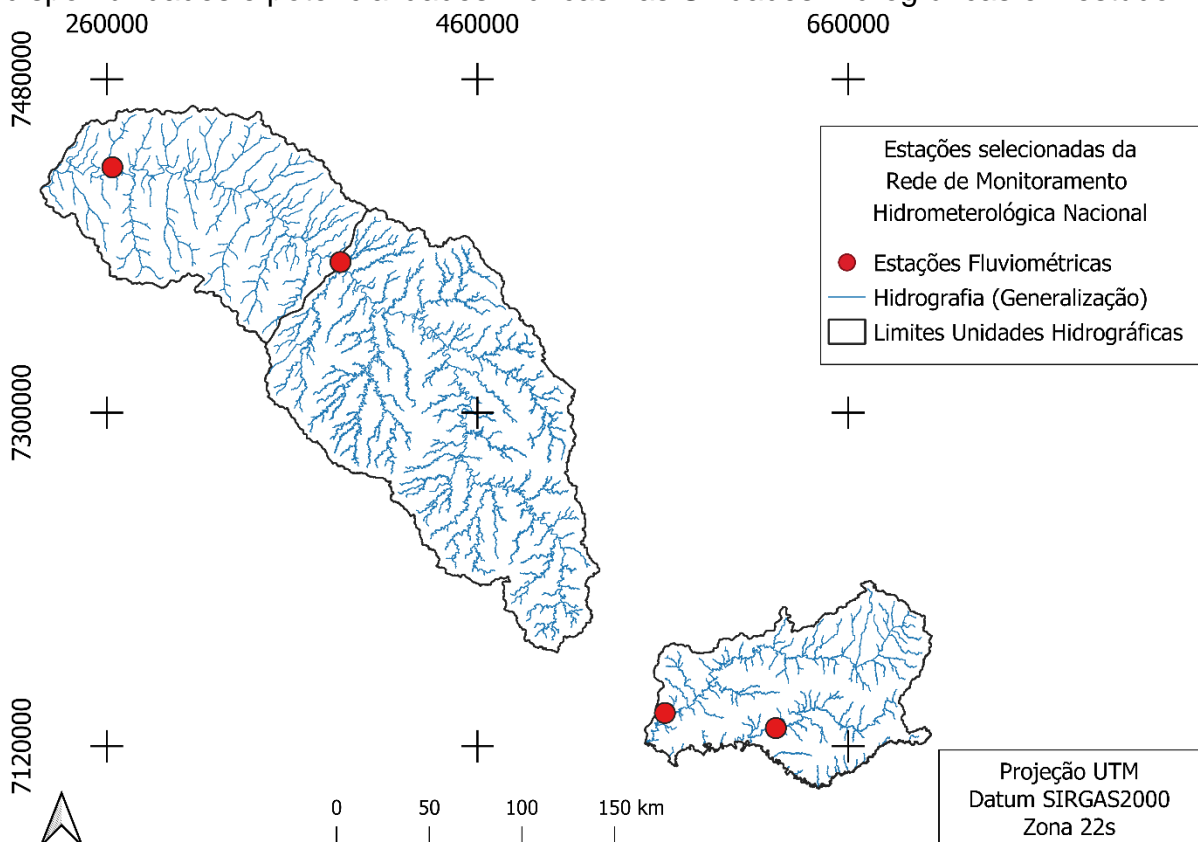
6.3.2 Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda

As disponibilidades e potencialidades hídricas, medidas nas estações fluviométricas mais representativas de cada unidade hidrográfica (Figura 5),

evidenciam as vazões $Q_{95\%}$ e Q_{mfp} das áreas de estudo, com base em séries históricas superiores a 30 (trinta) anos de dados.

Diante dos resultados obtidos através do *software* SISCAH, foram determinadas as vazões consideradas para o cálculo dos indicadores da Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda. Para a unidade hidrográfica do Alto Iguaçu foram somadas as vazões do Rio Iguaçu e Rio da Várzea, a fim de obter os resultados somadas as áreas de drenagem.

Figura 5 - Localização das estações fluviométricas selecionadas para obtenção das disponibilidades e potencialidades hídricas nas Unidades Hidrográficas em estudo



Fonte: Autoria própria.

Base cartográfica: Agência Nacional de Águas (2018); Instituto das Águas do Paraná (2011); Paraná (2007).

Obteve-se uma vazão $Q_{95\%}$ de 221,277 m^3/s para a unidade hidrográfica do Baixo Ivaí, 94,541 m^3/s para a unidade hidrográfica do Alto Ivaí e 34,922 m^3/s para a unidade hidrográfica do Alto Iguaçu. Já as vazões médias de longo período para o Baixo Ivaí, Alto Ivaí e Alto Iguaçu, respectivamente, foram de 743,4157 m^3/s , 519,1065 m^3/s e 144,9091 m^3/s . Os resultados mostraram-se similares aos valores

apresentados no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Paraná (Tabela 3) (INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, 2010).

Tabela 3 - Dados das séries históricas das estações fluviométricas selecionadas para obtenção das disponibilidades e potencialidades hídricas.

Dados / Unidades Hidrográficas	Baixo Ivaí	Alto Ivaí	Alto Iguaçu	
Código da Estação	64693000	64675002	65060000	65155000
Nome do Rio	Rio Ivaí	Rio Ivaí	Rio Iguaçu	Rio da Várzea
Área de drenagem (km ²)	34432,00	23107,60	6065,00	2012,00
Período de dados	1974 - 2019	1974 - 2019	1930 - 2017	1930 - 2010
Número de anos analisados	46	46	88	81
Número de meses descartados ¹	11	1	12	54
Q _{95%} (m ³ /s)	221,277	94,541	24,322	10,600
Q _{95%} PLERH ² (m ³ /s)	207,59	94,44	22,03	11,23
Q _{mip} (m ³ /s)	743,4157	519,1065	109,8406	35,0685
Q _{mip} PLERH ² (m ³ /s)	700,96	509,51	114,03	38,89

Fonte: Autoria própria.

Nota: ¹Descartados os meses que apresentaram mais de 10% de falhas; ² Resultados de Q_{95%} e Q_{mip} apresentados no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Paraná (INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, 2010).

As demandas de retirada de água foram obtidas do estudo realizado pela Agência Nacional de Águas, de acordo com a metodologia apresentada no Manual de Usos Consuntivo de Água (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2019b). Os resultados foram agrupados por setor e por município (Apêndice D), das unidades hidrográficas em estudo (Tabela 3).

Tabela 4 - Demanda de retirada de água por setor nas Unidades Hidrográficas em estudo

Unidade Hidrográfica	Demanda de retirada de água (m ³ /s)							Total
	Abastecimento Urbano	Abastecimento Rural	Indústria de Transformação	Mineração	Geração Termelétrica	Dessedentação Animal	Agricultura Irrigada	
Alto Ivaí	1,0149	0,1811	1,4244	0,0053	0,0000	0,9611	0,2259	3,8127
Baixo Ivaí	0,8143	0,0641	1,9232	0,0012	0,0000	0,7868	2,7506	6,3401
Alto Iguaçu	8,4464	0,3011	1,5317	0,0331	0,7569	0,1827	0,2096	11,4615

Fonte: Agência Nacional de Águas (2019b).

Analisando as demandas de retirada de água, na unidade hidrográfica do Alto Ivaí os valores mais expressivos foram observados nos municípios de Turvo (0,7780 m³/s), Apucarana (0,4171 m³/s) e Jandaia do Sul (0,3110 m³/s). Neste aspecto, os setores que obtiveram as maiores demandas foram Indústria de transformação (1,4244 m³/s) e Abastecimento humano (1,0149 m³/s), nesta ordem (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2019b).

No Baixo Ivaí observou-se que os municípios de Querência do Norte (1,1223 m³/s), Santa Isabel do Paraná (0,7657 m³/s) e Paranavaí (0,4765 m³/s) possuem as maiores vazões de retirada. Já os setores que mais demandaram recursos hídricos foram a Agricultura irrigada (2,7506 m³/s), seguida da Indústria de transformação (1,9232 m³/s) (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2019b).

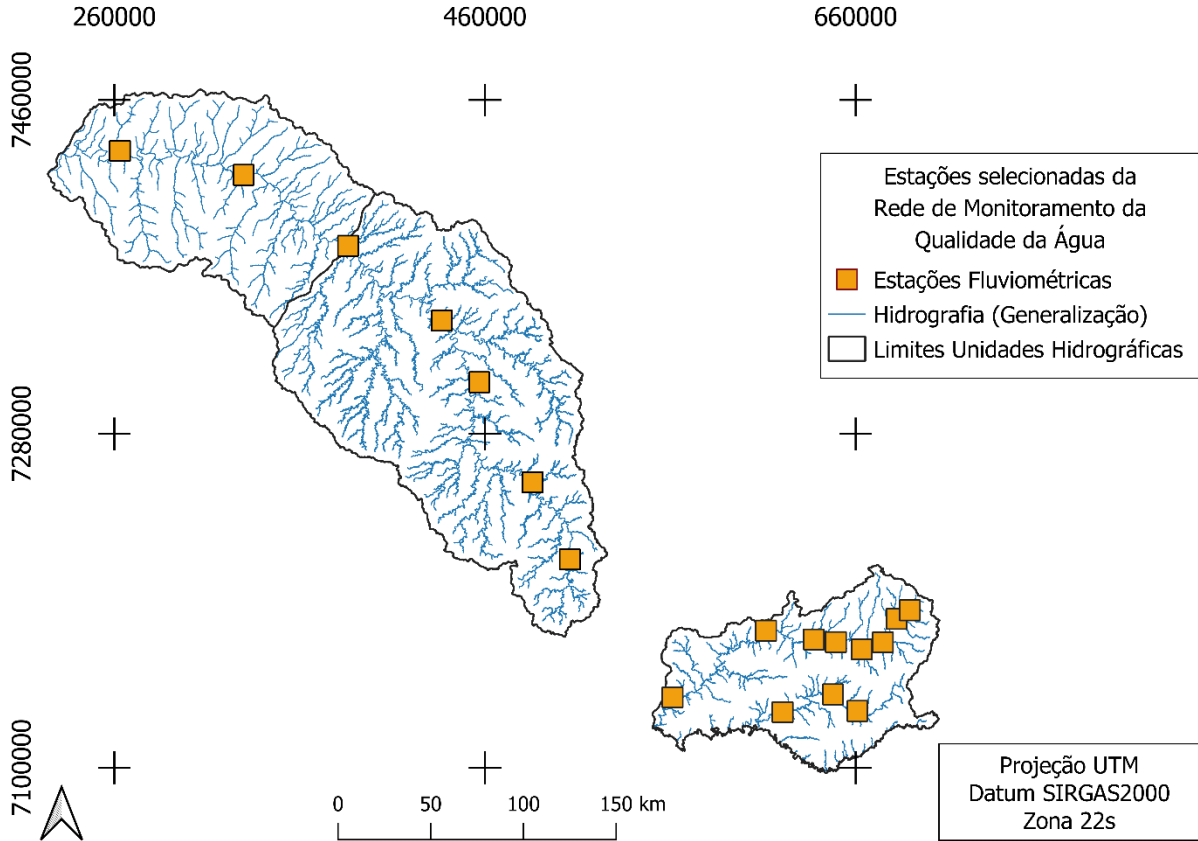
Na unidade hidrográfica do Alto Iguaçu merecem destaque os valores de retirada de Curitiba (5,8484 m³/s), Araucária (1,4489 m³/s) e São José dos Pinhais (0,9536 m³/s), sendo os setores usuários que mais demandaram retiradas são o Abastecimento humano (8,4464 m³/s) e a Indústria de transformação (1,5317 m³/s) (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2019b).

Para o cálculo do IQA, com base nos critérios estabelecidos e disponibilidade de dados, foram selecionadas três estações fluviométricas para o Baixo Ivaí, cinco estações para o Alto Ivaí e onze estações para o Alto Iguaçu (Figura 6; Apêndice E).

Ressalta-se que a estação fluviométrica de Porto Bananeira (código 64675002) foi considerada nos cálculos de IQA das unidades hidrográficas do Alto e Baixo Ivaí por estar localizada em sua divisa e possuir influência nas duas áreas de estudo. Evidencia-se que para a unidade hidrográfica do Alto Iguaçu foram consideradas as estações que perfazem o Rio Iguaçu e o Rio da Várzea, no entanto, foram desconsideradas as contribuições que possuem a foz no estado de Santa Catarina.

Na unidade hidrográfica do Baixo Ivaí, os resultados de IQA demonstram predomínio da classificação “regular” de qualidade das águas, frente as 12 (doze) coletas analisadas, sendo observado apenas 1 (uma) amostra com qualidade “ruim” e 4 (quatro) amostras com “boa” qualidade (Quadro 5).

Figura 6 - Localização das estações fluviométricas selecionadas para obtenção dos dados de qualidade das águas nas Unidades Hidrográficas em estudo



Fonte: Autoria própria.

Base cartográfica: Agência Nacional de Águas (2018); Instituto das Águas do Paraná (2011); Paraná (2007).

Quadro 5 - Resultados de IQA para as estações fluviométricas selecionadas na Unidade Hidrográfica do Baixo Ivaí

Baixo Ivaí						
Código da estação	Nome do Rio	Coletas				Média por estação
64685000	Porto Paraíso do Norte	54	73	48	64	60
64693000	Novo Porto Taquara	70	73	65	55	66
64675002	Porto Bananeira	68	75	76	54	68
Classes de IQA: 91-100: Ótima 71-90: Boa 51-70: Regular 25-50: Ruim 0-25: Péssima						

Fonte: Autoria própria.

Na unidade hidrográfica do Alto Ivaí, das 20 (vinte) coletas analisadas, apenas 3 (três) apresentaram classificação “ruim” e 6 (seis) apresentaram classificação “boa” de qualidade das águas, predominando os resultados de IQA da classificação “regular” (Quadro 6).

Quadro 6 - Resultados de IQA para as estações fluviométricas selecionadas na Unidade Hidrográfica do Alto Ivaí

Alto Ivaí						
Código da estação	Nome do Rio	Coletas				Média por estação
64620000	Rio dos Patos	59	64	69	46	60
64625000	Tereza Cristina	60	77	72	48	64
64645000	Porto Espanhol	65	52	79	62	65
64655000	Ubá do Sul	47	81	70	51	62
64675002	Porto Bananeira	68	75	76	54	68
Classes de IQA: 91-100: Ótima 71-90: Boa 51-70: Regular 25-50: Ruim 0-25: Péssima						

Fonte: Autoria própria.

Já na unidade hidrográfica do Alto Iguaçu, os resultados de IQA demonstram predomínio de qualidade das águas “ruim” ou “péssima”, sendo 20 (vinte) amostras enquadradas nas referidas classes, frente as 44 (quarenta e quatro) coletas analisadas. Ademais, 17 (dezessete) coletas obtiveram classificação “regular” de qualidade das águas e 7 (sete) amostras classificadas como de “boa” qualidade (Quadro 7).

Quadro 7 - Resultados de IQA para as estações fluviométricas selecionadas na Unidade Hidrográfica do Alto Iguaçu

Alto Iguaçu						
Código da estação	Nome do Rio	Coletas				Média por estação
65003950	Rio Iraí	66	71	74	70	70
65009000	Rio Iguaçu	38	30		42	34
65017006	Rio Iguaçu	38	46		31	34
65019980	Rio Iguaçu	34	39		37	33
65025000	Rio Iguaçu	45	28	42	46	40
65028000	Rio Iguaçu	53	32	29	40	39
65035000	Rio Iguaçu	58	56	60	62	59
65060000	Rio Iguaçu	58	60	37	54	52
65135000	Rio da Várzea	65	78	75	74	73
65136550	Rio da Várzea	65	66	71	64	67
65155000	Rio da Várzea	60	78	66	62	67
Classes de IQA: 91-100: Ótima 71-90: Boa 51-70: Regular 26-50: Ruim 0-25: Péssima						

Fonte: Autoria própria.

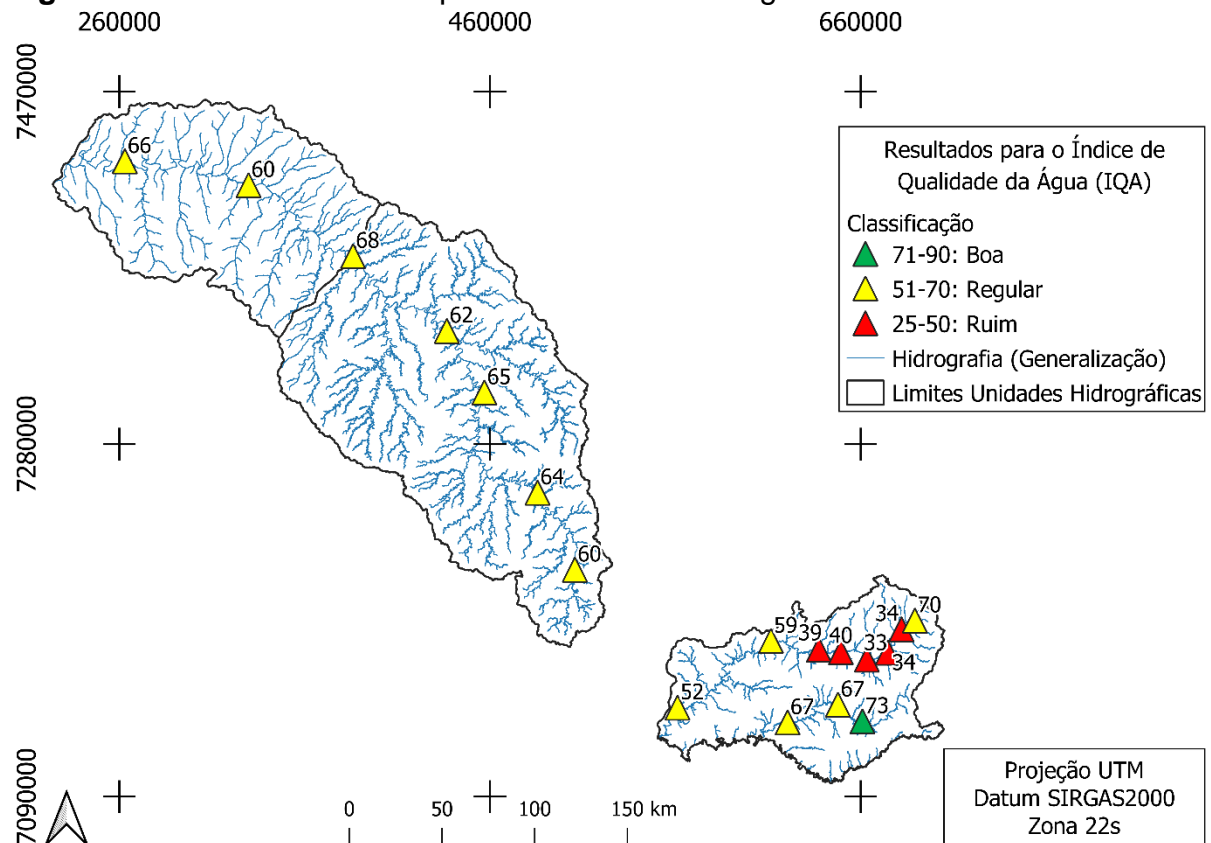
Portanto, calculando-se as médias de IQA por estação, para unidades hidrográficas em estudo, obteve-se 13 estações enquadradas na classe regular – todas do Baixo e Alto Ivaí, e 5 estações do Alto Iguaçu -, já a classe boa foi observada

em apenas 1 estação, no Alto Iguaçu, bem como, também foram enquadradas na classe ruim 5 estações desta unidade hidrográfica (Figura 7).

As classificações de IQA obtidas para o presente estudo, nas estações selecionadas, corroboram com os valores observados no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Paraná (INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, 2010) (Quadro 8).

Entre as 15 (quinze) estações comparadas, 10 (dez) apresentaram melhora quanto ao resultado de IQA, no entanto, apenas uma estação apresentou evolução de classificação, no Baixo Ivaí. Do mesmo modo, das 4 (quatro) estações que obtiveram resultados menores de IQA, apenas uma obteve enquadramento inferior ao observado no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Paraná, localizada no Alto Iguaçu.

Figura 7 - Resultados de IQA para as Unidade Hidrográficas em estudo.



Fonte: Autoria própria.

Base cartográfica: Agência Nacional de Águas (2018); Instituto das Águas do Paraná (2011); Paraná (2007).

Quadro 8 - Comparação entre os resultados de IQA do presente estudo e os apresentados no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Paraná para as estações fluviométricas selecionadas.

Resultados de IQA ¹ em comparação com o Plano Estadual de Recursos Hídricos ²								
Alto Iguaçu			Alto Ivaí			Baixo Ivaí		
Código da estação	IQA ¹	IQA PLERH ²	Código da estação	IQA ¹	IQA PLERH ²	Código da estação	IQA ¹	IQA PLERH ²
65003950	70	57	64620000	60	59	64685000	60	56
65009000	34	37	64625000	64	66	64693000	66	45
65017006	34	-	64645000	65	-	64675002	68	62
65019980	33	-	64655000	62	56			
65025000	40	29	64675002	68	62			
65028000	39	41						
65035000	59	58						
65060000	52	52						
65135000	73	-						
65136550	67	62						
65155000	67	77						

Fonte: Autoria própria.

Nota: ¹Resultados de IQA obtidos para o presente estudo; ²Resultados de IQA apresentados no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Paraná (INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, 2010).

Compilando-se os resultados de todos os indicadores que compõem a Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda (Tabela 5; 6), observa-se que todas as unidades hidrográficas apresentaram cenário ideal, segundo Vieira e Gondim Filho (2006), haja vista que a sustentabilidade hídrica descrita pelo autor é dada pela seguinte relação: a potencialidade deverá ser superior a disponibilidade, que deve ser maior que a demanda hídrica.

Tabela 5 - Resultados dos indicadores que compõem a Dimensão de Disponibilidade, Potencialidade e Demanda para as Unidades Hidrográficas em estudo

Unidades Hidrográficas	Potencialidade (m ³ /s)	Disponibilidade ¹ (m ³ /s)	Demanda (m ³ /s)	IQA (%)
Baixo Ivaí	743,4157	110,6385	6,3401	65
Alto Ivaí	519,1065	47,2705	3,8127	64
Alto Iguaçu	144,9091	17,461	11,4615	52

Fonte: Autoria própria.

Nota: ¹Disponibilidade adotada como 50% da vazão Q_{95%}.

Tabela 6 - Cálculo dos indicadores que compõem a Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda para as Unidades Hidrográficas em estudo

Cálculo dos indicadores			
Indicador	Baixo Ivaí	Alto Ivaí	Alto Iguaçu
Ativação das Potencialidades (Disponibilidade/Potencialidade)	0,15	0,09	0,12
Utilização das Potencialidades (Demanda/Potencialidade)	0,01	0,01	0,08
Utilização das Disponibilidades (Demanda/Disponibilidade)	0,06	0,08	0,66
Atendimento aos padrões de Qualidade da água (IQA)	0,65	0,64	0,52

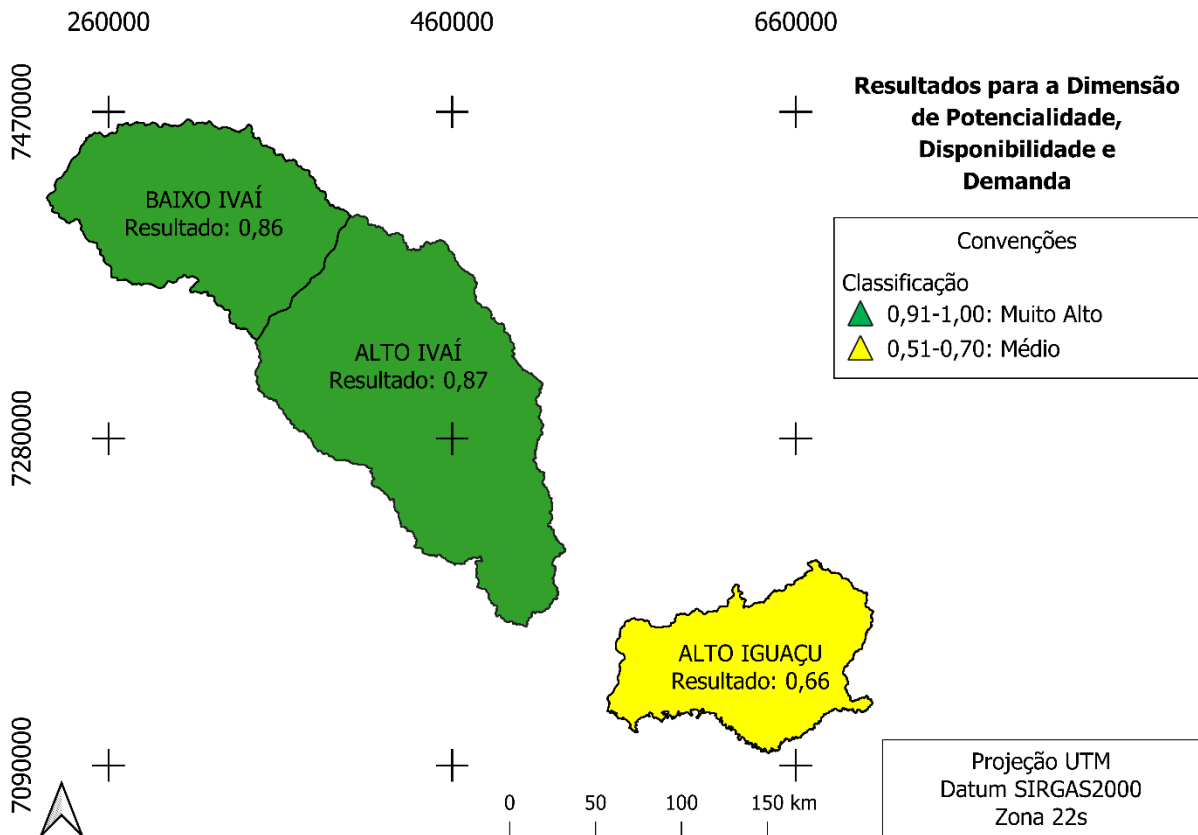
Fonte: Autoria própria.

Para o cálculo dos indicadores, foram empregadas as considerações preconizadas por Vieira e Gondim Filho (2006):

- Ativação da Potencialidade – relação entre disponibilidade e potencialidade: nível de ativação do potencial hídrico da região hidrográfica, variando entre 0 e 1, indicando que quanto mais próximo de 1, mais ativados estarão os recursos potenciais da região hidrográfica;
- Utilização da Disponibilidade – relação entre demanda e disponibilidade: grau de utilização da disponibilidade, indicando quando o seu valor é menor que 1 que a disponibilidade satisfaz as demandas e, quando é maior que 1, significa que a não está sendo suficiente para atender as demandas, existindo uma demanda reprimida;
- Utilização da Potencialidade – relação entre demanda e potencialidade: grau de utilização do potencial, indicando que quanto mais próximo for o seu valor de 0,8, mais próxima estará a unidade de planejamento de atingir o limite máximo da utilização do seu potencial.

Aplicando-se a Equação 1, para ponderação dos resultados dos indicadores de Ativação das Potencialidades, Utilização das Potencialidades e Utilização das Disponibilidades, obteve-se os valores de classificação de cada indicador (Figura 8; Quadro 9). Para o indicador de Atendimento dos padrões de Qualidade da Água, realizou-se apenas a linearização dos percentuais.

Figura 8 - Resultados para a Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda nas Unidades Hidrográficas em estudo



Fonte: Autoria própria.
Base cartográfica: Paraná (2007).

Quadro 9 - Resultados e classificações obtidas para os indicadores da Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda nas Unidades Hidrográficas em estudo

Resultado da Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda						
Indicador	Baixo Ivaí	Grau ¹	Alto Ivaí	Grau ¹	Alto Iguaçu	Grau ¹
Ativação das Potencialidades	0,85	Alto	0,91	Muito Alto	0,88	Alto
Utilização das Potencialidades	0,99	Muito Alto	0,99	Muito Alto	0,90	Alto
Utilização das Disponibilidades	0,94	Muito Alto	0,92	Muito Alto	0,34	Baixo
Qualidade da água (IQA)	0,65	Médio	0,64	Médio	0,52	Médio
DPDD²	0,86	Alto	0,87	Alto	0,66	Médio

Fonte: Autoria própria.

Nota: ¹Graus de classificação: 0,91-1,00: Muito Alto | 0,71-0,90: Alto | 0,51-0,70: Médio | 0,26-0,50: Baixo | 0-0,25: Muito Baixo; ²Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda.

A unidade hidrográfica do Baixo Ivaí apresentou a situação mais crítica para o indicador de Qualidade da água, classificado com médio grau de sustentabilidade, por conseguinte, os demais indicadores apresentaram classes de alto a muito alto, resultando em um conceito global alto para a dimensão de Potencialidade

Disponibilidade e Demanda. A mesma situação foi observada na unidade do Alto Ivaí, classificado com alto grau de sustentabilidade na presente dimensão.

Já o Alto Iguaçu obteve classificação global de médio grau de sustentabilidade, apresentando criticidade no indicador de utilização das disponibilidades – classificado como baixo grau de sustentabilidade –, indicando a necessidade de atenção quanto a elevada demanda frente às disponibilidades hídricas na bacia.

Apesar de todas as unidades hidrográficas apresentarem situação relativamente confortável quanto aos indicadores propostos nesta dimensão, cabe destacar que a situação dos recursos hídricos pode ser afetada por fatores como eventos climáticos extremos de seca que podem intensificar o déficit hídrico em uma região; o aumento da demanda hídrica em dada localidade, seja pelo crescimento populacional ou pela instalação de mais empreendimentos e atividades econômicas; além da poluição da água pelo lançamento indiscriminado de efluentes sem tratamento adequado, pois reduz a oferta de água com qualidade adequada aos usos múltiplos (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2019a).

Portanto, a criticidade de uma bacia hidrográfica quanto a disponibilidade hídrica pode ocorrer devido a fatores naturais ou devido a altas demandas e/ou poluição hídrica, exigindo ações de gestão dos recursos hídricos cada vez mais efetivas.

Já a qualidade da água é condicionada por variáveis naturais ligadas, por exemplo, ao regime de chuvas, escoamento superficial, cobertura vegetal, e por impactos antrópicos, como o lançamento de efluentes, provenientes de fontes pontuais e fontes difusas, o manejo dos solos, entre outros (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2019a).

O monitoramento da qualidade da água é importante no sentido de apontar tendências e áreas prioritárias para o controle da poluição hídrica. Sem esta informação, torna-se difícil o planejamento e a efetividade destas ações e instrumentos de gestão, como o enquadramento de corpos hídricos em classes de qualidade segundo os usos preponderantes da água (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2019a).

Diante dos resultados obtidos, evidencia-se o indicador de qualidade da água apresentou, de forma unânime, a necessidade de melhoria para o alcance das metas relacionadas ao ODS 6:

- Meta 6.1: Até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo à água para consumo humano, segura e acessível para todas e todos;
- Meta 6.3: Até 2030, melhorar a qualidade da água nos corpos hídricos, reduzindo a poluição, eliminando despejos e minimizando o lançamento de materiais e substâncias perigosas, reduzindo pela metade a proporção do lançamento de efluentes não tratados e aumentando substancialmente o reciclo e reuso seguro localmente;
- Meta 6.4: Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores, assegurando retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, 2019).

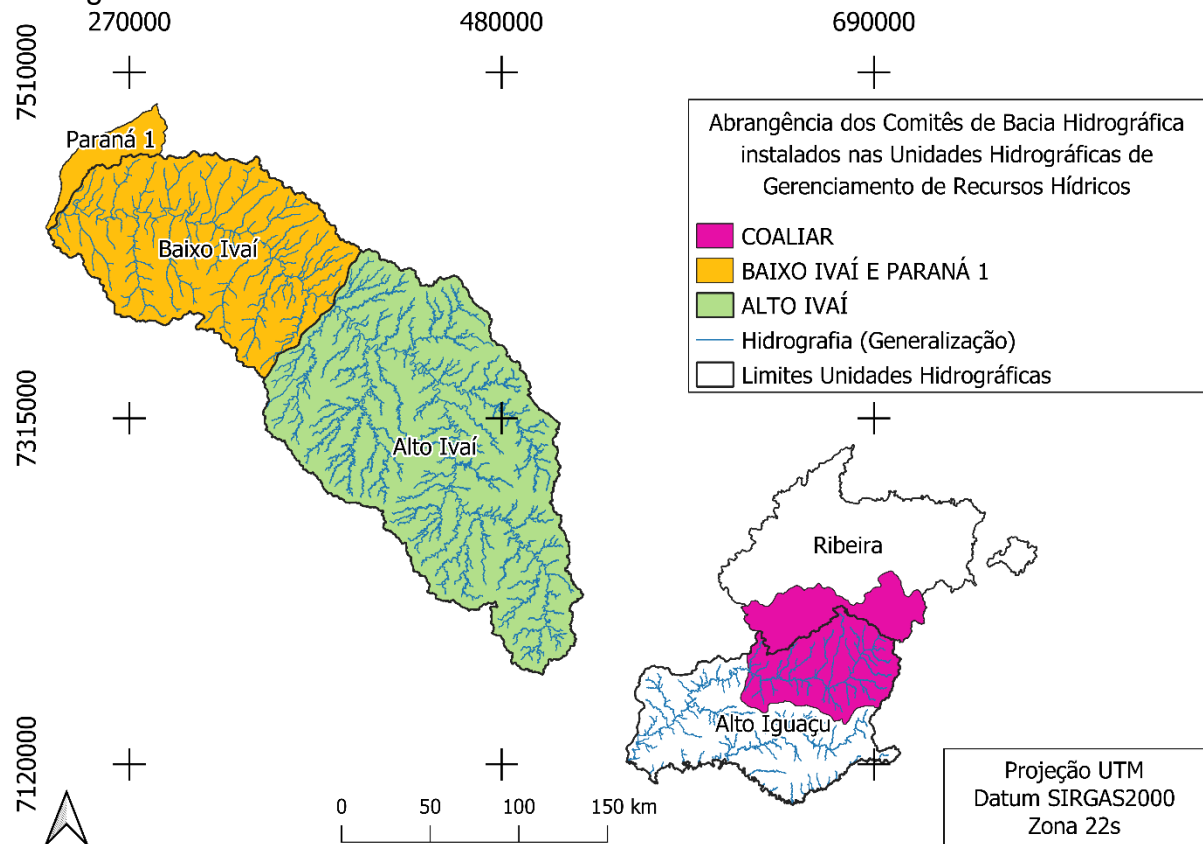
6.3.3 Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos

As informações acerca dos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs) existentes no Paraná podem ser acessadas pelo endereço eletrônico do Instituto Água e Terra, que está em fase de construção – a fim de compilar as informações dos órgãos estaduais incorporados.

A Lei Estadual nº 16.242/2009, definiu que os CBHs do Paraná terão como unidade territorial “as unidades hidrográficas de gerenciamento de recursos hídricos na forma de: I - bacia hidrográfica em sua totalidade; II – conjunto de bacias hidrográficas; e III - porções de uma determinada bacia hidrográfica” (PARANÁ, 2009b).

Os comitês são constituídos pelos setores com interesse sobre a água na área de abrangência da unidade territorial de interesse, podendo ter várias articulações de atuação. Para o presente estudo de caso, considerou-se a existência e atuação dos comitês independente da proporção de sua área de abrangência, haja vista que a área da unidade hidrográfica nem sempre corresponde a área de atuação do comitê, de mesmo modo com o que ocorre com os limites político-administrativos (Figura 9).

Figura 9 - Abrangência dos Comitês de Bacia Hidrográfica nas Unidades Hidrográficas em estudo



Fonte: Autoria própria.

Base cartográfica: Instituto das Águas do Paraná (2011); Paraná (2007).

Nota: COALIAR - Comitê das Bacias do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira.

A principal competência de um comitê consiste em aprovar o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2011a). Esse plano, cujo conteúdo mínimo encontra-se definido no artigo 7º da Lei nº 9.433/1997 e regulamentado pela Resolução nº 145/2012 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), constitui-se no instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos cuja prerrogativa legal é exclusiva do comitê (BRASIL 1997; 2013).

Entre as atribuições relevantes dos comitês está o estabelecimento de propostas sobre usos não outorgáveis ou de pouca expressão, ditos insignificantes; e a proposição de alternativa de enquadramento dos corpos d'água, caracterizado pelo estabelecimento de meta ou o objetivo de qualidade de água (classe) a ser alcançado ou mantido em um segmento de corpo d'água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo. Para implementação das propostas os comitês necessitam da aprovação dos conselhos de recursos hídricos competentes (BRASIL, 1997).

Nesse sentido, o comitê deve promover o debate das questões relacionadas aos recursos hídricos e a articulação entre os setores Usuários, Sociedade Civil e Poder Público.

Para atribuição de pontuação nos quesitos estabelecidos para os indicadores da Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento dos Recursos Hídricos foram analisadas as informações disponíveis acerca do nível de implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos nas unidades hidrográficas em estudo (Quadro 10).

Quadro 10 - Pontuação atribuída aos quesitos s da Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos, nas Unidades Hidrográficas em estudo

Indicador	Quesito	Valor	Pontuação			
			Alto Iguaçu	Baixo Ivaí	Alto Ivaí	
Comitê de Bacia Hidrográfica	Nenhuma ação no sentido de criação de comitê na bacia	0	-	-	-	0,75
	Existência de Decreto de criação de CBH	0,25	✓	✓	✓	
	Existência de informações sobre composição do Comitê, contendo: entidades, membros, mandatos e informações de contato	0,25	✓	✓	✓	
	Composição do CBH de acordo com o estabelecido no Art. 8º da Resolução 5/2000 do CNRH	0,25	✓	✓	✓	
	Disponibilização de informações sobre atuação do Comitê: atas de reuniões, convocatórias e/ou relatórios de atividades	0,25	✓	✓	-	
Plano de Recursos Hídricos	Nenhuma ação no sentido de elaboração do plano de recursos hídricos da bacia	0	-	-	-	0
	Proposta de Plano de Recursos Hídricos da bacia em análise pelo CBH ou em elaboração	0,25	-	✓	-	
	Plano de Recursos Hídricos da bacia aprovado pelo CBH	0,40	✓	-	-	
	O Plano de Recursos Hídricos da bacia contempla os requisitos mínimos apontados no artigo 7º da Lei das Águas	0,30	✓	-	-	
	O Plano de Recursos Hídricos da bacia possui articulação e integração com as demais políticas e planos setoriais, especialmente com as áreas de gestão e planejamento ambiental e territorial	0,30	✓	-	-	

(conclusão)							
Indicador	Quesito	Valor	Pontuação			Alto Ivaí	
			Alto Iguaçu	Baixo Ivaí			
Outorga	Nenhuma ação no sentido de implantação da outorga na bacia	0	-	-	-	-	
	Definição de critérios e normas gerais para prioridades de outorga de direito de uso, bem como para as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, aprovado pelo CBH e CERH	0,25	✓	-	-	-	
	Sistema de cadastro de outorgas e usuários, disponibilizando informações sobre volumes outorgados	0,25	✓	✓	✓	✓	
	Implementados critérios e normas para outorga, estabelecidos pela Agência de Águas	0,25	✓	✓	✓	✓	
	Implementados critérios para os usos considerados insignificantes e não sujeitos a outorga, estabelecidos pela Agência de Águas	0,25	✓	✓	✓	✓	
				1,0	0,75	0,75	
Cobrança	Nenhuma ação no sentido de implantação da cobrança na bacia	0	-	-	✓	-	
	Proposta de cobrança em análise pelo CBH ou em elaboração	0,25	-	✓	-	-	
	Cobrança aprovada pelo CBH	0,40	✓	-	-	-	
	Cobrança aprovada pelo CERH	0,30	✓	-	-	-	
	Existência de plano de aplicação dos recursos arrecadados	0,30	✓	-	-	-	
			1,0	0,25	0		
Enquadramento	Nenhuma ação no sentido de proposição do enquadramento na bacia	0	-	-	-	-	
	Proposta de enquadramento em análise pelo CBH ou em elaboração	0,25	-	✓	-	-	
	Enquadramento aprovado pelo CBH	0,40	✓	-	-	-	
	Enquadramento aprovado pelo CERH	0,30	✓	-	-	-	
	Definição de classes de corpos de água em dispositivos legais, estabelecidas pelo CBH e/ou pela Agência de Águas	0,30	✓	✓	✓	✓	
			1,0	0,55	0,30		
Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos	Nenhuma ação no sentido de criação do sistema de informações sobre recursos hídricos na bacia	0	-	-	-	-	
	Produção e divulgação de dados qualitativos sobre recursos hídricos	0,25	✓	✓	✓	✓	
	Produção e divulgação de dados quantitativos sobre recursos hídricos	0,25	✓	✓	✓	✓	
	Sistema de Informação periodicamente atualizado e alimentado	0,25	✓	✓	✓	✓	
	Sistema de Informação de fácil acesso, garantido à toda a sociedade	0,25	✓	✓	✓	✓	
			1,0	1,0	1,0		
Média			1,0	0,63	0,47		

Fonte: Autoria própria.

A unidade hidrográfica do Alto Iguaçu possui cerca de 35% de sua área abrangida pelo Comitê das Bacias do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira – COALIAR, com 3591,36 km² no Alto Iguaçu e 2225,53 km² no Alto Ribeira. A área

correspondente a unidade hidrográfica do Alto Iguaçu compreende as sub-bacias dos rios formadores do Rio Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba.

O COALIAR foi aprovado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Paraná – CERH/PR através da Resolução nº 02 CERH/PR, de 27 de julho de 2001, sendo instituído em 13 de dezembro de 2005 pelo Decreto Estadual nº 5.878/2005 (PARANÁ, 2001; 2005).

A Lista de membros do referido Comitê, referente ao 5º Mandato (2017 a 2021), apresenta a relação dos titulares e suplentes que representam cada setor: 31% de Poder Público; 39% de Usuários; e 30% de Sociedade Civil, perfazendo 37 titulares e 34 suplentes, de um total de 71 membros.

A composição do Comitê supracitado está de acordo com o estabelecido no Art. 8º da Resolução 5/2000 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, além de respeitar o disposto no Art. 8º, parágrafo segundo, do Decreto Estadual nº 9130/2010, que estabelece o mínimo de dez e o máximo de quarenta membros, compostos por até dois quintos de representantes do Poder Executivo da União, do Estado e dos Municípios; até dois quintos de representantes de usuários de recursos hídricos; e mínimo de um quinto de representantes de entidades da sociedade civil com atuação regional relacionada a recursos hídricos (BRASIL, 2000; PARANÁ, 2010a).

Com relação a atuação do comitê, são disponibilizadas informações sobre reuniões ordinárias e extraordinárias realizadas desde 2006 até 2019, apresentando pautas, atas, lista de presença e documentos relacionados.

De mesmo modo, destaca-se que são disponibilizadas as Resoluções do COALIAR, o Regimento Interno, as Câmaras Técnicas, o Plano de Recursos Hídricos das Bacias, entre outros.

A PNRH dispõe que os Planos de Recursos Hídricos são instrumentos de planejamento que fundamentam e orientam a implementação da política e o gerenciamento dos recursos hídricos, os quais devem estabelecer articulação e integração com as demais políticas e planos setoriais, especialmente com as áreas de gestão e planejamento ambiental e territorial (BRASIL, 1997).

O conteúdo mínimo dos Planos de Recursos Hídricos deve abranger (BRASIL, 1997):

- I - diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos;
- II - análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo;

III - balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais;
IV - metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis;
V - medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados, para o atendimento das metas previstas;
VI - (VETADO)
VII - (VETADO)
VIII - prioridades para outorga de direitos de uso de recursos hídricos;
IX - diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
X - propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos.
(Art. 7º da Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997).

O Plano de Recursos Hídricos das Bacias do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira foi aprovado pelo referido comitê através da Resolução COALIAR nº 06/2013. O referido plano contempla os aspectos mínimos estabelecidos no art. 7º da Política Nacional de Recursos Hídricos – Lei Federal nº 9433/1997.

Ademais, o plano aborda ações que visam a melhoria quali-quantitativa dos recursos hídricos nas bacias em questão, complementando outros planos e programas setoriais (planos de saneamento básico, diretores municipais, de recursos hídricos, habitação de interesse social, entre outros), uma vez que estes planos e programas devem estar integrados para a eficiência de sua implementação e ainda, possuem objetivos comuns. O referido comitê determinou ainda, em seu plano de bacias, os usos preponderantes e mais restritivos para uso dos recursos hídricos.

Entre as informações produzidas pelo comitê é disponibilizado o Resumo Executivo intitulado "Atualização do Cadastro dos Usuários de Recursos Hídricos nas Bacias do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira - Setembro de 2018", que consolida o trabalho de levantamento de usuários de recurso hídricos, realizado entre 2015 e 2016.

No plano há apresentação de proposta de atualização do enquadramento dos corpos de água superficiais de domínio do Estado do Paraná, na área de abrangência do Comitê das Bacias do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira, em classes, de acordo com os usos preponderantes, a qual foi aprovada pela Resolução COALIAR nº 04/2013 e pela Resolução CERH/PR nº 84/2013.

Na mesma oportunidade, houve a proposição de mecanismos relacionados com a cobrança pelo direito de uso de recursos hídricos em corpos de água das bacias do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira, aprovada pela Resolução COALIAR nº 05/2013 e Resolução CERH/PR nº 85/2013 (PARANÁ, 2013b), para o Setor Industrial

e de Saneamento, tornando-se o único CBH de abrangência estadual que faz a cobrança do uso da água.

Consta ainda no Plano de Bacias o Programa de investimentos e pré-requisitos para alocação de recursos, onde são especificadas ações que contribuem para o direcionamento da aplicação dos recursos provenientes da cobrança pelo direito do uso da água.

O fundamento legal que orienta a Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos foi promulgado pela Lei das Águas, consistindo no reconhecimento da água como um recurso natural limitado e dotado de valor econômico (BRASIL, 1997).

Nesses termos, a Cobrança visa incentivar a racionalização do uso dos recursos hídricos, além da obtenção de recursos financeiros para o financiamento dos programas e ações contemplados nos planos de recursos hídricos, pagamento de despesas de implantação e custeio administrativo do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH (BRASIL, 1997).

Os mecanismos e valores de cobrança são discutidos no âmbito dos Comitês de Bacia Hidrográfica, estando sujeitos a este instrumento os usos que dependem da Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos, além da integração destes com os Planos de Recursos Hídricos, responsáveis por definirem as prioridades de uso e o enquadramento dos corpos d'água em classes relativas aos usos preponderantes (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2014).

No Paraná, o Decreto Estadual nº 7.348/2013 regulamenta a cobrança pelo direito de uso de recursos hídricos e delega ao CERH/PR a função de estabelecer os critérios e as normas gerais, bem como apreciar e aprovar anualmente relatório sobre o funcionamento do sistema de arrecadação e cobrança. Ao antigo Instituto das Águas do Paraná cabe a responsabilidade de efetuar a cobrança e demais atribuições administrativas que envolvam o faturamento, a arrecadação e as interações desse instrumento a gestão dos recursos hídricos (PARANÁ, 2013a).

Os recursos arrecadados com a cobrança pelo direito de uso de recursos hídricos e inscritos como receita do Fundo Estadual de Recursos Hídricos devem ser aplicados na bacia hidrográfica em que foram gerados. Além disso, 7,5% desse recurso é disponibilizado à Agência de Bacia, no caso, o Instituto Água e Terra, para fins de custeio do sistema (INSTITUTO ÁGUA E TERRA, 2020b).

O Comitê das Bacias do Baixo Ivaí e Paraná 1 foi aprovado CERH/PR através da Resolução CERH nº 62/2010 e instituído pelo Decreto Estadual nº 3.048/2011. A

unidade hidrográfica do Baixo Ivaí está integralmente compreendida na área de atuação do referido comitê, compondo 91,38% dos 14698,64 km² de sua abrangência.

A composição do Comitê das Bacias do Baixo Ivaí e Paraná 1 para o Mandato 2017-2021 possui 39 membros e 39 suplentes, dos quais, 38,5% pertencem ao setor do Poder Público, 20,5% compreendem o setor Usuário e 41% compõem o Setor da Sociedade Civil, respeitando o disposto no Art. 8º da Resolução 5/2000 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos e Art. 8º, parágrafo segundo, do Decreto Estadual nº 9130/2010 (BRASIL, 2000; PARANÁ, 2010a).

Na página do referido comitê constam as atas de reuniões ordinária realizadas por seus membros, sendo a última informação disponibilizada do ano de 2015. Já a Câmara Técnica de Acompanhamento do Plano de Bacia realizou a última reunião em 2019, cuja pauta abordou discussões sobre os produtos apresentados pela empresa consultora que está elaborando o Plano das Bacias do Baixo Ivaí e Paraná 1.

O Plano, em elaboração, contempla os usos preponderantes da água, proposta de enquadramento dos cursos d'água, além de critérios e normas sobre a cobrança pelo direito de uso de recursos hídricos a serem aplicados aos usuários de recursos hídricos das bacias.

Os Relatórios Técnicos Parciais e o Relatório Final do Plano das Bacias são disponibilizados para consulta na página do comitê e possuem indicação de que estão em análise pela Câmara Técnica de Acompanhamento do Plano de Bacia (CTPLAN). Portanto, o plano ainda não foi aprovado na íntegra pelo respectivo comitê.

Enquanto a proposta de enquadramento dos cursos d'água do Baixo Ivaí e Paraná 1 não é aprovada pelo comitê e pelo CERH/PR, são adotadas as Portarias SUDERHMA nº 011/1991 e nº 019/1992 para definição da Classe 2 em todos os corpos d'água da Bacia do Rio Ivaí e Paraná 1, com exceção dos mananciais de abastecimento público da Bacia do Rio Ivaí que em condições específicas³, pertencem a Classe 1 e dois córregos no município de Maringá que pertencem a Classe 3.

³ PORTARIA SUREHMA Nº 019/1992:

Art. 2º - Constitui exceção ao enquadramento constante no Art. 1º.

I – Todos os cursos d'água utilizados para abastecimento público e seus afluentes, desde suas nascentes até a seção de captação para abastecimento público, quando a área desta bacia de captação for menor ou igual a 50 (cinquenta) quilômetros quadrados, tais como os abaixo relacionados, pertencem à classe "1". (...).

O enquadramento é o instrumento da PNRH que estipula o nível de qualidade da água a ser atingido ou sustentado ao longo do tempo por um corpo de água, seja em sua integralidade ou em um segmento.

A Resolução nº 357/2005 do CONAMA, alterada pelas resoluções nº 410/2009 e nº 430/2011, estabelece a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como, as condições e padrões de lançamento de efluentes (BRASIL, 2005).

O enquadramento se adquire especial relevância por sua relação com os demais instrumentos de gestão dos recursos hídricos, a exemplo da outorga, que deverá respeitar a classe em que o corpo de água estiver enquadrado (BRASIL, 1997).

No Paraná, segundo a PERH/PR, as propostas de enquadramento dos corpos de água em classes segundo os usos preponderantes, além de constar nos planos de bacia hidrográfica devem ser homologadas pelo CERH/PR (PARANÁ, 1999; 2009a).

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Ivaí abrange a mesma área da unidade hidrográfica em questão, sendo aprovado pela Resolução CERH nº 78/2012 e instituído pelo Decreto Estadual nº 8.859/2013. Apesar dos sete anos de existência, o referido comitê encontra-se, ainda, em processo de instalação.

Em 11 de agosto de 2020 ocorreu a 1ª Reunião Ordinária do Comitê de Bacia do Alto Ivaí, a qual abordou discussão acerca da Minuta de Regimento Interno, que resultou em sua aprovação, além de informações quanto ao processo de eleição da Mesa Diretora, ocorrido em 1º de setembro de 2020, na 1ª reunião extraordinária do comitê.

A composição do comitê para o mandato de 2020 a 2024 conta com 29 membros e 28 suplentes, dos quais 38% integram o setor do Poder Público, 34% compõem o setor Usuário e 28% compreendem o setor da Sociedade Civil, em respeito ao disposto no Art. 8º da Resolução 5/2000 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos e Art. 8º, parágrafo segundo, do Decreto Estadual nº 9130/2010 (BRASIL, 2000; PARANÁ, 2010a).

Com a eleição de sua diretoria, o Comitê do Alto Ivaí entra em atividade e passa a realizar a gestão de recursos hídricos na Região Central do estado do Paraná. Portanto, evidencia-se que o referido comitê não possui Plano de Recursos Hídricos, tão pouco, proposta de cobrança e de critérios e normas gerais para prioridades de outorga de direito de uso dos recursos hídricos na bacia.

Os critérios e normas definidos para outorga de uso dos recursos hídricos, bem como, os usos considerados insignificantes, seguem o estabelecido para todo o estado do Paraná através do Decreto Estadual nº 9957/2014 e Portaria nº 130/2020 do Instituto Água e Terra (INSTITUTO ÁGUA E TERRA, 2020a).

De mesmo modo, o enquadramento dos corpos d'água obedece a Portaria SUDEHRMA nº 019/1992, que definiu como Classe 2 todos os rios da Bacia do Rio Ivaí, exceto os mananciais de abastecimento público, conforme anteriormente exposto.

De acordo com a Lei das Águas, a outorga de direitos de uso de recursos hídricos se constitui no instrumento da PNRH que tem como objetivo o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água, que se materializa via ato administrativo emitido pelo Poder Público outorgante, conforme a dominialidade dos recursos hídricos – União, Estados e DF (BRASIL, 1997).

Os comitês de bacia são responsáveis por propor aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos os usos que não necessitam de outorga, no entanto, quando não há essa definição, as entidades públicas outorgantes podem definir, de acordo com o domínio do corpo hídrico, os usos que não serão sujeitos à outorga. Contudo, ressalta-se que esses usos insignificantes devem ser cadastrados junto à autoridade outorgante (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2011b).

No Paraná, o regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos está previsto na PERH/PR e na Lei Estadual nº 16.242/2009 e atualmente é regulamentada pelo Decreto Estadual nº 9957, de 23 de janeiro de 2014 (PARANÁ, 1999; 2009a, 2014). Os critérios de usos insignificantes que ensejam a dispensa da outorga estão expostos na Portaria do Instituto Água e Terra nº 130/2020 (INSTITUTO ÁGUA E TERRA, 2020a), razão pela qual todas as bacias do estado possuem critérios e normas para outorga implementados, bem como, a definição de usos considerados insignificantes, estabelecidos pela entidade que desempenha a função de Agência de Águas.

Os atos de autorização de uso de recursos hídricos de domínio estadual são de competência do Instituto Água e Terra, criado pela Lei nº 20.070/2019, por meio da incorporação do Instituto de Terras, Cartografia e Geologia e do Instituto das Águas do Paraná pelo Instituto Ambiental do Paraná. Diante disso, as informações sobre

volumes outorgados são disponibilizadas pelo antigo Instituto das Águas do Paraná, atual Instituto Água e Terra.

O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos é um instrumento criado com a pretensão de compor um vasto sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos, bem como, de fatores intervenientes para sua gestão, sendo essencial para disseminar o conhecimento sobre a situação dos recursos hídricos à sociedade, formando a base que reúne e sistematiza os dados que devem apoiar processos de tomada de decisão (BRASIL, 1997).

Esse instrumento torna-se mais importante quando compõe um modelo de gestão baseado na participação da sociedade no processo decisório, uma vez que a disseminação de informações confiáveis é determinante para auxiliar na tomada de decisões seguras e responsáveis por parte da sociedade civil, dos usuários e do poder público (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA, 2016).

Nesse contexto, as informações sobre os recursos hídricos são fundamentais para aplicação dos outros instrumentos da Política, como as ações propostas pelos planos de recursos hídricos e pelo enquadramento, a emissão de outorgas e os consequentes valores a serem cobrados pelo uso da água, bem como as ações de fiscalização, exigem bases sólidas e confiáveis de informações para uma implantação mais efetiva e próxima à realidade das bacias hidrográficas.

No Paraná, o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos (SEIRH/PR) foi concebido na PERH/PR para ser compatível com o SNIRH. Os princípios para o funcionamento do SEIRH/PR têm como base a descentralização na aquisição e produção dos dados e informações; a coordenação unificada do sistema; e a garantia de livre acesso às informações (PARANÁ, 1999).

É atribuição do antigo Instituto das Águas do Paraná, atual Instituto Água e Terra a administração e atualização do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos, devendo manter o cadastro de usos e usuários de águas, além de divulgar dados e informações (PARANÁ, 2009a).

Como parte do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos do estado do Paraná, os dados hidrometeorológicos são monitorados através de estações fluviométricas e pluviométricas, fornecendo dados quantitativos e qualitativos sobre os recursos hídricos, integrando a Rede Hidrometeorológica Nacional.

Atualmente, o Estado monitora a quantidade de chuva, nível, vazão, qualidade da água, sedimentometria, levantamentos topobatimétricos e dados telemétricos em todas as estações monitoradas pelo Instituto Água e Terra, garantindo a atualização, manutenção e disponibilização dos dados no Sistema de Monitoramento de Recursos Hídricos (SMRH), a partir da geração de informações confiáveis e de qualidade técnica (INSTITUTO ÁGUA E TERRA, 2020b).

O Instituto Água e Terra disponibiliza as informações sobre Recursos Hídricos através de seu endereço eletrônico, incluindo compartilhamento de arquivos, como planilhas de outorgas emitidas e dados geoespaciais. Encontra-se em fase de desenvolvimento a modernização do sistema, o que o tornará mais ágil e integrado a outras informações, principalmente interrelacionando as outorgas com o licenciamento. O novo sistema é denominado Sistema Integrado de Gestão Ambiental e Recursos Hídricos (SIGARH) e está sendo financiado pelo Banco Mundial (INSTITUTO ÁGUA E TERRA, 2020b).

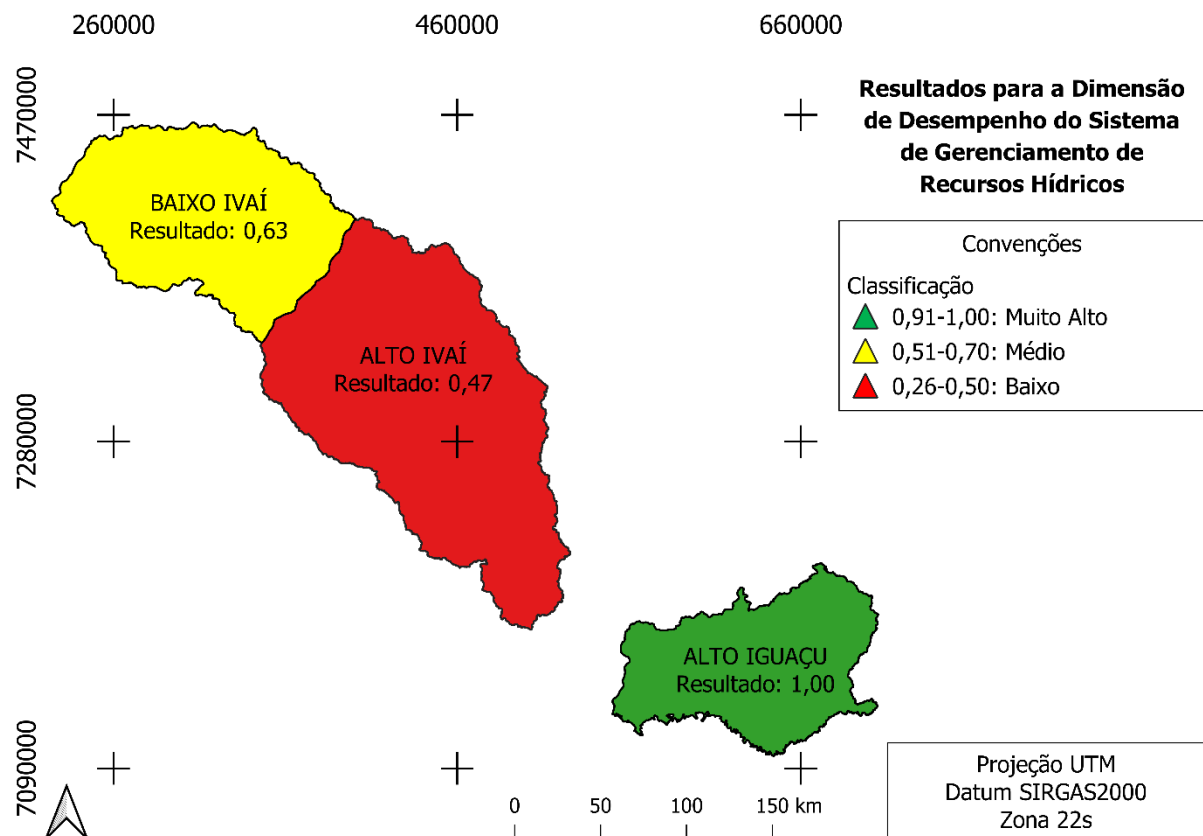
O SIGARH possibilita a desburocratização de processos, modernização de procedimentos, além de gerar mais eficiência e maior transparência de gestão da Política Estadual de Recursos Hídricos. O referido sistema permite a integração de dados e informações de outorga, cobrança, monitoramento e gestão das bacias hidrográficas (INSTITUTO ÁGUA E TERRA, 2020b).

Foi inserido no SIGARH o módulo de Gestão de Bacias Hidrográficas, que se trata de um subsistema para gerenciamento e acompanhamento das ações de cada um dos Planos de Bacias Hidrográficas, para que, tanto os membros dos comitês, quanto a sociedade possam acompanhar a evolução das metas estabelecidas nos respectivos planos e a melhoria efetiva na qualidade dos corpos hídricos (INSTITUTO ÁGUA E TERRA, 2020b).

O SIGARH conta ainda com o “Portal Geo” que fornece acesso as informações sobre outorgas, rede de estações de monitoramento e dados hidrológicos, índices de qualidade da água e indicadores de demanda e uso dos recursos hídricos, bem como informações relacionadas ao SEGRH. A referida plataforma, baseada em Sistemas de Informações Geográficas (SIG), disponibiliza recursos de análise e visualização geográfica sobre as bases de dados oficiais do Estado, permitindo o cruzamento de dados e geração de mapas temáticos (INSTITUTO ÁGUA E TERRA, 2020b).

Considerando o nível de implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos aplicados e/ou em elaboração nas unidades hidrográficas, obteve-se qualitativamente grau muito alto de desempenho do sistema de gerenciamento de recursos hídricos para o Alto Iguaçu, médio grau de desempenho para o Baixo Ivaí e baixo grau de desempenho no Alto Ivaí (Figura 10; Quadro 11).

Figura 10 - Resultados para a Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos nas Unidades Hidrográficas em estudo



Fonte: Autoria própria.
Base cartográfica: Paraná (2007).

De mesmo modo, ao sistematizar dados e informações sobre a aplicação dos instrumentos da PNRH, e consequentemente da PERH/PR, no Estado do Paraná e ao nível territorial da atuação dos CBHs de âmbito estadual, Esteves (2018) considerou os comitês em efetivo funcionamento com base na existência de algum tipo de informação sobre reuniões ordinárias e divulgação de deliberações, enquadrando-se nestes aspectos os CBH do Baixo Ivaí e Paraná 1 e o COALIAR. Esteves (2018) concluiu ainda que o CBH do Alto Ivaí encontrava-se inativo.

Quadro 11 - Resultado da Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos para as Unidades Hidrográficas em estudo

Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos						
Indicador	Baixo Ivaí		Alto Ivaí		Alto Iguaçu	
	Pontuação	Grau ¹	Pontuação	Grau ¹	Pontuação	Grau ¹
Comitês de Bacia Hidrográfica	1,0	Muito Alto	0,75	Alto	1,0	Muito Alto
Plano de Recursos Hídricos	0,25	Baixo	0	Muito Baixo	1,0	Muito Alto
Outorga	0,75	Alto	0,75	Alto	1,0	Muito Alto
Cobrança	0,25	Baixo	0	Muito Baixo	1,0	Muito Alto
Enquadramento	0,55	Médio	0,30	Baixo	1,0	Muito Alto
Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos	1,0	Muito Alto	1,0	Muito Alto	1,0	Muito Alto
Resultado DDSG²	0,63	Médio	0,47	Baixo	1,0	Muito Alto

Fonte: Autoria própria.

Nota: ¹Graus de classificação: 0,91-1,00: Muito Alto | 0,71-0,90: Alto | 0,51-0,70: Médio | 0,26-0,50: Baixo | 0-0,25: Muito Baixo; ²Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Com relação ao Plano de Recursos Hídricos, Enquadramento e Cobrança, os dados levantados por Esteves (2018), com base nas informações e documentos que são disponibilizados pelo órgãos e entidades responsáveis pela gestão de recursos hídricos, corroboram com os resultados expostos no presente estudo.

Nesse sentido ainda, o Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos do Estado do Paraná (INSTITUTO ÁGUA E TERRA, 2020b) apresenta o estágio de implementação dos instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos no Paraná, por comitê de bacia hidrográfica, corroborando com as informações obtidas para aplicação das pontuações dos quesitos estabelecidos neste estudo.

Esteves (2018) concluiu que o instrumento da PNRH que se encontra em estágio mais avançado de implementação no Paraná é o da Outorga. De mesmo modo, segundo o Relatório Conjuntura (INSTITUTO ÁGUA E TERRA, 2020b), a Outorga e o Sistema de Informações estão implementados em todo o Estado.

Nesse contexto, cabe destacar que na reforma administrativa ocorrida na gestão ambiental do Estado, com a junção do Instituto Ambiental do Paraná e do Instituto das Águas do Paraná, houve também a unificação dos procedimentos administrativos de licenciamento ambiental e de outorga pelo direito de uso dos recursos hídricos, que anteriormente eram realizados separadamente pelos respectivos institutos responsáveis. Essa reorganização passa a beneficiar aos requerentes dos serviços, mediante a integração da gestão de recursos hídricos no

âmbito do procedimento de licenciamento ambiental (INSTITUTO ÁGUA E TERRA, 2020b).

De acordo com Esteves (2018), o aprimoramento das políticas de recursos hídricos no Brasil e, conseqüentemente, no Paraná é resultado da necessidade de um maior controle sobre o uso da água em um cenário de avanço dos conflitos e da degradação do ambiente físico-natural.

Os avanços ocorridos na aplicação da PNRH e PERH/PR, bem como de seus instrumentos, conforme demonstrado pelas informações e dados apurados neste estudo de caso, indica a continuidade dos esforços de mobilização para aprimorar a efetivação do Sistema de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, especialmente ao nível de bacias hidrográficas.

As características de elevada densidade populacional – Região Metropolitana de Curitiba – e, conseqüente demanda por recursos hídricos evidenciada na unidade hidrográfica do Alto Iguaçu intensificam os conflitos pelo uso deste elemento natural, resultando em maior demanda pelo desenvolvimento e aplicação dos instrumentos de gestão, como preconizado na Política Nacional de Recursos Hídricos. Já o Alto Ivaí, que apresenta satisfatória disponibilidade hídrica, está atrasado no processo de gestão das águas, tendo em vista os 23 de vigência da Lei das Águas e os 21 anos da Política Estadual de Recursos Hídricos.

No que se refere ao aprimoramento do processo participativo e descentralizado, faz-se necessário consolidar o funcionamento e atuação do Comitê do Alto Ivaí, além de continuar as ações que visem fortalecer os Comitês já em funcionamento.

Considerando-se a necessidade de redução de riscos associados aos eventos críticos, seja de secas ou cheias, de forma a garantir a oferta de água para o abastecimento humano e outras atividades, faz-se necessário revisar os Planos de Bacias Hidrográficas e o Plano Estadual de Recursos Hídricos para que sejam continuamente aprimorados e/ou complementados.

Considerando os graus baixo a muito alto de desempenho do sistema de gerenciamento dos recursos hídricos, os resultados permitem a identificação dos quesitos e unidades hidrográficas que carecem de desenvolvimento na aplicação dos instrumentos de gestão, de modo a contribuir o alcance das metas do ODS relacionadas a presente dimensão:

- Meta 6.5: Até 2030, implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis de governo, inclusive via cooperação transfronteiriça;
- Meta 6.b: Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, priorizando o controle social para melhorar a gestão da água e do saneamento (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, 2019).

6.3.4 Dimensão de Eficiência do Uso da Água

Os princípios fundamentais dos serviços públicos de saneamento básico, elencados no art. 2º da Lei nº 11.445/2007 – atualizada pela Lei nº 14.026/2020 –, expressam a interação entre água e saneamento, reconhecendo a necessidade de promover a articulação entre essas políticas, bem como a integração de suas infraestruturas e serviços com a gestão das águas:

VI - articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde, de recursos hídricos e outras de interesse social relevante, destinadas à melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante; (...)
 XII - integração das infraestruturas e dos serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos; (...)
 XIII - redução e controle das perdas de água, inclusive na distribuição de água tratada, estímulo à racionalização de seu consumo pelos usuários e fomento à eficiência energética, ao reúso de efluentes sanitários e ao aproveitamento de águas de chuva; (...).
 (BRASIL, 2007)

O abastecimento de água potável e o esgotamento sanitário estão diretamente relacionados às águas, posto que o abastecimento é um dos grandes usuários de água, enquanto o lançamento de esgotos é um dos principais responsáveis por sua poluição. As perdas físicas dos sistemas de abastecimento de água potável consistem em um desafio a ser enfrentado pelos prestadores dos serviços, como forma de garantir a segurança hídrica à população (VILLAR; GRANZIERA, 2020).

Os indicadores que compõem a Dimensão de Eficiência do Uso da Água foram coletados por município, para o ano de 2017, e segregados por unidade de gerenciamento de recursos hídricos em estudo. Os dados de atendimento de água, coleta e atendimento de esgoto e perdas de água na rede foram obtidos através dos

respectivos indicadores produzidos pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) (Apêndice F).

A média dos valores obtidos demonstra que a melhor condição de atendimento de água se apresenta na unidade hidrográfica do Baixo Ivaí, o que se repete para os indicadores de coleta de esgoto e atendimento de esgoto. No mesmo sentido, a unidade supracitada também é a que apresenta menor percentual de perdas de água na rede, sendo que a pior condição é observada na unidade hidrográfica do Alto Iguaçu (Tabela 7).

Tabela 7 - Média dos indicadores da Dimensão de Eficiência do Uso da Água, obtidos do SNIS para o ano de referência de 2017, nas Unidades Hidrográficas em estudo

Unidade Hidrográfica	Atendimento de água (%) (IN055_AE)	Coleta de esgoto (%) (IN015_AE)	Atendimento de esgoto (%) (IN056_AE)	Perda de água na rede (%) (IN049_AE)
Baixo Ivaí	95,10	58,61	59,34	20,54
Alto Ivaí	79,48	55,06	47,17	27,39
Alto Iguaçu	81,34	55,22	54,29	32,89

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (BRASIL, 2019).

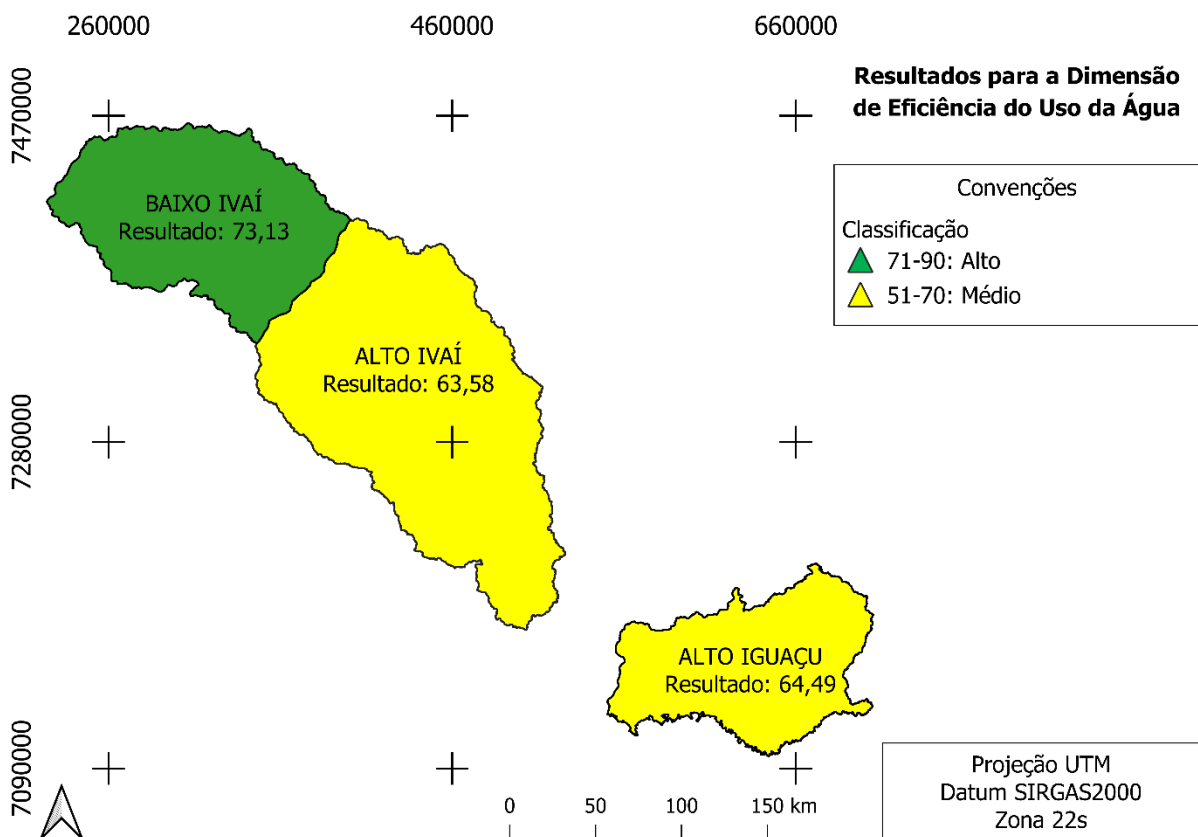
No estado do Paraná, o serviço de abastecimento público de água é feito pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) e também por serviços municipais autônomos, como: Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto - SAMAE, Sistema de Abastecimento de Água - SAATU, Serviço Autônomo de Água e Esgoto - SAAE, Departamento de Água e Esgoto - DAE, Companhia Catarinense de Águas e Saneamento - CASAN, Águas de Paranaguá S.A. – APSA e Prefeituras Municipais (INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, 2010).

Dentre estas prestadoras, a SANEPAR atende 345 municípios, o que representa 86,47% dos municípios do Estado. As outras prestadoras de saneamento atendem 54 municípios restantes, o que representa 13,53% (INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, 2010). Essas entidades, anualmente, devem fornecer os dados que alimentam o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

O SNIS dispõe de dados completos sobre o setor de saneamento no Brasil, constituindo-se na maior e mais importante ferramenta de informações sobre os serviços de água e tratamento de esgoto, desde 1995, formando um banco de dados de extrema relevância e confiabilidade das informações (BRASIL, 2019c).

De acordo com o diagnóstico realizado pelo SNIS (BRASIL, 2019a), em 2017, a média de brasileiros atendidos por sistema de abastecimento de água (IN055_AE) foi de 83,5%, com crescimento de 0,2 ponto percentual em relação ao índice calculado em 2016, enquanto na região Sul a média foi de 89,7%. Assim, a unidade hidrográfica do Baixo Ivaí foi a única que apresentou resultado acima da média nacional e regional, com 95,10% de atendimento de água, enquanto a unidade do Alto Iguaçu apresentou 81,34% e a unidade do Alto Ivaí apenas 79,48% (Figura 11; Quadro 12).

Figura 11 - Resultados para a Dimensão de Eficiência do Uso da Água nas Unidades Hidrográficas em estudo



Fonte: Autoria própria.
Base cartográfica: Paraná (2007).

Embora os resultados de atendimento de água nas áreas de estudo apresentem graus de sustentabilidade muito alto ou alto, com percentuais favoráveis, cabe destacar que, respectivamente, 4,9%, 18,66% e 20,52% da população não tem acesso a este serviço básico, o que representa mais de 800 mil paranaenses.

Quadro 12 - Resultado da Dimensão de Eficiência do Uso da água para as Unidades Hidrográficas em estudo

Dimensão de Eficiência do Uso da Água						
Indicador	Baixo Ivaí	Grau ¹	Alto Ivaí	Grau ¹	Alto Iguaçu	Grau ¹
Atendimento de água	95,10	Muito Alto	79,48	Alto	81,34	Alto
Coleta de esgoto	58,61	Médio	55,06	Médio	55,22	Médio
Atendimento de esgoto	59,34	Médio	47,17	Baixo	54,29	Médio
Perda de água na rede	79,46	Alto	72,61	Alto	67,11	Médio
DEUA²	73,13	Alto	63,58	Médio	64,49	Médio

Fonte: Autoria própria.

Nota: ¹Graus de classificação: 91-100: Muito Alto | 71-90: Alto | 51-70: Médio | 26-50: Baixo | 0-25: Muito Baixo; ²Dimensão de Eficiência do Uso da Água.

A situação se torna mais crítica quando são analisados os dados de coleta e atendimento de esgoto. O grau médio de sustentabilidade para o indicador de coleta de esgoto foi observado nas três unidades hidrográficas, enquanto o atendimento de esgoto seguiu a mesma classificação, com exceção da unidade do Alto Ivaí que apresentou grau baixo para o referido indicador.

Em 2017, a média nacional foi de 52,4% de atendimento da população total com coleta de esgotos (IN056_AE), enquanto a média da Região Sul ficou abaixo do país, com 43,9% de atendimento. Comparando os resultados obtidos para as unidades hidrográficas em estudo, todas superaram a média da Região Sul e apenas o Alto Ivaí ficou abaixo da média nacional. Diante disso, entende-se que 40,66%, 54,29% e 47,17% da população da unidade do Baixo Ivaí, Alto Ivaí e Alto Iguaçu, respectivamente, não são atendidas pelo serviço de esgotamento sanitário, somando mais de 2 milhões de paranaenses, o que revela uma distribuição precária do serviço.

Evidencia-se que o atendimento parcial dos serviços de coleta e tratamento de esgoto sanitário não garante a remoção efetiva da carga poluidora, a ser lançada nos corpos hídricos, resultando em problemas de contaminação das águas.

Com relação ao índice de perdas de água na distribuição (IN049_AE), em 2017, a média do Brasil foi de 38,3%, já a média da região Sul foi de 36,5%. Os percentuais refletem o volume de água disponibilizado que não foi contabilizado como volume utilizado pelos consumidores, seja por vazamentos, falhas nos sistemas de medição ou ligações clandestinas (BRASIL, 2019a).

Os resultados do indicador de perdas de água demonstram que as áreas de estudo encontram-se abaixo da média nacional e regional, ou seja, com melhor

qualidade no serviço de distribuição de água. Contudo, observa-se ainda que todas as bacias estão acima do nível de perdas de água considerado aceitável – entre 10% e 15% – segundo a atual Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (VILLAR; GRANZIERA, 2020).

Essas perdas podem ocorrer devido a vazamentos em adutoras, redes, ramais, conexões, reservatórios e outras unidades operacionais do sistema, provocados principalmente pelo excesso de pressão, habitualmente em locais com grande variação topográfica. Os vazamentos também estão associados à qualidade dos materiais utilizados, à idade das tubulações, à qualidade da mão de obra e à ausência de programas de monitoramento de perdas, dentre outros fatores (BRASIL, 2019a).

De acordo com o SNIS (BRASIL, 2019a), essa questão é de grande relevância diante de cenários de escassez hídrica e de altos custos de energia elétrica, por possuir relação direta com a saúde financeira dos prestadores de serviços, uma vez que podem representar desperdício de recursos naturais, operacionais e de receita.

Níveis elevados de perdas de água indicam a fragilidade e precariedade do sistema de abastecimento e, conseqüentemente, das operadoras do serviço, o que implica em problemas sociais e econômicos, sobretudo ambientais, haja vista que o desperdício aumenta a necessidade de exploração de mananciais superficiais e subterrâneos. Assim, a análise e divulgação dos resultados das perdas de água propiciam o fortalecimento do papel das agências reguladoras e do controle social de vários atores nas medidas corretivas relacionadas ao problema.

Os serviços de água e esgoto possuem problemas crônicos, como a preservação dos mananciais urbanos, com isto, o desenvolvimento urbano tem produzido um ciclo de contaminação, gerado pelos efluentes da população urbana, que são os esgotos doméstico/pluvial e os efluentes industriais (TUCCI, 2008).

De acordo com Tucci (2008), esse processo ocorre em razão do despejo sem tratamento dos esgotos sanitários nos rios, contaminando este sistema hídrico; do transporte de grande quantidade de poluição orgânica e metais, por meio do esgoto pluvial, atingindo os rios nos períodos chuvosos; contaminação das águas subterrâneas mediante despejos industriais e domésticos, por meio das fossas sépticas, vazamento dos sistemas de esgoto sanitário e pluvial, entre outros.

Ao longo do tempo, mananciais de abastecimento tendem a reduzir a qualidade da sua água ou exigir maior tratamento químico da água fornecida à

população (TUCCI, 2008). Portanto, mesmo existindo outras formas de abastecimento de água (poço, nascente, etc) e destinação do esgoto (fossa séptica, fossa rudimentar, vala, etc), o mais adequado seria uma boa cobertura dos sistemas de abastecimento e esgotamento sanitário em rede.

A ligação do esgoto doméstico à rede geral evita a contaminação do solo e dos corpos hídricos, que por consequência contamina as águas de abastecimento superficiais e subterrâneas. O abastecimento público de água minimiza a contaminação por ingestão de água poluída, uma vez que o sistema de abastecimento oferta água previamente tratada, sendo que baixas coberturas favorecem a proliferação de doenças transmissíveis decorrentes de contaminação ambiental.

Segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2012), com a construção de um sistema de esgotos sanitários busca-se benefícios como: a conservação dos elementos naturais e melhoria das condições sanitárias locais; eliminação de focos de contaminação e poluição; eliminação de problemas estéticos desagradáveis; redução dos recursos aplicados no tratamento de doenças e diminuição dos custos no tratamento de água para abastecimento.

De acordo com Ribeiro e Rooke (2010), a importância da implantação do sistema de abastecimento de água, no contexto do saneamento, deve considerar aspectos sanitários, sociais e econômicos, visando: a melhoria da saúde e das condições de vida de uma comunidade, redução da mortalidade – principalmente infantil –, aumento da esperança de vida da população, diminuição da incidência de doenças relacionadas a água, facilidade na implantação e eficiência dos sistemas de esgotos sanitários, possibilidade de proporcionar conforto e bem-estar, além de proporcionar um aumento da vida produtiva dos indivíduos economicamente ativos e diminuir os gastos particulares e públicos com serviços de saúde.

A situação observada nas unidades hidrográficas em estudo, demonstram a necessidade de investimentos no setor de saneamento básico, com em especial atenção ao esgotamento sanitário, que apresenta os piores resultados, a fim de alcançar as metas 6.1 a 6.4 do ODS 6, relacionadas aos indicadores da presente dimensão:

- Meta 6.1: Até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo à água para consumo humano, segura e acessível para todas e todos;
- Meta 6.2: Até 2030, alcançar o acesso a saneamento e higiene adequados e equitativos para todos, e acabar com a defecação a céu aberto, com especial

atenção para as necessidades das mulheres e meninas e daqueles em situação de vulnerabilidade;

- Meta 6.3: Até 2030, melhorar a qualidade da água nos corpos hídricos, reduzindo a poluição, eliminando despejos e minimizando o lançamento de materiais e substâncias perigosas, reduzindo pela metade a proporção do lançamento de efluentes não tratados e aumentando substancialmente o reciclo e reuso seguro localmente;
- Meta 6.4: Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores, assegurando retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, 2019).

7 PRODUTO

O presente estudo foi desenvolvido buscando contribuir com a linha de pesquisa de Metodologias para Implementação dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos, inserida na área de concentração em Instrumentos da Política de Recursos Hídricos, resultando na produção de um Manual de aplicação de uma proposta metodológica de uso de indicadores de sustentabilidade hídrica como subsídio para a gestão de recursos hídricos em bacias hidrográficas.

O Manual produzido tem como objetivo orientar a sociedade e os tomadores de decisão na aplicação da proposta metodológica, de modo a obterem uma indicação do grau de sustentabilidade hídrica de bacia hidrográficas, auxiliando na avaliação e no planejamento de ações a serem desenvolvidas para promover a gestão sustentável dos recursos hídricos pelos integrantes do SINGREH.

Desse modo, o Manual encontra-se disponível para consulta e *download*, de forma gratuita, junto ao repositório da Biblioteca da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pelo endereço eletrônico: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/>.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste estudo foi alcançado, por meio da elaboração de uma proposta metodológica de uso de indicadores de sustentabilidade hídrica como subsídio para a gestão de recursos hídricos em bacias hidrográficas.

Tal metodologia pode ser aplicada na avaliação da situação dos recursos hídricos, com base em três dimensões: Potencialidade, Disponibilidade e Demanda; Desempenho do Sistema de Gerenciamento dos Recursos Hídricos; Eficiência de Uso da Água, sendo capaz de subsidiar a definição de ações e estratégias mais adequadas de articulação institucional em processos de planejamento e gestão de recursos hídricos pelos integrantes do SINGREH.

Como produto do presente estudo, foi produzido um Manual de aplicação da proposta metodológica, de modo a orientar os usuários quanto ao uso dos indicadores de sustentabilidade hídrica na gestão de bacias hidrográficas (Apêndice A). A proposta pode ser aplicada a diversas realidades e regiões do Brasil, com intuito de auxiliar os tomadores de decisão e sociedade na gestão de recursos hídricos. De mesmo modo, pode ser aplicada separadamente, de acordo com a dimensão de interesse.

Após a aplicação da proposta metodológica em um estudo de caso nas unidades hidrográficas do Baixo Ivaí, Alto Ivaí e Alto Iguaçu, obteve-se como resultado, para a Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda, um médio grau de sustentabilidade na unidade hidrográfica do Alto Iguaçu, sendo a situação mais crítica observada, enquanto as unidades do Baixo e Alto Ivaí apresentaram alto grau de sustentabilidade.

Na Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos identificou-se um excelente desenvolvimento dos instrumentos de gestão na unidade hidrográfica do Alto Iguaçu, classificada com alto grau de sustentabilidade. Já a unidade hidrográfica do Baixo Ivaí apresentou médio grau de sustentabilidade, enquanto a unidade do Alto Ivaí apresentou baixo grau de sustentabilidade da referida dimensão.

Observou-se um médio grau de sustentabilidade para a Dimensão de Eficiência do Uso da Água, nas unidades do Alto Ivaí e Alto Iguaçu, enquanto o Baixo Ivaí foi classificado com alto grau de sustentabilidade nesta dimensão.

Analisando os indicadores mais críticos de cada dimensão, merece atenção o indicador de qualidade da água, que em todas as unidades hidrográficas apresentou médio grau de sustentabilidade, além do indicador de utilização das disponibilidades no Alto Iguaçu, que apresentou baixo grau de sustentabilidade na Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda.

Os indicadores que merecem atenção, referentes a Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos, foram a Cobrança e o Plano de Recursos Hídricos na unidade hidrográfica do Baixo Ivaí, tendo em vista que foram classificados com baixo grau de sustentabilidade devido à ausência de aprovação junto ao CBH e ao CERH. Na unidade hidrográfica do Alto Ivaí, não foram observadas ações para elaboração do Plano de Recursos Hídricos e proposta de mecanismo de Cobrança, razão pela qual obteve-se classificação muito baixa nestes indicadores.

Já para a Dimensão de Eficiência do Uso da Água, os indicadores de coleta e atendimento de esgoto representam os menores valores em todas as unidades hidrográficas, sendo classificados de baixo a médio grau de sustentabilidade hídrica.

Como produto da aplicação da presente proposta metodológica foram gerados mapas contendo os resultados obtidos para as dimensões estudadas (Apêndice B).

Essa separação em graus de sustentabilidade, segundo a concepção aqui adotada, visa subsidiar iniciativas voltadas para a gestão de recursos hídricos, seja identificando a necessidade de estudos mais elaborados, ou mesmo subsidiando a definição de áreas que devam ser alvo de ações por parte do poder público.

Os indicadores propostos utilizam dados públicos, de fácil aquisição e de baixo custo, permitindo que seus resultados sejam melhorados a medida em que forem agregadas novas informações, integração de novos indicadores, entre outros. Por outro lado, ressalta-se que ainda não existe nenhum tipo de medida que possa descrever precisamente todos os aspectos, estrutura e dinâmica de questões relacionadas aos recursos hídricos e a sustentabilidade.

É certo que essa proposta de uso de indicadores de sustentabilidade hídrica, elaborada a partir de um número determinado de parâmetros e dados, não pretende refletir de forma isolada toda a realidade envolvida na questão da sustentabilidade hídrica. No entanto, busca-se refletir uma tendência, capaz de subsidiar a identificação

de áreas e/ou parâmetros que requerem planejamento e gestão por parte das entidades interessadas em promover o desenvolvimento de forma sustentável.

Dessa forma, o emprego das dimensões e indicadores, tal como foi desenvolvido nesse trabalho, permite auxiliar na comunicação e na visualização de elementos importantes relativos à situação dos recursos hídricos no âmbito de bacias hidrográficas.

Nesse sentido, espera-se que os resultados obtidos com os indicadores e dimensões, sejam oportunamente aproveitados na caracterização da situação e tendências das unidades hidrográficas do Baixo Ivaí, Alto Ivaí e Alto Iguaçu, subsidiando análises orientadas aos poderes públicos, em todos os níveis de gestão e participação social, bem como, à comunidade técnico-científica e as instâncias de representação da sociedade civil e usuários, dando suporte à tomada de decisão sobre a gestão de recursos hídricos em uma direção realmente mais sustentável.

Ante ao exposto, a importância da presente proposta metodológica está em sua capacidade de sintetizar uma grande quantidade de informações, através da integração de diversos aspectos referentes aos recursos hídricos, de forma a potencializar a sua aplicação nas mais diversas iniciativas e regiões do país.

Portanto, considera-se que a metodologia proposta pode ser utilizada para um rápido diagnóstico das condições de bacias hidrográficas, sendo aproveitado pelas comunidades locais, tanto por instituições públicas como entidades de caráter privado, no suporte ao planejamento e gestão de ações voltadas para a sustentabilidade das áreas analisadas.

Espera-se que os procedimentos metodológicos, embasados técnico-cientificamente, sejam aproveitados pelas comunidades, instituições públicas e privadas, bem como, pelos gestores e envolvidos na implementação da PNRH, sendo utilizada para um rápido diagnóstico da situação hídrica de determinada área de interesse e auxilie na definição de estratégias mais adequadas a gestão de recursos hídricos, de modo operacional no âmbito do SINGREH.

À medida que se tem mais informações e controle sobre a situação dos recursos hídricos, com base em resultados fornecidos por indicadores de sustentabilidade hídrica, a gestão pode ser aperfeiçoada em um processo de melhoria contínua, amparada em uma visão sistêmica, em bases consolidadas e confiáveis.

Nesse sentido, conclui-se que a presente proposta metodológica é dinâmica e permite a aplicação em outras áreas, empregando-se as considerações pertinentes

a cada caso, embasando-se nos conceitos e definições estabelecidos para as variáveis, indicadores e dimensões, conforme o Manual produzido.

Por fim, infere-se que a avaliação periódica do grau de sustentabilidade hídrica de bacias hidrográficas estimulará novas reflexões e conclusões sobre a situação atual e históricas dos recursos hídricos, além de possibilitar a identificação de oportunidades e de fatores de ameaça que permitirão aprimorar ainda mais a gestão dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA (AESAs). **Plano Estadual de Recursos Hídricos**. Resumo Estendido. João Pessoa: AESA. 2006. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/documentos/plano-estadual/resumo-estendido/>. Acesso em: 23 out. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Cobrança pelo uso de recursos hídricos**. Brasília: ANA, 2014. 80 p. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2014/CadernosdeCapacitacaoemRecursosHidricosVol7.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019**: informe anual. Brasília: ANA, 2019a. 100 p. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/conjuntura-completo.bb39ac07.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Disponibilidade e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 2005a. 123 p. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/planejamento/planos/pnrh/VF%20DisponibilidadeDemandas.pdf>. Acesso em: 11 out. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil**. Brasília: ANA, 2019b. 75 p. Disponível em: http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/central-de-publicacoes/ana_manual_de_usos_consuntivos_da_agua_no_brasil.pdf/view. Acesso em: 03 jan. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **O Comitê de Bacia Hidrográfica: o que é e o que faz?**. Brasília: SAG; ANA, 2011a. 64 p. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/CadernosDeCapacitacao1.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **ODS 6 no Brasil**: visão da ANA sobre os indicadores. Brasília: ANA, 2019c. 94 p. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/aceso-a-informacao/institucional/publicacoes/ods6/ods6.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Outorga de direito de uso de recursos hídricos**: Cadernos de capacitação em recursos hídricos, v. 6. Brasília: SAG; ANA, 2011b. 50 p. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/OutorgaDeDireitoDeUsoDeRecursosHidricos.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos**. Brasília: ANA, 2019d. 76 p. Disponível em:

http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/ana_encarte_outorga_conjuntura2019.pdf. Acesso em: 14 jan. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil**. Brasília: Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos; ANA, 2005b. 176 p. Disponível em: http://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/PANORAMA_DA_QUALIDADE_DAS_AGUAS.pdf. Acesso em: 17 jul. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil**: 2012. Brasília: ANA, 2012. 264 p. Disponível em: https://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/Panorama_Qualidade_Aguas_Superficiais_BR_2012.pdf. Acesso em: 02 set. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos Hidrológicas**: Rede Hidrometeorológica Nacional. 2018. Disponível em: http://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/8014bf6e92144a9b871bb4136390f732_0. Acesso em: 10 jan. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Sistemas de Informação na gestão de águas**: conhecer para decidir. Brasília: ANA, 2016. 122 p. Disponível em: https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2016/CadernosdeCapacitacaoemRecursosHidricos_v.8.pdf. Acesso em: 22 ago. 2020.

ALEXANDRE, A. M. B.; MARTINS, E. S. P. R. Regionalização de vazões médias de longo período para o estado do Ceará. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 10, n. 3, p. 93-102, 2005. Disponível em: <https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=1&ID=27&SUMARIO=455>. Acesso: 11 out. 2019.

BARROS, A. M. L.; PAIVA, L. F. G.; CISNEIROS, S. J. N. Desafios da gestão dos usos múltiplos da água para atendimento energético ante a crise hídrica da bacia hidrográfica do Rio São Francisco. **Bahia Análise & Dados**, v. 27, n. 1, p. 258-278, 2018. Disponível em: <http://publicacoes.sei.ba.gov.br/index.php/bahiaanaliseedados/article/view/78>. Acesso em: 15 jan. 2020.

BARROS, J. D. S.; SILVA, M. F. A. P. Aspectos teóricos da sustentabilidade e seus indicadores. **Polêmica**, v. 11, n. 1, p. 104-112, 2012. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/2995>. Acesso em: 15 fev. 2019.

BIASI, P.; FERRINIA, S.; BORGHESI, S.; ROCCHI, B.; DI MATTEO, M. Enriching the Italian Genuine Saving with water and soil depletion: national trends and regional differences. **Ecological Indicators**, v. 107, 2019. 12 p. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105573>. Acesso em: 06 jan. 2020.

BOLCÁROVÁ, P.; KOLOŠTA, S. Assessment of sustainable development in the EU 27 using aggregated SD index. **Ecological Indicators**, v. 48, p. 699-705, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.09.001>. Acesso em: 06 jan. 2020.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Resolução nº 5 CNRH, de 10 de abril de 2000. **Diário Oficial da União**, 2000. Disponível em: <https://cnrh.mdr.gov.br/resolucoes/51-resolucao-n-05-de-10-de-abril-de-2000/file>. Acesso em: 10 jun. 2020.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: 20 mar. 2019.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. **Diário Oficial da União**, 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 11 set. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). **Plano de Segurança da Água**: Garantindo a qualidade e promovendo a saúde. Brasília: Ministério da Saúde; Secretaria de Vigilância em Saúde; Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador, 2012. 61 p. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/plano_seguranca_agua_qualidade_sus.pdf. Acesso em 27 abr. 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR). Secretaria Nacional de Saneamento (SNS). **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2017. Brasília: SNS/MDR, 2019a. 226 p. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2017>. Acesso em: 22 jan. 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento (SNS). **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**: 24º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2018. Brasília: SNS/MDR, 2019b. 180 p. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-dos-servicos-de-agua-e-esgotos-2018>. Acesso em: 22 jan. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de Março de 2005. Dispõe sobre a classificação

dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 2005. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 13 fev. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Resolução nº 145 CNRH, de 12 de dezembro de 2012. Estabelece diretrizes para a elaboração de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 2013. Disponível em: <https://cnrh.mdr.gov.br/resolucoes/1720-resolucao-cnrh-145-revisao-17/file>. Acesso em: 15 jun. 2020.

BURFORD, G.; TAMÁS, P.; HARDER, M.K. Can we improve indicator design for complex sustainable development goals? A comparison of a values-based and conventional approach. **Sustainability**, v. 8, n. 9, 2016. 38 p. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su8090861>. Acesso em: 09 jan. 2020.

CÂMARA, J. B. D. (Coord.). **Geo Brasil 2002: Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil**. Brasília: Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente PNUMA. Edições IBAMA, 2002. 475 p. Disponível em: <http://www.pnuma.org/deat1/PDF%27s/GEO%20Nacional%20y%20Subnacional/GEO%20Brasil%202002/brasil1.pdf>. Acesso: 20 mar. 2019.

CAMPOS, M. V. C. V.; RIBEIRO, M. M. R.; VIEIRA, Z. M. C. L. A gestão de recursos hídricos subsidiada pelo uso de indicadores de sustentabilidade. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n. 2, p. 209-222, 2014. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=1&ID=165&SUMARIO=4755>. Acesso em: 10 fev. 2019.

CARVALHO, P. G. M.; BARCELLOS, F. C. Mensurando a Sustentabilidade. *In*: MAY, P. **Economia do Meio Ambiente: Teoria e Prática**. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2010, p. 99-132.

CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L.R.B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D.; GALDINO, J.; BORROZINO, E.; GIACOMINI, C. C.; SONOMURA, M. G. Y.; PUGSLEY, L. **Cartas Climáticas do Estado do Paraná**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná; 2000. 1 CD-ROM.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Tradução de Our common future. 1. ed. 1988. Rio de Janeiro: FGV, 1991. 430 p.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2018**. Apêndice D – Índices de Qualidade das Águas. São Paulo: CETESB, Série Relatórios, 2019. 284 p. Disponível em:

<https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=1&ID=165&SUMARIO=4755>. Acesso em: 10 fev. 2019.

CORNESCU, V.; ADAM, R. Considerations regarding the role of indicators used in the analysis and assessment of sustainable development in the EU. **Procedia Economics and Finance**, v. 8, p. 10-16, 2014. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00056-2](http://dx.doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00056-2). Acesso em: 10 jan. 2020.

COUTO, O. F. V. **Geração de um índice de sustentabilidade ambiental para Bacias Hidrográficas em áreas urbanas através do emprego de técnicas integradas de geoprocessamento**. 2007. 172 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/13541>. Acesso em: 12 set. 2019.

DIAS, I. C. L.; FRANÇA, V. L.; BEZERRA, D. S.; RABÊLO, J. M. M.; CASTRO, A. C. L. Spatial Distribution of River Basin Sustainability Indicators in Transition Region of Northeastern Brazil. **Applied Ecology and Environmental Research**, v. 16, n. 4, p. 3729-3754. 2018. Disponível em: http://www.aloki.hu/pdf/1604_37293754.pdf. Acesso em: 18 mar. 2019.

EUSTACHIO, J. H. P. P.; CALDANA, A. C. F.; LIBONI, L. B.; MARTINELLI, D. P. Systemic indicator of sustainable development: Proposal and application of a framework. **Journal of Cleaner Production**, v. 241, 2019. 10 p. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118383>. Acesso em: 11 dez. 2019.

FERREIRA, E. S.; LIRA, W. S.; CÂNDIDO, G. A. Sustentabilidade no setor de Mineração: uma aplicação do modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 3, p. 74-91, 2010. Disponível em: <http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=434>. Acesso em: 12 set. 2019.

FUCCILLE, L. A.; BRAGATTI, M. C.; LEITE, M. T. A. de. Geopolítica dos Recursos Naturais na América do Sul: um panorama dos recursos hídricos sob a ótica da Segurança Internacional. **Mural Internacional**, v. 8, n. 1, p. 59-75, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.12957/rmi.2017.32569>. Acesso em: 20 dez. 2019.

GLOBAL WATER PARTNERSHIP (GWP). Technical Advisory Committee (TAC). **Integrated Water Resources Management**. TAC Background Paper No. 4, Stockholm: GWP, 2000. Disponível em: <https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/background-papers/04-integrated-water-resources-management-2000-english.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2020.

GOMES, M. L.; MARCELINO M. M.; ESPADA, M. G.; RAMOS, T.; RODRIGUES, V. (Ed.) **Proposta para um sistema de indicadores de Desenvolvimento Sustentável**. Portugal: Direcção Geral do Ambiente. 2000. 228 p. Disponível em:

http://www.apambiente.pt/_zdata/Divulgacao/Publicacoes/SIDS/SIDSPortugal_Proposta2000.pdf. Acesso em: 12 nov. 2019.

GRIGG, N. S. Water Security to Support the Sustainable Development Goals. *In: UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (UNESCO); INTERNATIONAL CENTRE FOR WATER SECURITY AND SUSTAINABLE MANAGEMENT (UNESCO i-WSSM). Water Security and the Sustainable Development Goals*. Paris: UNESCO Global Water Security Issues (GWSI) Series. 2019. 210 p. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367904?posInSet=1&queryId=4cfc4889-41e4-4420-826c-0f5eef51b03e>. Acesso em: 07 jan. 2020.

GRIGGS, D.; STAFFORD-SMITH, M.; GAFFNEY, O.; ROCKSTRÖM, J.; ÖHMAN, M.C.; SHYAMSUNDAR, P.; STEFFEN, W.; GLASER, G.; KANIE, N.; NOBLE, I. Policy: sustainable development goals for people and planet. *Nature*, v. 495, n. 7441, p. 305-307, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/495305a>. Acesso em: 03 fev. 2020.

HÁK, T.; JANOUŠKOVÁ, S.; MOLDAN, B. Sustainable development goals: a need for relevant indicators. *Ecological Indicators*, v. 60, p. 565-573, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.08.003>. Acesso em: 07 jan. 2020.

HÁK, T.; KOVANDA, J.; WEINZETTEL, J. A method to assess the relevance of sustainability indicators: application to the indicator set of the Czech Republic's sustainable development strategy. *Ecological Indicators*, v. 17, p. 46-57. 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.04.034>. Acesso em: 08 jan. 2020.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA. Portaria nº 130 de 05 de Maio de 2020. **Diário Oficial do Estado**, 2020a. Disponível em: <http://www.fiepr.org.br/assuntosLegislativos/uploadAddress/Portaria-do-Instituto-Agua-e-Terra-n-130,-de-5-de-maio-de-2020%5B92424%5D.pdf>. Acesso em: 10 set. 2020.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA. **Relatório de conjuntura dos recursos hídricos do Estado do Paraná**. Curitiba: Instituto Água e Terra, 2020b. 147 p. Disponível em: http://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/relatorio_conjuntura_recurshidricos_2020.pdf. Acesso em: 10 out. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Geociências: Bases cartográficas contínuas**. 2014. Disponível em: http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm. Acesso em: 29 set. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Geociências: Estrutura territorial - Áreas dos Municípios**. 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 11 jan. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Indicadores de desenvolvimento sustentável**: Brasil 2015. Rio de Janeiro: IBGE, 2015a. 352 p. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94254.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa de Informações Básicas Municipais**: Perfil dos municípios brasileiros - Saneamento básico. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. 39 p. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/financas-publicas/10586-pesquisa-de-informacoes-basicas-municipais.html?edicao=21632&t=downloads>. Acesso em: 13 jan. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Bases cartográficas**: malhas municipais. 2015b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?edicao=27415&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: 04 jan. 2020.

INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ (AGUASPARANÁ). (Coord.). **Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Paraná**: Relatórios Técnicos. Curitiba, AGUASPARANÁ; SEMA/PR; COBRAPE, 2010. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=142>. Acesso em: 12 jan. 2020.

INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ (AGUASPARANÁ). **Base Hidrográfica do estado do Paraná** - 1:50.000. Curitiba: AGUASPARANÁ, 2011. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/pagina-78.html>. Acesso em: 15 out. 2019.

INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ (AGUASPARANÁ). **Sistema de Informações Hidrológicas**. 2020. Disponível em: <http://www.sih-web.aguasparana.pr.gov.br/sih-web/gerarRelatorioQualidadeAguado?action=carregarInterfacelInicial>. Acesso em: 22 nov. 2019.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **ODS 6**: Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos. Brasília: IPEA Cadernos ODS, 2019. 36 p. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9329>. Acesso em: 07 set. 2019.

INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS (ITCG). **Formações Fitogeográficas - Estado do Paraná**. 1 mapa fitogeográfico. Escala 1:2.000.000. 2009. Disponível em: http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Produtos_DGEO/Mapas_ITCG/PDF/Mapa_Fitogeografico_A3.pdf. Acesso em: 19 jan. 2020.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). **Indicadores de desenvolvimento sustentável por bacias hidrográficas do Estado do Paraná**. Curitiba: IPARDES, 2017. 142 p. Disponível em:

http://www.ipardes.pr.gov.br/sites/ipardes/arquivos_restritos/files/documento/2019-09/Revista%20Indicadores%20de%20Desenvolvimento%20Sustent%C3%A1vel.pdf. Acesso em: 27 set. 2019.

ISAIAS, F. B. **Sustentabilidade da água: proposta de um índice de sustentabilidade de bacias hidrográficas**. 2008. 168 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/1153>. Acesso em: 09 jan. 2020.

JANOŮŠKOVÁ, S.; HÁK, T.; MOLDAN, B. Global SDGs assessments: helping or confusing indicators?. **Sustainability**, v. 10, n. 5, 2018. 14 p. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su10051540>. Acesso em: 11 jan. 2020.

JUWANA, I.; PERERA, B. J.; MUTTIL, N. A. A Water sustainability index for West Java. Part 1: developing the conceptual framework. **Water Science and Technology**, v. 62, n. 7, p. 1629-1640, 2010. Disponível em: <https://iwaponline.com/wst/article-abstract/62/7/1629/16636/A-water-sustainability-index-for-West-Java-Part-1?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 02 out. 2019.

KANG, M. G.; LEE, G. M. Multicriteria evaluation of water resources sustainability in the context of watershed management. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 47, n. 4, p. 813-827, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1752-1688.2011.00559.x>. Acesso em: 12 jan. 2020.

KEMERICH, P. D. C.; RITTER, L. G.; BORBA, W. F. Indicadores de sustentabilidade ambiental: métodos e aplicações. **Revista Monografias Ambientais**, Edição Especial LPMA/UFSM, v. 13, n. 5, p. 3723-3736, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/14411/pdf>. Acesso em: 16 set. 2019.

KEMERICH, P. D. C.; MARTINS, S. R.; KOBAYAMA, M.; BURIOL, G. A.; BORBA, W. F.; RITTER, L. G. Avaliação da Sustentabilidade Ambiental em Bacias Hidrográficas mediante a aplicação do modelo P-E-R. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 10, n. 10, p. 2140-2150, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/7658>. Acesso em: 10 fev. 2019.

KHARRAZI, A.; AKIYAMA, T.; YU, Y.; LI, J. Evaluating the evolution of the Heihe River basin using the ecological network analysis: Efficiency, resilience, and implications for water resource management policy. **Science of the Total Environment**, v. 572, p. 688-696, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.210>. Acesso em: 23 jan. 2020.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con um estúdio de los climas de la Tierra**. México: Fondo de Cultura Economica, p. 482-487, 1948.

KRONEMBERGER, D. M. P; CLEVELARIO JUNIOR, J; NASCIMENTO, J. A. S; COLLARES, J. E. R; SILVA, L. C. D. Desenvolvimento Sustentável no Brasil: Uma Análise a partir da Aplicação do Barômetro da Sustentabilidade. **Sociedade & Natureza**, v. 20, n. 1, p. 25-50, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sn/v20n1/a02v20n1.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2019.

KURKA, T.; BLACKWOOD, D. Participatory selection of sustainability criteria and indicators for bioenergy developments. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, v. 24, p. 92-102, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.03.062>. Acesso em: 16 dez. 2019.

LACERDA, C. S.; CÂNDIDO, G. A. Modelos de indicadores de sustentabilidade para gestão de recursos hídricos. *In*: LIRA, W. S.; CÂNDIDO, G. A. (Org.). **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa**. Campina Grande: EDUEPB, 2013, p. 13-30. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/bxj5n/pdf/lira-9788578792824-01.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2019.

LI, X.; ZHAO, Y.; SHI, C.; SHA, J.; WANG, Z. L.; WANG, Y. Application of Water Evaluation and Panning (WEAP) model for water resources management strategy estimation ins costal Binhai New Area, China. **Ocean & Coastal Management**, v. 106, p. 97-109, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.01.016>. Acesso em: 11 jan. 2020.

LIRA, W.S. **Sistema de Gestão do Conhecimento para Indicadores de Sustentabilidade - SIGECIS: Proposta de uma metodologia**. 2008. 178 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) –Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/8471>. Acesso em: 13 dez. 2019.

LOPES, A. V.; FREITAS, M. A. de S. A alocação de água como instrumento de gestão de recursos hídricos: experiências brasileiras. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 4, n. 1, p. 6-28, 2007. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=2&ID=69&SUMARIO=841>. Acesso em: 2 abr. 2019.

LOUCKS, D. P.; STAKHIV, E. Z.; MARTIN, L. R. SUSTAINABLE WATER RESOURCES MANAGEMENT. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v. 126, n. 2, p. 43-47, 2000. Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%290733-9496%282000%29126%3A2%2843%29>. Acesso em: 25 abr. 2019.

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. 3 ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 526 p. 2002.

MARANHÃO, N. **Sistema de Indicadores para Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas**. 2007. 397 f. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://www.coc.ufrj.br/pt/documents2/doutorado/2007-2/870-ney-maranhao-doutorado/file>. Acesso em: 11 out. 2019.

MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D. L.; RANDERS, J.; BEHRENS, W. W. **The Limits to Growth: a Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind**. New York: Universe Books, 1972. 205 p. Disponível em: <http://www.donellameadows.org/wp-content/userfiles/Limits-to-Growth-digital-scan-version.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2019.

MELATI M. D.; MARCUZZO F. F. N. Regionalização da $Q_{7,10}$ na bacia do Taquari–Antas (RS) usando regressão simples e robusta: o problema da variável explicativa precipitação. *In: XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2015, Brasília. Anais [...]*. Brasília: ABRH, 2015. p. 1-8. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/15059/PAP019868.pdf?sequencia=1&isAllowed=y>. Acesso em: 13 nov. 2019.

MINERAIS DO PARANÁ S/A (MINEROPAR). **Atlas Comentado da Geologia e dos Recursos Minerais do Estado do Paraná**. Curitiba: MINEROPAR, 2001. 116 p. Disponível em: http://www.geografia.seed.pr.gov.br/arquivos/File/2012/atlas_geologico_parana.pdf. Acesso em: 14 mai. 2020.

MOLDAN, B.; JANOUŠKOVÁ, S.; HÁK, T. How to understand and measure environmental sustainability: indicators and targets. **Ecological Indicators**, v. 17, p. 4-13, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.04.033>. Acesso em: 12 jan. 2020.

MONONEN, L.; AUVINEN, A. P.; AHOKUMPU, A. L.; RÖNKÄ, M.; AARRAS, N.; TOLVANEN, H.; KAMPPINEN, M.; VIIRRET, E.; KUMPULA, T.; VIHervaara, P. National ecosystem service indicators: measures of social-ecological sustainability. **Ecological Indicators**, v. 61, p. 27-37, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.03.041>. Acesso em: 08 jan. 2020.

NICHOLSON, E.; COLLEN, B.; BARAUSSE, A.; BLANCHARD, J. L.; COSTELLOE, B. T.; SULLIVAN, K. M. E.; UNDERWOOD, F. M.; BURN, R. W.; FRITZ, S.; JONES, J. P. G.; MCRAE, L.; POSSINGHAM, H. P.; MILNER-GULLAND, E. J. Making robust policy decisions using global biodiversity indicators. **PLoS ONE**, v. 7, n. 7, 2012. 10 p. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0041128>. Acesso em: 17 jan. 2020.

NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. da S.; PINTO, L. F. D. **Atlas Climático do Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2019. 188 mapas. Disponível em: <http://www.idrparana.pr.gov.br/Pagina/Atlas-Climatico>. Acesso em: 11 jul. 2020.

NOSCHANG, P. G.; SCHELEDER, A. F. P. A (in) sustentabilidade hídrica global e o direito humano à água. **Sequência (Florianópolis)**, n. 79, p. 119-138, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/seq/n79/2177-7055-seq-79-119.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2019.

OBSERVATORIO DE LA SOSTENIBILIDAD EN ESPAÑA (OSE), 2008. **Agua y Sostenibilidad**: Funcionalidad de las cuencas. 2008. 205 p. Disponível em: <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0637193.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2019.

OELKERS, E. H., HERING, J. G., ZHU, C. Water: Is There a Global Crisis?. **Elements**, v. 7, n. 3, p. 157-162, 2011. Disponível em: <https://pubs.geoscienceworld.org/msa/elements/article/7/3/157-162/137889>. Acesso em: 25 abr. 2019.

OKA-FIORI, C.; SANTOS, L. J. C. (Coord.). **Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná**. Escala base 1:250.000, modelos reduzidos 1:500.000. Curitiba: MINERAIS DO PARANÁ S/A, 2006. 63 p. Disponível em: http://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-04/atlas_geomorforlogico_parana_2006.pdf. Acesso em: 13 set. 2020.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Governança dos recursos hídricos no Brasil**. Paris: OECD, 2015. 304 p. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264238169-pt>. Acesso em: 01 fev. 2020.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Green Growth Indicators 2014**. Paris: OCDE Green Growth Studies, 2014. 144 p. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264202030-en>. Acesso em: 20 dez. 2019.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Improving Water Management**: Recent OECD Experience. Paris: OECD, 2003. 128 p. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1787/9789264099500-en>. Acesso em: 24 fev. 2019.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **OECD core set of indicators for environmental performance reviews**: a synthesis report by the group on the state of the environment. Paris: OECD, Environment Monographs, n. 83, 1993. 39 p. Disponível em: [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCDE/GD\(93\)179&docLanguage=En](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCDE/GD(93)179&docLanguage=En). Acesso em: 15 out. 2019.

PARANÁ. Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH). Resolução n° 1 CERH/PR, de 24 de Julho de 2019. Estabelece a elaboração e divulgação periódica

do Relatório Conjuntura de Recursos Hídricos do Paraná. **Diário Oficial do Estado**, 2019. Disponível em: <http://www.sedest.pr.gov.br/CERH>. Acesso em: 08 jan. 2020.

PARANÁ. Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH). Resolução nº 2 CERH/PR, de 27 de julho de 2001. Aprova instituição do Comitê das Bacias do Altíssimo Iguaçu / Alto Ribeira e proposição de composição provisória de Mesa Diretora. **Diário Oficial do Estado**, 2001. Disponível em: <http://www.sedest.pr.gov.br/CERH>. Acesso em: 08 jan. 2020.

PARANÁ. Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH). Resolução nº 49 CERH/PR, de 20 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a instituição de regiões hidrográficas, bacias hidrográficas e unidades hidrográficas de gerenciamento de recursos hídricos do estado do Paraná. **Diário Oficial do Estado**, 2007. Disponível em: <http://www.sedest.pr.gov.br/CERH>. Acesso em: 08 jan. 2020.

PARANÁ. Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH). Resolução nº 61 CERH/PR, de 09 de dezembro 2009. Aprova o Plano Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado**, 2009a. Disponível em: <http://www.sedest.pr.gov.br/CERH>. Acesso em: 08 jan. 2020.

PARANÁ. Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH). Resolução nº 85 CERH/PR, de 28 de agosto de 2013. Aprova mecanismos e homologa os valores unitários a serem aplicados e a data de início da cobrança pelo direito de uso dos recursos hídricos nas Bacias do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira. **Diário Oficial do Estado**, 2013b. Disponível em: <http://www.sedest.pr.gov.br/CERH>. Acesso em: 08 jan. 2020.

PARANÁ. Decreto Estadual nº 5.878, 13 de Dezembro de 2005. Instituir o Comitê das Bacias do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira. **Diário Oficial do Estado**, 2005. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/pr/decreto-n-5878-2005-parana-instituir-o-comite-das-bacias-do-alto-iguacu-e-afluentes-do-alto-ribeira>. Acesso em: 12 jul. 2020.

PARANÁ. Decreto Estadual nº 7.348, de 21 de fevereiro de 2013. Regulamenta a cobrança pelo direito de uso de recursos hídricos e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado**, 2013a. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=251630>. Acesso em: 09 ago. 2020.

PARANÁ. Decreto Estadual nº 9.130, de 27 de dezembro de 2010. Regulamenta o processo de instituição de Comitês de Bacias Hidrográficas, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado**, 2010a. Disponível em: http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/BACIAS/DecEst_9130_2010_CBH_PR.pdf. Acesso em: 04 ago. 2020.

PARANÁ. Decreto Estadual nº 9.957 de 23 de Janeiro de 2014. Dispõe sobre o regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos e adota outras providências. **Diário Oficial do Estado**, 2014. Disponível em:

<https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=113097&indice=1&totalRegistros=1>. Acesso em: 03 ago. 2020.

PARANÁ. Lei nº 12.726, de 26 de novembro de 1999. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos e adota outras providências. **Diário Oficial do Estado**, 1999. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=241036>. Acesso em: 09 nov. 2019.

PARANÁ. Lei nº 16.242 de 13 de Outubro de 2009. Cria o Instituto das Águas do Paraná, conforme especifica e adota outras providências. **Diário Oficial do Estado**, Curitiba, 13 out. 2009b. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/pr/lei-ordinaria-n-16242-2009-parana-cria-o-instituto-das-aguas-do-parana-conforme-especifica-e-adota-outras-providencias>. Acesso em: 16 jun. 2020.

PARANÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA). **Bacias Hidrográficas do Paraná**. Série Histórica. Curitiba: SEMA/PR, 2010b. 138 p. Disponível em: http://pdslitoral.com/wp-content/uploads/2018/01/Revista_Bacias_Hidrograficas_do_Parana.pdf. Acesso em: 17 dez. 2019.

PARANÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA). Resolução SEMA/PR nº 024, de 06 de junho de 2006. Institui as Diretrizes para a Gestão das Bacias Hidrográficas. **Diário Oficial do Estado**, 2006. Disponível em: http://celepar7.pr.gov.br/sia/atosnormativos/form_cons_ato1.asp?Codigo=1355. Acesso em: 08 jan. 2020.

PIRES, A.; MORATO, J.; PEIXOTO, H.; BOTERO, V.; ZULUAGA, L.; FIGUEROA, A. Sustainability Assessment of indicators for integrated water resources management. **Science of The Total Environment**, v. 578, p. 139-147, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969716324147>. Acesso em: 8 mar. 2019.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA). **Projeto Geo Cidades**: Relatório Ambiental Urbano Integrado. Rio de Janeiro: PNUMA/MMA/IBAM/ISER/REDEH, 2002. 192 p. Disponível em: <http://www.pnuma.org/deat1/pdf/2002GEORiodeJaneiro.pdf>. Acesso em: 16 set. 2019.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation, 2017. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>. Acesso em: 15 mai. 2019.

QU, X. L.; ALVAREZ, P. J.; LI, Q. L. Applications of nanotechnology in water and wastewater treatment. **Water research**, v. 47, n. 12, p. 3931-3946, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135413001772>. Acesso em: 25 abr. 2019.

QUEIROZ, A. T.; OLIVEIRA, L. A. Relação entre produção e demanda hídrica na bacia do rio Uberabinha, estado de Minas Gerais, Brasil. **Sociedade & Natureza**. Uberlândia, v. 25, n. 01, p. 191-204, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sn/v25n1/15.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2019.

RAUBER, D.; CRUZ, J. C. Gestão de Recursos Hídricos: uma abordagem sobre comitês de bacias. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, v. 34, n. 125, p. 123-140, 2013. Disponível em: <http://www.ipardes.pr.gov.br/ojs/index.php/revistaparanaense/article/view/640>. Acesso em: 20 mar. 2019.

RIBEIRO, J. W.; ROOKE, J. M. S. **Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública**. 2010. 36 f. Monografia (Especialização em Análise Ambiental) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010. Disponível em: <https://www.ufjf.br/analiseambiental/files/2009/11/TCC-SaneamentoeSa%c3%bade.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2020.

RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S.; GALVÃO, F.; HATSCHBACH, G. G. As Unidades Fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, v. 24, p. 75-92, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/285892213_As_unidades_fitogeograficas_do_Estado_do_Parana. Acesso em: 19 jun. 2020.

SALIM, N.; ANZIANI-VENTE, M.; MADSEN, D. Water Security: A Dynamic Multidisciplinary Vision from Theory to Practice. *In*: UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (UNESCO); INTERNATIONAL CENTRE FOR WATER SECURITY AND SUSTAINABLE MANAGEMENT (UNESCO i-WSSM). **Water Security and the Sustainable Development Goals**. Paris: UNESCO Global Water Security Issues (GWSI) Series. 2019. 210 p. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367904?posInSet=1&queryId=4cfc4889-41e4-4420-826c-0f5eef51b03e>. Acesso em: 07 jan. 2020.

SICHE, R.; AGOSTINHO, F.; ORTEGA, E.; ROMEIRO, A. Índices *versus* Indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambiente & Sociedade**. Campinas, v. 10, n. 2, p. 137-148, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/asoc/v10n2/a09v10n2.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2019.

SILVA, J. da.; FERNANDES, V.; LIMONT, M.; RAUEN, W. B. Sustainable development assessment from a capitals perspective: Analytical structure and indicator selection criteria. **Journal of Environmental Management**, v. 260, 2020. 10 p. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110147>. Acesso em: 13 jan. 2020.

SOUSA, H. T.; PRUSKI, F. F.; BOF, L. H. N.; CECON, P. R.; SOUZA, J. R. C. **SisCAH 1.0**: Sistema Computacional para análises hidrológicas. Brasília, DF: ANA;

Viçosa, MG: UFV, 2009. 60 p. Disponível em:
<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2009/SISCAHManual.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2020.

STARKL, M.; BRUNNER, N. Feasibility versus sustainability in urban water management. **Journal of Environmental Management**, v. 71, n. 3, p. 245-260, 2004. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479704000519>. Acesso em: 25 abr. 2019.

SUN, S.; WANGA, Y.; LIU, J.; CAI, H.; WUB, P.; GENG, Q.; XU, L. Sustainability assessment of regional water resources under the DPSIR Framework. **Journal of Hydrology**, v. 532, p. 140-148, 2016. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169415009099>. Acesso em: 21 out. 2019.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL (SUDERHSA). **Atlas de Recursos Hídricos do Estado do Paraná**. Curitiba: SEMA/PR, 1998. 27 p. Disponível em:
<http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Atlas-de-Recursos-Hidricos-do-Estado-do-Parana>. Acesso em: 27 out. 2020.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL (SUDERHSA). **Bacias Hidrográficas do Paraná**. Paraná: SUDERHSA, 2007. Disponível em: <http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Mapas-e-Dados-Espaciais>. Acesso em: 27 out. 2020.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL (SUDERHSA). **Manual Técnico de Outorgas**. Curitiba: SUDERHSA, 2006. 107p. Disponível em:
http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/manual_outorgas.pdf. Acesso em: 20 ago. 2020.

TUCCI, C. E. M. **Água urbanas**. Estudos avançados, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10295/11943>. Acesso em: 16 mai. 2020.

TUNDISI, J. G. Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos. **Revista USP**, n. 70, p. 24-35, 2006. Disponível em:
<http://www.periodicos.usp.br/revusp/article/download/13529/15347>. Acesso em: 28 nov. 2019.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; CIMINELLI, V. S.; BARBOSA, F. A. Water Availability, Water Quality, Water Governance: the Way Ahead. **Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences**, v. 366, p. 75-79, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5194/piahs-366-75-2015>. Acesso em: 02 fev. 2020.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI J. E. Conservação e uso sustentável de recursos hídricos. *In*: BARBOSA, F. A. (Org.) **Ângulos da água: desafios da integração**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008. p. 157-184.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. As múltiplas dimensões da crise hídrica. **Revista USP**, n. 106, p. 21-30, 2015. Disponível em: <http://www.periodicos.usp.br/revusp/article/view/109780/108286>. Acesso em: 19 dez. 2020.

TURNES, V. A. **Sistema Delos**: indicadores para processos de desenvolvimento local sustentável. 2004. 237 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/88007>. Acesso em: 14 nov. 2019.

UNITED NATIONS (UN). **Report of the World Summit on Sustainable Development**. A/Conf.199/20. New York: UN, 2002. 167 p. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/milestones/wssd>. Acesso em: 06 jan. 2020.

UNITED NATIONS (UN). **Indicators of sustainable development: Guidelines and Methodologies**. 3. ed. Ed. New York: NY, 2007. 93 p. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/guidelines.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2019.

UNITED NATIONS (UN). **Sustainable Development Goal 6: Synthesis Report 2018 on Water and Sanitation**. New York: UN, 2018. 195 p. Disponível em: <https://www.unwater.org/publications/highlights-sdg-6-synthesis-report-2018-on-water-and-sanitation-2/>. Acesso em: 06 jan. 2020.

UNITED NATIONS (UN). **The Millennium Development Goals Report 2015**, 2015. 72 p. Disponível em: http://www.undp.org/content/dam/undp/library/MDG/english/UNDP_MDG_Report_2015.pdf. Acesso em: 24 fev. 2019.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (UNCED). **Agenda 21 – Action Plan for the Next Century**, Rio de Janeiro: UNCED, 1992. 351 p. Disponível em: http://www.undp.org/content/dam/undp/library/MDG/english/UNDP_MDG_Report_2015.pdf. Acesso em: 24 fev. 2019.

UNITED NATIONS GENERAL ASSEMBLY (UNGA). **International Decade for Action**, “Water for Sustainable Development”, 2018-2028. Resolution adopted by the General Assembly on 21 December 2016, Seventy-first session, A/RES/71/222. 2016. Disponível em: <https://undocs.org/en/A/RES/71/222>. Acesso em 17 jun. 2020.

UNITED NATIONS GENERAL ASSEMBLY (UNGA). **International Decade for Action: Water for Life, 2005-2015.** Resolution adopted by the General Assembly on 23 December 2003, Fifty-eighth session, A/RES/58/217. 2003. Disponível em: <https://undocs.org/A/RES/58/217>. Acesso em: 12 dez. 2019.

UNITED NATIONS GENERAL ASSEMBLY (UNGA). **The Future We Want.** Resolution adopted by the General Assembly on 27 July 2012, Sixty-sixth session, A/RES/66/288. 2012. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/futurewewant.html>. Acesso: 22 jan. 2020.

UNITED NATIONS GENERAL ASSEMBLY (UNGA). **The Human Right to Water and Sanitation.** Resolution adopted by the General Assembly on 28 July 2010, Sixty-fourth session, A/RES/64/292. 2010. Disponível em: www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/292. Acesso em: 29 jan. 2020.

UNITED NATIONS GENERAL ASSEMBLY (UNGA). **Transforming Our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development.** Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015, Seventieth session, A/RES/70/1. 2015. Disponível em: https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf. Acesso em: 21 jan. 2020.

VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa.** 2. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006. 256 p.

VERFAILLIE, H. A.; BIDWELL, R. (Org.). **Measuring eco-efficiency: a guide to reporting company performance.** London: World Business Council for Sustainable Development, 2000. 36 p. Disponível em: <http://www.gdrc.org/sustbiz/measuring.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2020.

VIEIRA, P. M. S.; STUDART, T. M. C. Proposta metodológica para o desenvolvimento de um índice de sustentabilidade hidroambiental de áreas serranas no semiárido brasileiro - estudo de caso: Maciço de Baturité, Ceará. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 14, n. 4, p. 125-136, 2009. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=1&ID=9&SUMARIO=121>. Acesso em: 17 mar. 2019.

VIEIRA, V. P. P. B.; GONDIM FILHO, J. G. C. Água no Semi-Árido. In: REBOUÇAS, A. da C; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.). **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.** 3. ed. São Paulo: Escrituras Editora, p. 481-540, 2006.

VILLAR, P. C.; GRANZIERA, M. L. M. **Direito de águas à luz da governança.** Brasília: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), 2020. 168 p. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/ana-lanca-livro-digital-direito-de-aguas-a-luz-da-governanca-em->

tres-idiomas/livro-direito-de-aguas-a-luz-da-governanca-pt.pdf. Acesso em: 12 jul. 2020.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (WCED). **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future**. New York: United Nations, 1987. 300 p. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>. Acesso em: 13 out. 2019.

WORLD ECONOMIC FORUM (WEF). **The Global Risks Report 2018**. 13. ed. Geneva: WEF, 2018. 68 p. Disponível em: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GRR18_Report.pdf. Acesso em: 26 jan. 2020.

WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME (WWAP); UNITED NATIONS-WATER (UN-Water). **The United Nations World Water Development Report 2018: Nature-based Solutions for Water**. Paris: UNESCO, 2018. 139 p. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0026/002614/261424e.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2020.

WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME (WWAP). **The United Nations World Water Development Report 2017: Wastewater: The Untapped Resource**. Paris: UNESCO, 2017. 180 p. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247153?posInSet=1&queryId=387c3bf7-dd7c-48c7-b217-6610e2d9af6c>. Acesso em: 06 jan. 2020.

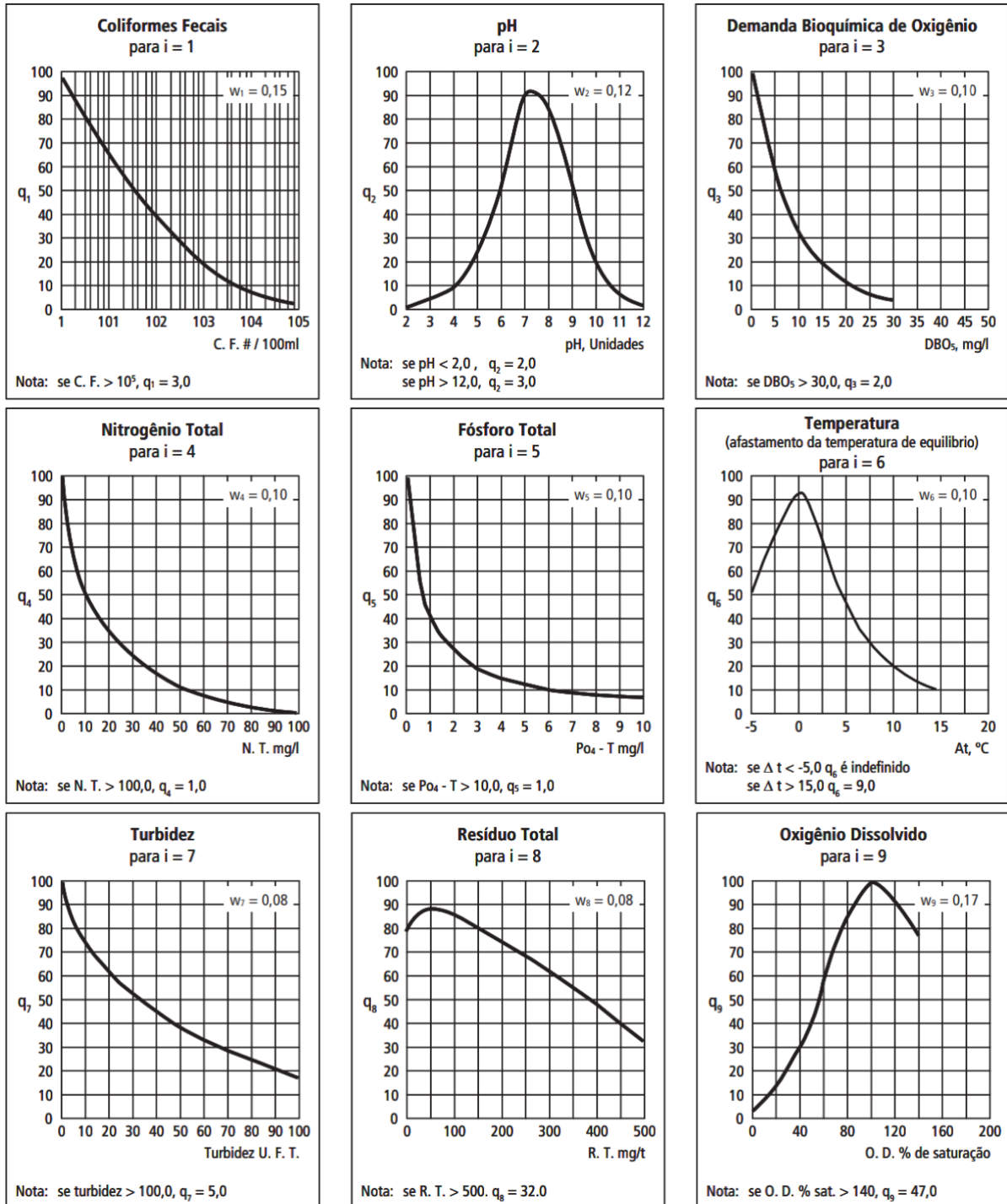
WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME (WWAP). **The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World**. Paris: UNESCO; London: Earthscan, 2009. 318 p. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001819/181993e.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2020.

WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME (WWAP). **The United Nations World Water Development Report 4: Managing Water under Uncertainty and Risk**. Paris: UNESCO, 2012. 866 p. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000215644>. Acesso em: 01 fev. 2020.

WORLD WIDE FUND FOR NATURE (WWF). **Living Planet Report 2010: Biodiversity, Biocapacity and Development**. Gland: WWF, 2010. 116 p. Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/node/29017>. Acesso em: 13 jan. 2020.

ANEXO A - Curvas médias de variação de qualidade das águas e os pesos relativos a cada parâmetro que compõe o IQA

Figura 1 - Curvas médias de variação de qualidade das águas e os pesos relativos a cada parâmetro que compõe o IQA



Fonte: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2019).

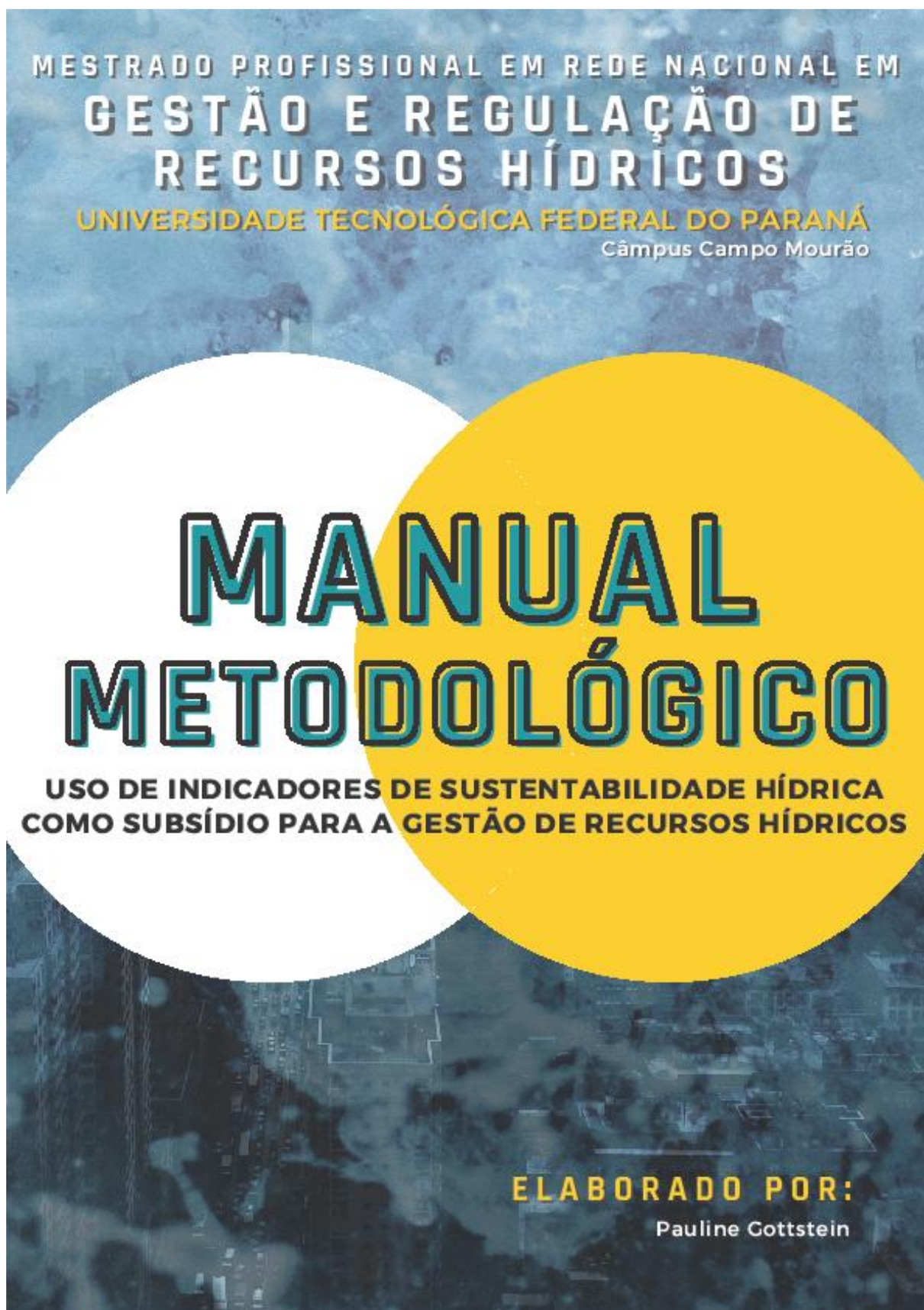
ANEXO B - Memorial de Cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA)

Figura 1 - Equações utilizadas para o cálculo do Índice de Qualidade da Água, em relação a cada parâmetro que compõe o IQA

Parâmetro	Limite mínimo (>)	Limite máximo (≤)	Equação de q_i	
Log ₁₀ (coliformes termotolerantes)	0	1	100 - 33*logC	
	1	5	100 - 37,2*logC + 3,60743*logC ²	
	5		3	
pH	0	2	2	
	2	4	13,6 - 10,6*pH + 2,4364*pH ²	
	4	6,2	155,5 - 77,36*pH + 10,2481*pH ²	
	6,2	7	-657,2 + 197,38*pH - 12,9167*pH ²	
	7	8	-427,8 + 142,05*pH - 9,695*pH ²	
	8	8,5	216 - 16*pH	
	8,5	9	1415823*EXP(-1,1507*pH)	
	9	10	228 - 27*pH	
	10	12	633 - 106,5*pH + 4,5*pH ²	
	12	14	3	
DBO	0	5	99,96*EXP(-0,1232728*C)	
	5	15	104,67 - 31,5463*LOG10(C)	
	15	30	4394,91*C ^{-1,99809}	
	30		2	
Nitrogênio total (mgN/L)	0	10	100 - 8,169*C + 0,3059*C ²	
	10	60	101,9 - 23,1023*LOG10(C)	
	60	100	159,3148*EXP(-0,0512842*C)	
	100		1	
Fósforo (mgPO4/L)	0	1	99*EXP(-0,91629*C)	
	1	5	57,6 - 20,178*C + 2,1326*C ²	
	5	10	19,8*EXP(-0,13544*C)	
	10		5	
Diferença de temperatura			94 (assumido o valor constante de 94 pela CETESB, por se considerar que, nas condições brasileiras, a temperatura dos corpos d'água não se afasta da temperatura de equilíbrio)	
Turbidez (UNT)	0	25	100,17 - 2,67*Turb + 0,03775*Turb ²	
	25	100	84,76*EXP(-0,016206*Turb)	
	100		5	
Sólidos totais (mg/L)	0	150	79,75 + 0,166*C - 0,001088*C ²	
	150	500	101,67 - 0,13917*C	
	500		32	
Percentagem de saturação de OD (%)	0	50	3 + 0,34*(%sat) + 0,008095*(%sat) ² + 1,35252*0,00001*(%sat) ³	
	50	85	3 - 1,166*(%sat) + 0,058*(%sat) ² - 3,803435*0,00001*(%sat) ³	
	85	100	3 + 3,7745*(%sat) ^{0,704889}	
	100	140	3 + 2,9*(%sat) - 0,02496*(%sat) ² + 5,60919*0,00001*(%sat) ³	
	140		3+47	
	Concentração de saturação de OD (mg/L)			C _s = (14,62 - 0,3898*temp + 0,006969*temp ² - 0,00005896*temp ³)*(1 - 0,0000228675*altitude) ^{5,167}
	Percentagem de saturação (%)			100*OD/C _s

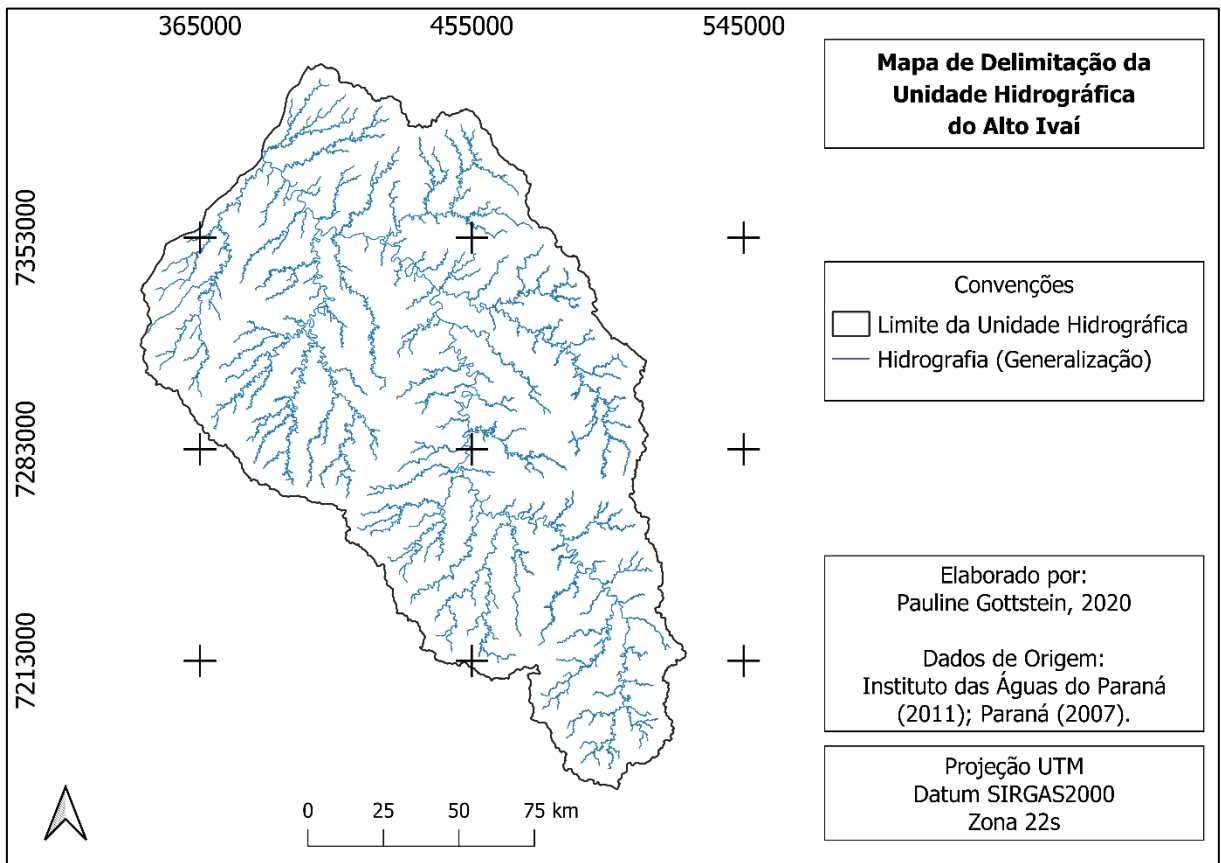
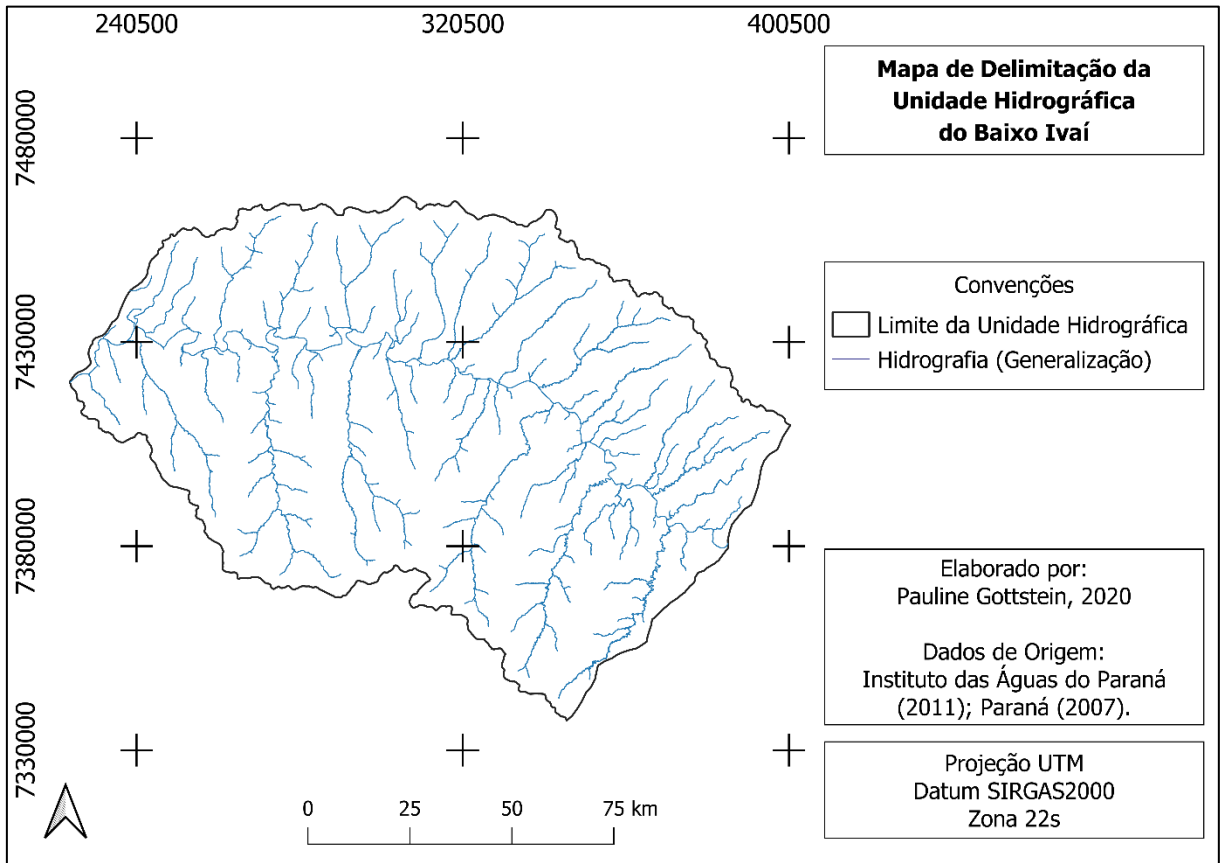
Fonte: Adaptado de Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2019).

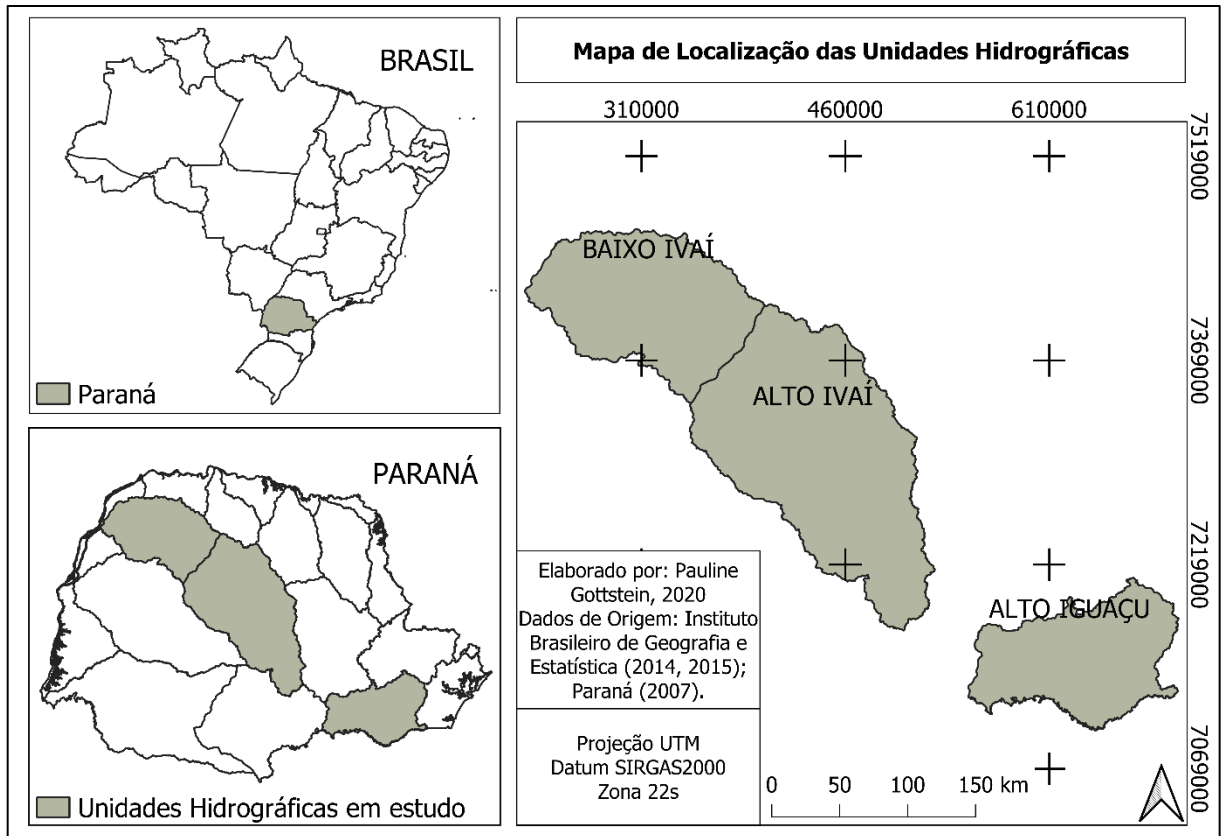
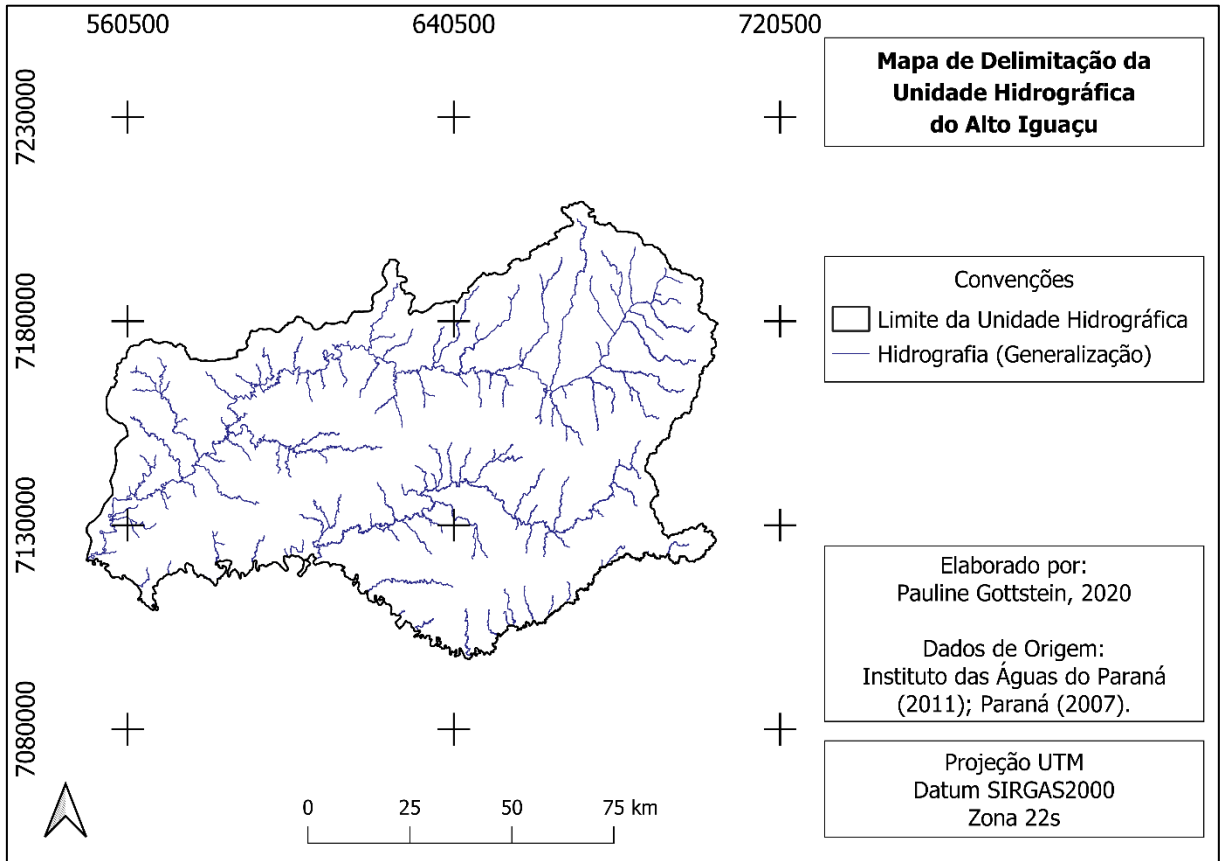
APÊNDICE A - Produto: Manual Metodológico

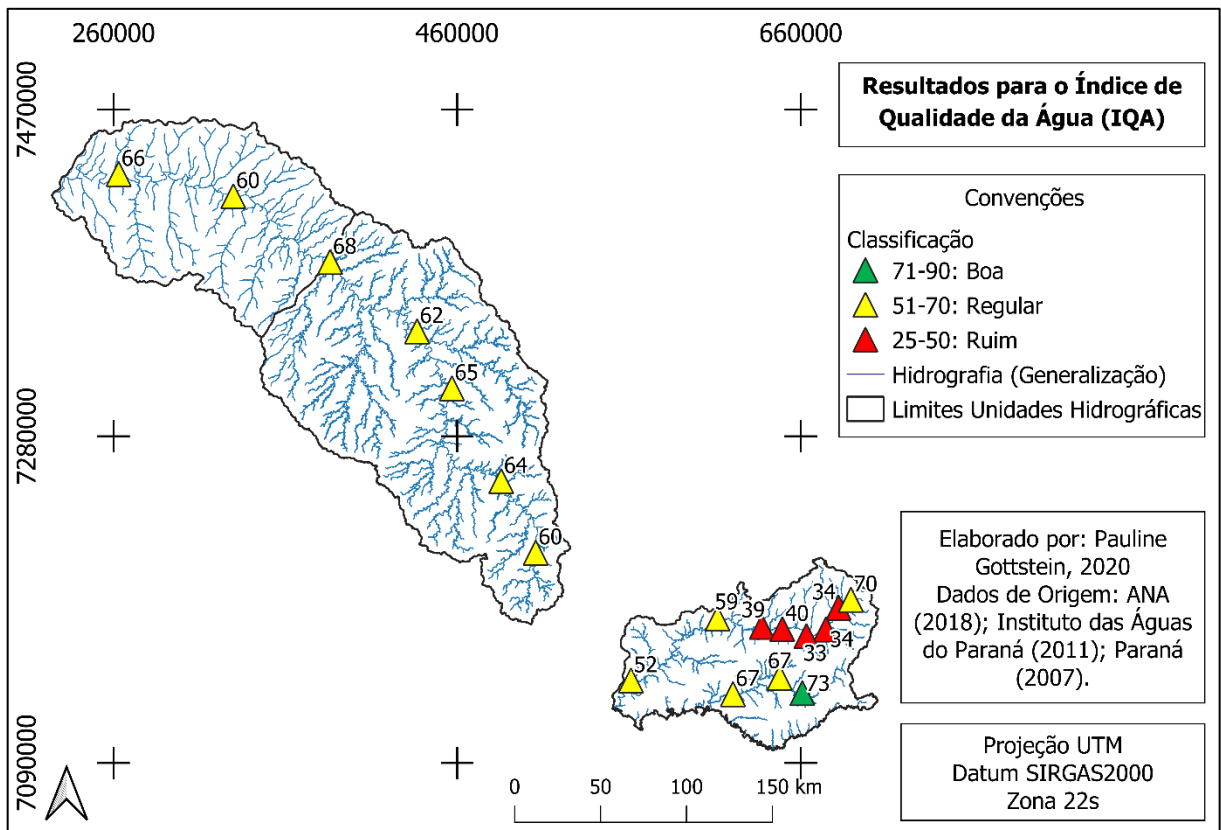
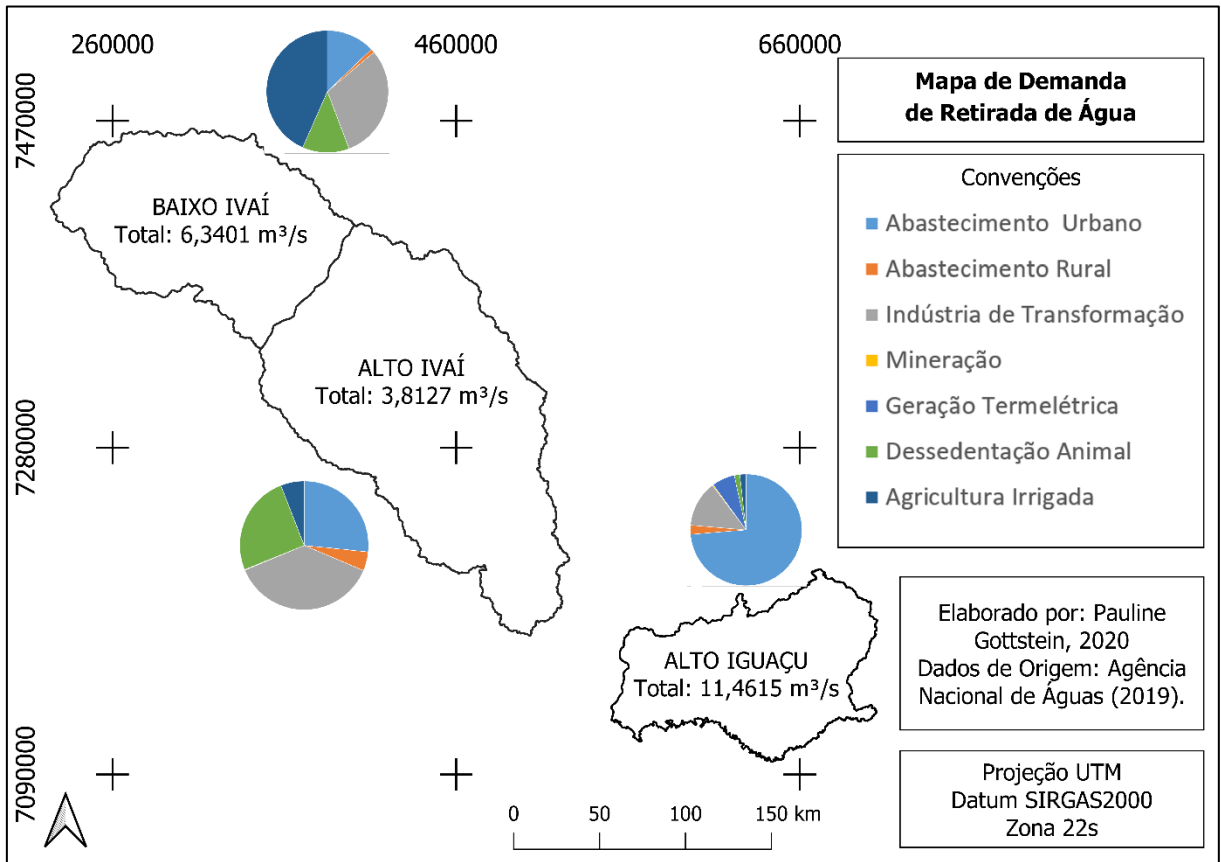


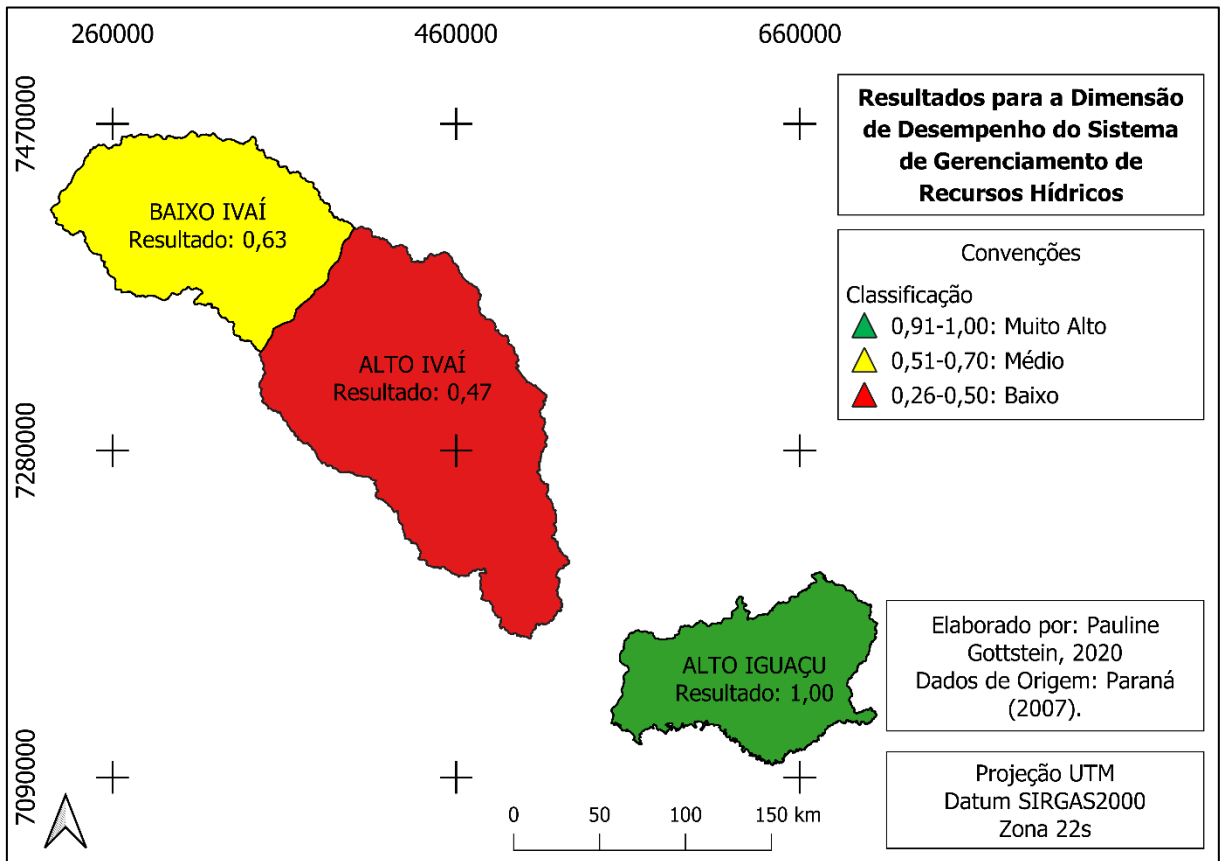
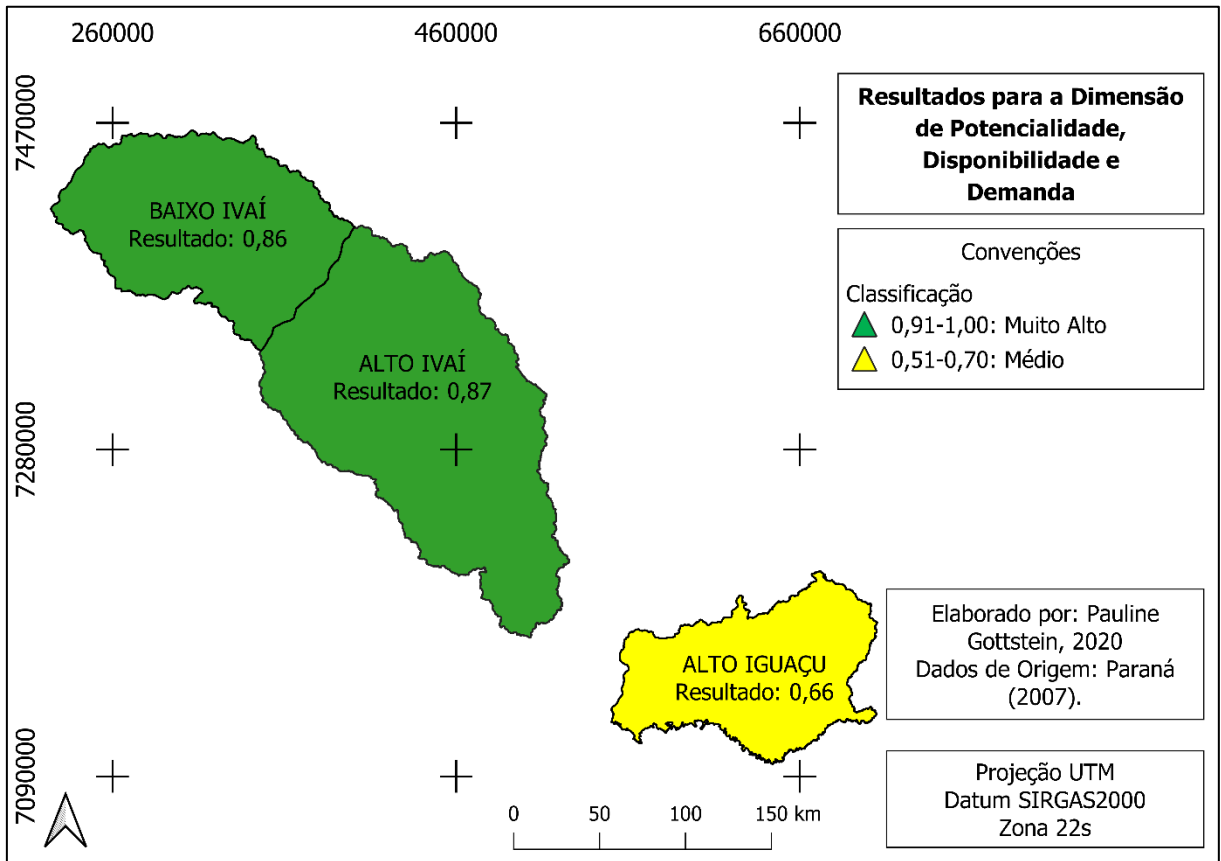
Disponível no repositório da Biblioteca da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pelo endereço eletrônico: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/>.

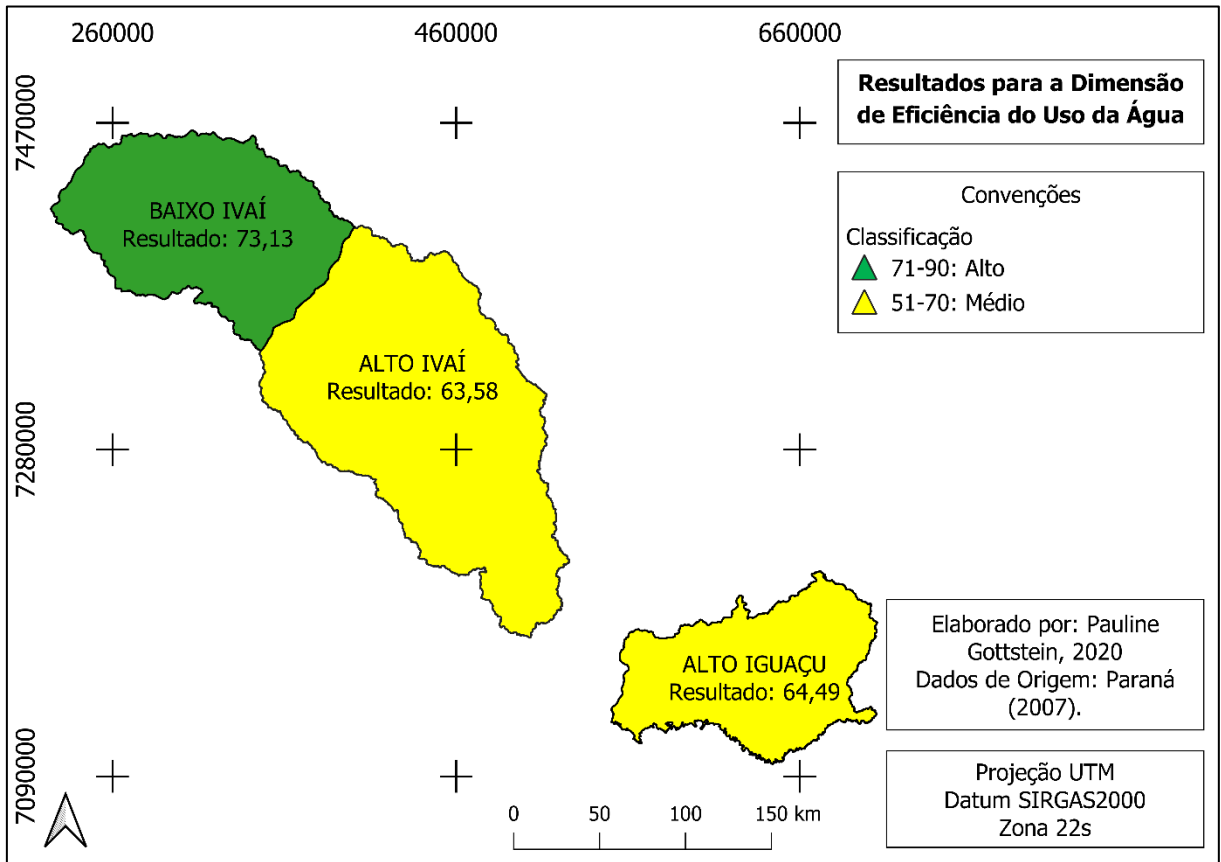
APÊNDICE B - Produto: Mapas











APÊNDICE C - Área e população estimada por município para as unidades hidrográficas em estudo

Tabela 1 - Área e população estimada dos municípios que compõem a Unidade Hidrográfica do Alto Ivai

(continua)

Alto Ivai		
Município	Área (km ²)	População estimada em 2017 (hab)
Apucarana	558,39	132.691
Arapuã	217,37	3.343
Ariranha do Ivai	239,56	2.301
Barbosa Ferraz	538,64	12.300
Boa Ventura de São Roque	620,45	6.665
Bom Sucesso	322,75	7.019
Borrazópolis	334,38	7.280
Cambira	163,39	7.808
Campo Mourão	749,64	94.153
Cândido De Abreu	1.510,16	16.059
Corumbataí do Sul	164,34	3.617
Cruzmaltina	312,30	3.110
Faxinal	715,94	17.306
Fênix	234,10	4.898
Godoy Moreira	131,01	3.178
Grandes Rios	314,20	6.167
Guamiranga	244,79	8.619
Iretama	570,46	10.608
Itambé	243,82	6.210
Ivai	607,85	13.797
Ivaiporã	431,50	32.720
Jandaia do Sul	187,60	21.341
Jardim Alegre	410,48	12.019
Kaloré	193,30	4.368
Lidianópolis	154,36	3.662
Luiziana	916,84	7.455
Lunardelli	199,21	5.063
Manoel Ribas	571,13	13.708
Marialva	475,56	34.955
Marilândia do Sul	384,42	9.068
Marumbi	208,47	4.765
Mauá da Serra	108,32	10.039
Nova Tebas	545,69	6.498
Novo Itacolomi	161,41	2.908
Peabiru	468,59	14.198
Pitanga	1.663,75	32.015
Prudentópolis	2.247,14	52.125
Quinta do Sol	326,18	4.897
Rio Bom	177,84	3.337
Rio Branco do Ivai	382,33	4.119
Rosário do Ivai	371,25	5.231

(conclusão)

Município	Área (km²)	População estimada em 2017 (hab)
São João do Ivaí	353,33	11.005
São Pedro do Ivaí	322,70	10.928
Turvo	938,17	13.640

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017; 2018).

Tabela 2 - Área e população estimada dos municípios que compõem a Unidade Hidrográfica do Baixo Ivaí

(continua)

Baixo Ivaí		
Nome	Área (km²)	População estimada em 2017 (hab)
Alto Paraná	407,72	14.693
Amaporã	384,73	6.084
Araruna	493,20	14.098
Cianorte	811,67	79.571
Cidade Gaúcha	403,04	12.326
Cruzeiro do Oeste	775,98	21.237
Douradina	419,85	8.439
Doutor Camargo	118,28	6.069
Engenheiro Beltrão	467,47	14.314
Floraí	191,13	5.103
Floresta	158,22	6.603
Guaporema	201,15	2.292
Icaraíma	675,24	8.482
Indianópolis	122,62	4.504
Ivaté	410,91	8.120
Ivatuba	96,66	3.240
Japurá	165,18	9.307
Jussara	210,87	7.026
Maria Helena	486,22	5.932
Mirador	221,71	2.314
Nova Aliança do Ivaí	131,27	1.536
Nova Olímpia	136,35	5.829
Ourizona	176,46	3.494
Paiçandu	171,38	40.156
Paraíso do Norte	204,56	13.345
Paranavaí	1.202,27	87.850
Planaltina do Paraná	356,19	4.303
Presidente Castelo Branco	155,73	5.227
Querência do Norte	914,76	12.320
Rondon	555,12	9.581
Santa Isabel do Ivaí	349,50	8.858
Santa Mônica	259,96	3.915
São Carlos do Ivaí	225,08	6.839

(conclusão)

Município	Área (km²)	População estimada em 2017 (hab)
São Jorge do Ivaí	315,09	5.676
São Manoel do Paraná	95,40	2.189
São Tomé	218,62	5.715
Tamboara	193,35	5.064
Tapira	434,37	5.798
Terra Boa	320,85	16.991

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017; 2018).

Tabela 3 - Área e população estimada dos municípios que compõem a Unidade Hidrográfica do Alto Iguaçu

Alto Iguaçu		
Nome	Área (km²)	População estimada em 2017 (hab)
Agudos do Sul	192,26	9.161
Almirante Tamandaré	194,74	115.364
Antônio Olinto	469,62	7.587
Araucária	469,24	137.452
Balsa Nova	348,93	12.602
Campo do Tenente	304,50	7.829
Campo Largo	1.243,55	127.309
Colombo	197,80	237.402
Contenda	299,04	17.961
Curitiba	435,04	1.908.359
Fazenda Rio Grande	116,70	95.225
Lapa	2.093,86	48.067
Mandirituba	379,20	25.662
Piên	254,80	12.455
Pinhais	60,87	129.445
Piraquara	227,04	107.751
Porto Amazonas	186,60	4.835
Quatro Barras	180,47	22.651
Quitandinha	447,02	18.733
Rio Negro	604,14	33.857
São João do Triunfo	720,41	14.927
São José dos Pinhais	946,43	307.530
São Mateus do Sul	1.341,71	45.398
Tijucas do Sul	671,89	16.348

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017; 2018).

APÊNDICE D - Demandas de retirada de água por setor e por município para as unidades hidrográficas em estudo

Tabela 1 - Demandas de retirada de água por setor dos municípios que compõem a Unidade Hidrográfica do Alto Ivaí**(continua)**

Alto Ivaí								
Demanda de retirada de água (m³/s)								
Município	Abastecimento Urbano	Abastecimento Rural	Indústria de Transformação	Mineração	Geração Termelétrica	Dessedentação Animal	Agricultura Irrigada	Total
Apucarana	0,2713	0,0064	0,1164	0,0003	0,0000	0,0207	0,0021	0,4171
Arapuã	0,0025	0,0021	0,0003	0,0000	0,0000	0,0168	0,0003	0,0219
Ariranha do Ivaí	0,0017	0,0013	0,0000	0,0000	0,0000	0,0123	0,0000	0,0153
Barbosa Ferraz	0,0183	0,0029	0,0027	0,0000	0,0000	0,0363	0,0001	0,0603
Boa Ventura de São Roque	0,0047	0,0049	0,0020	0,0000	0,0000	0,0294	0,0002	0,0412
Bom Sucesso	0,0111	0,0013	0,0003	0,0000	0,0000	0,0144	0,0164	0,0435
Borrazópolis	0,0110	0,0019	0,0009	0,0000	0,0000	0,0115	0,0001	0,0254
Cambira	0,0122	0,0017	0,0134	0,0000	0,0000	0,0101	0,0047	0,0420
Campo Mourão	0,1627	0,0035	0,0704	0,0017	0,0000	0,0191	0,0065	0,2639
Cândido de Abreu	0,0079	0,0124	0,0014	0,0002	0,0000	0,0705	0,0168	0,1092
Corumbataí do Sul	0,0040	0,0016	0,0000	0,0000	0,0000	0,0142	0,0008	0,0206
Cruzmaltina	0,0032	0,0016	0,0002	0,0000	0,0000	0,0097	0,0010	0,0156
Faxinal	0,0285	0,0047	0,0016	0,0000	0,0000	0,0237	0,0115	0,0701
Fênix	0,0079	0,0008	0,0000	0,0000	0,0000	0,0041	0,0001	0,0128
Godoy Moreira	0,0033	0,0017	0,0000	0,0000	0,0000	0,0095	0,0000	0,0146
Grandes Rios	0,0068	0,0030	0,0004	0,0000	0,0000	0,0299	0,0002	0,0403
Guamiranga	0,0040	0,0064	0,0009	0,0000	0,0000	0,0100	0,0001	0,0213
Iretama	0,0115	0,0047	0,0008	0,0006	0,0000	0,0523	0,0003	0,0703
Itambé	0,0140	0,0001	0,0007	0,0000	0,0000	0,0024	0,0002	0,0173
Ivaí	0,0082	0,0093	0,0152	0,0000	0,0000	0,0137	0,0024	0,0488
Ivaiporã	0,0573	0,0039	0,0049	0,0000	0,0000	0,0233	0,0003	0,0897
Jandaia do Sul	0,0391	0,0019	0,2567	0,0000	0,0000	0,0112	0,0021	0,3110
Jardim Alegre	0,0142	0,0050	0,0003	0,0000	0,0000	0,0337	0,0001	0,0534
Kaloré	0,0060	0,0011	0,0009	0,0000	0,0000	0,0060	0,0045	0,0184
Lidianópolis	0,0043	0,0018	0,0001	0,0002	0,0000	0,0077	0,0009	0,0150
Luiziana	0,0080	0,0024	0,0002	0,0000	0,0000	0,0232	0,0025	0,0363
Lunardelli	0,0068	0,0018	0,0001	0,0000	0,0000	0,0093	0,0035	0,0214
Manoel Ribas	0,0107	0,0075	0,0015	0,0001	0,0000	0,0574	0,0003	0,0774
Marialva	0,0581	0,0067	0,0750	0,0010	0,0000	0,0102	0,0528	0,2038
Marilândia do Sul	0,0122	0,0027	0,0008	0,0003	0,0000	0,0070	0,0470	0,0701
Marumbi	0,0052	0,0018	0,0040	0,0000	0,0000	0,0100	0,0033	0,0242
Mauá da Serra	0,0118	0,0021	0,0188	0,0000	0,0000	0,0020	0,0028	0,0375
Nova Tebas	0,0041	0,0041	0,0000	0,0000	0,0000	0,0417	0,0035	0,0535
Novo Itacolomi	0,0031	0,0012	0,0012	0,0003	0,0000	0,0158	0,0000	0,0216

(conclusão)

Município	Abastecimento Urbano	Abastecimento Rural	Indústria de Transformação	Mineração	Geração Termelétrica	Dessedentação Animal	Agricultura Irrigada	Total
Peabiru	0,0379	0,0028	0,0015	0,0002	0,0000	0,0135	0,0050	0,0608
Pitanga	0,0334	0,0104	0,0116	0,0000	0,0000	0,0933	0,0034	0,1521
Prudentópolis	0,0448	0,0292	0,0085	0,0001	0,0000	0,0660	0,0009	0,1495
Quinta do Sol	0,0087	0,0012	0,0001	0,0000	0,0000	0,0053	0,0009	0,0163
Rio Bom	0,0036	0,0015	0,0028	0,0000	0,0000	0,0113	0,0010	0,0202
Rio Branco do Ivaí	0,0014	0,0037	0,0002	0,0000	0,0000	0,0107	0,0010	0,0169
Rosário do Ivaí	0,0046	0,0026	0,0003	0,0000	0,0000	0,0347	0,0009	0,0432
São João do Ivaí	0,0197	0,0023	0,0003	0,0000	0,0000	0,0114	0,0024	0,0361
São Pedro do Ivaí	0,0171	0,0028	0,0845	0,0000	0,0000	0,0078	0,0224	0,1347
Turvo	0,0080	0,0086	0,7222	0,0002	0,0000	0,0382	0,0007	0,7780
Total	1,0149	0,1811	1,4244	0,0053	0,0000	0,9611	0,2259	3,8127

Fonte: Agência Nacional de Águas (2019a).

Tabela 2 - Demanda de retirada de água por setor dos municípios que compõem a Unidade Hidrográfica do Baixo Ivaí

(continua)

Baixo Ivaí								
Demanda de retirada de água (m³/s)								
Município	Abastecimento Urbano	Abastecimento Rural	Indústria de Transformação	Mineração	Geração Termelétrica	Dessedentação Animal	Agricultura Irrigada	Total
Alto Paraná	0,0212	0,0027	0,0051	0,0007	0,0000	0,0334	0,0028	0,0660
Amaporã	0,0078	0,0013	0,0043	0,0000	0,0000	0,0237	0,0337	0,0708
Araruna	0,0167	0,0029	0,0081	0,0000	0,0000	0,0219	0,0016	0,0512
Cianorte	0,1280	0,0087	0,1803	0,0001	0,0000	0,0673	0,0038	0,3881
Cidade Gaúcha	0,0186	0,0022	0,2877	0,0000	0,0000	0,0247	0,0346	0,3678
Cruzeiro do Oeste	0,0341	0,0025	0,0383	0,0000	0,0000	0,0433	0,0285	0,1467
Douradina	0,0116	0,0022	0,0014	0,0000	0,0000	0,0267	0,0517	0,0936
Doutor Camargo	0,0116	0,0006	0,0028	0,0000	0,0000	0,0025	0,0002	0,0178
Engenheiro Beltrão	0,0241	0,0015	0,0383	0,0000	0,0000	0,0076	0,0003	0,0717
Floraí	0,0090	0,0006	0,0031	0,0000	0,0000	0,0053	0,0026	0,0206
Floresta	0,0130	0,0005	0,0011	0,0000	0,0000	0,0023	0,0006	0,0174
Guaporema	0,0026	0,0009	0,0009	0,0000	0,0000	0,0106	0,0134	0,0284
Icaraíma	0,0114	0,0025	0,0031	0,0002	0,0000	0,0439	0,0833	0,1444
Indianópolis	0,0060	0,0011	0,0088	0,0000	0,0000	0,0124	0,0069	0,0353
Ivaté	0,0100	0,0023	0,2705	0,0000	0,0000	0,0147	0,0512	0,3487

(conclusão)

Município	Abastecimento Urbano	Abastecimento Rural	Indústria de Transformação	Mineração	Geração Termelétrica	Dessedentação Animal	Agricultura Irrigada	Total
Ivatuba	0,0056	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000	0,0069
Japurá	0,0170	0,0009	0,0092	0,0000	0,0000	0,0065	0,0022	0,0358
Jussara	0,0200	0,0006	0,1093	0,0000	0,0000	0,0058	0,0006	0,1362
Maria Helena	0,0066	0,0021	0,0030	0,0000	0,0000	0,0382	0,0088	0,0586
Mirador	0,0030	0,0008	0,0000	0,0000	0,0000	0,0111	0,0133	0,0282
Nova Aliança do Ivaí	0,0021	0,0004	0,0015	0,0000	0,0000	0,0081	0,0058	0,0180
Nova Olímpia	0,0094	0,0009	0,0012	0,0000	0,0000	0,0112	0,0462	0,0688
Ourizona	0,0064	0,0003	0,0003	0,0000	0,0000	0,0012	0,0060	0,0141
Paiçandu	0,0873	0,0002	0,0163	0,0000	0,0000	0,0017	0,0052	0,1107
Paraíso do Norte	0,0227	0,0008	0,0604	0,0000	0,0000	0,0053	0,0045	0,0936
Paranavaí	0,1667	0,0025	0,1324	0,0000	0,0000	0,0903	0,0847	0,4765
Planaltina do Paraná	0,0050	0,0014	0,0054	0,0000	0,0000	0,0320	0,0342	0,0780
Presidente Castelo Branco	0,0084	0,0005	0,0003	0,0000	0,0000	0,0071	0,0160	0,0323
Querência do Norte	0,0147	0,0045	0,0020	0,0000	0,0000	0,0575	1,0436	1,1223
Rondon	0,0122	0,0018	0,2407	0,0000	0,0000	0,0234	0,0355	0,3136
Santa Isabel do Ivaí	0,0163	0,0015	0,0016	0,0000	0,0000	0,0342	0,7120	0,7657
Santa Mônica	0,0048	0,0027	0,0020	0,0000	0,0000	0,0163	0,3251	0,3510
São Carlos do Ivaí	0,0142	0,0008	0,3221	0,0000	0,0000	0,0033	0,0091	0,3495
São Jorge do Ivaí	0,0149	0,0007	0,0001	0,0000	0,0000	0,0104	0,0015	0,0275
São Manoel do Paraná	0,0027	0,0010	0,0007	0,0000	0,0000	0,0044	0,0003	0,0091
São Tomé	0,0084	0,0008	0,1137	0,0000	0,0000	0,0083	0,0018	0,1330
Tamboara	0,0079	0,0007	0,0065	0,0000	0,0000	0,0104	0,0054	0,0308
Tapira	0,0069	0,0024	0,0015	0,0000	0,0000	0,0385	0,0736	0,1229
Terra Boa	0,0252	0,0026	0,0395	0,0000	0,0000	0,0207	0,0005	0,0885
Total	0,8143	0,0641	1,9232	0,0012	0,0000	0,7868	2,7506	6,3401

Fonte: Agência Nacional de Águas (2019a).

Tabela 3 - Demanda de retirada de água por setor dos municípios que compõem a Unidade Hidrográfica do Alto Iguaçu

Alto Iguaçu								
Demanda de retirada de água (m³/s)								
Município	Abastecimento Urbano	Abastecimento Rural	Indústria de Transformação	Mineração	Geração Termelétrica	Dessedentação Animal	Agricultura Irrigada	Total
Agudos do Sul	0,0062	0,0053	0,0001	0,0001	0,0000	0,0031	0,0001	0,0149
Almirante Tamandaré	0,2689	0,0057	0,0424	0,0051	0,0000	0,0034	0,0127	0,3382
Antônio Olinto	0,0012	0,0078	0,0004	0,0001	0,0000	0,0052	0,0005	0,0152
Araucária	0,3502	0,0099	0,2792	0,0007	0,7569	0,0089	0,0432	1,4489
Balsa Nova	0,0148	0,0035	0,0272	0,0015	0,0000	0,0082	0,0026	0,0578
Campo do Tenente	0,0069	0,0034	0,0014	0,0000	0,0000	0,0036	0,0023	0,0177
Campo Largo	0,2016	0,0233	0,0707	0,0085	0,0000	0,0162	0,0026	0,3229
Colombo	0,6155	0,0126	0,0651	0,0004	0,0000	0,0014	0,0488	0,7439
Contenda	0,0190	0,0073	0,0030	0,0000	0,0000	0,0048	0,0250	0,0591
Curitiba	5,3699	0,0000	0,4727	0,0004	0,0000	0,0010	0,0044	5,8484
Fazenda Grande	Rio 0,1590	0,0087	0,0563	0,0002	0,0000	0,0022	0,0033	0,2296
Lapa	0,0476	0,0205	0,0922	0,0014	0,0000	0,0395	0,0071	0,2083
Mandirituba	0,0141	0,0200	0,0058	0,0026	0,0000	0,0141	0,0023	0,0589
Piên	0,0089	0,0071	0,0165	0,0004	0,0000	0,0034	0,0014	0,0377
Pinhais	0,3524	0,0000	0,0515	0,0000	0,0000	0,0005	0,0006	0,4050
Piraquara	0,1305	0,0605	0,0251	0,0008	0,0000	0,0036	0,0013	0,2217
Porto Amazonas	0,0060	0,0019	0,0074	0,0001	0,0000	0,0042	0,0046	0,0241
Quatro Barras	0,0448	0,0024	0,0193	0,0017	0,0000	0,0018	0,0077	0,0777
Quitandinha	0,0124	0,0127	0,0022	0,0011	0,0000	0,0067	0,0207	0,0557
Rio Negro	0,0561	0,0059	0,0307	0,0000	0,0000	0,0106	0,0006	0,1039
São João do Triunfo	0,0062	0,0120	0,0015	0,0001	0,0000	0,0059	0,0003	0,0259
São José dos Pinhais	0,6916	0,0370	0,1955	0,0064	0,0000	0,0113	0,0117	0,9536
São Mateus do Sul	0,0585	0,0178	0,0631	0,0015	0,0000	0,0175	0,0053	0,1637
Tijucas do Sul	0,0042	0,0158	0,0024	0,0000	0,0000	0,0056	0,0004	0,0285
Total	8,4464	0,3011	1,5317	0,0331	0,7569	0,1827	0,2096	11,4615

Fonte: Agência Nacional de Águas (2019a).

APÊNDICE E - Estações fluviométricas selecionadas para obtenção dos dados de qualidade da água nas Unidades Hidrográficas em estudo

Quadro 1 - Estações fluviométricas selecionadas para obtenção dos dados de qualidade da água na Unidade Hidrográfica do Baixo Ivaí

Baixo Ivaí						
Código da Estação	Nome da Estação	Nome do Rio	Altitude (m)	Área de Drenagem (km ²)	Latitude	Longitude
64675002	Porto Bananeira	Rio Ivaí	520,00	23107,60	23° 40' 29"	52° 07' 02"
64685000	Porto Paraíso do Norte	Rio Ivaí	250,00	28427,00	23° 19' 28"	52° 39' 55"
64693000	Novo Porto Taquara	Rio Ivaí	240,00	34432,00	23° 11' 58"	53° 18' 56"

Fonte: Agência Nacional de Águas (2018); Instituto das Águas do Paraná (2020).

Quadro 2 - Estações fluviométricas selecionadas para obtenção dos dados de qualidade da água na Unidade Hidrográfica do Alto Ivaí

Alto Ivaí						
Código da Estação	Nome da Estação	Nome do Rio	Altitude (m)	Área de Drenagem (km ²)	Latitude	Longitude
64620000	Rio dos Patos	Rio dos Patos	690,00	1086,00	25° 12' 19"	50° 56' 34"
64625000	Tereza Cristina	Rio Ivaí	550,00	3572,00	24° 49' 46"	51° 08' 34"
64645000	Porto Espanhol	Rio Ivaí	413,00	8600,00	24° 20' 31"	51° 25' 28"
64655000	Ubá do Sul	Rio Ivaí	380,00	12701,00	24° 02' 30"	51° 37' 22"
64675002	Porto Bananeira	Rio Ivaí	520,00	23107,60	23° 40' 29"	52° 07' 02"

Fonte: Agência Nacional de Águas (2018); Instituto das Águas do Paraná (2020).

Quadro 3 - Estações fluviométricas selecionadas para obtenção dos dados de qualidade da água na Unidade Hidrográfica do Alto Iguaçu

Alto Iguaçu						
Código da Estação	Nome da Estação	Nome do Rio	Altitude (m)	Área de Drenagem (km ²)	Latitude	Longitude
65003950	Olaria do Estado	Rio Iraí	876,19	182,00	25° 26' 27"	49° 07' 06"
65009000	Ponte Br-277	Rio Iguaçu	869,45	564,00	25° 29' 02"	49° 11' 21"
65017006	Ponte do Umbarazinho	Rio Iguaçu	864,75	1283,65	25° 35' 56"	49° 15' 39"
65019980	ETE - Araucária	Rio Iguaçu	860,41	2122,22	25° 36' 01"	49° 23' 52"
65025000	Guajuvira	Rio Iguaçu	857,72	2577,76	25° 36' 00"	49° 30' 48"
65028000	Balsa Nova	Rio Iguaçu	854,735	3048,69	25° 35' 14"	49° 37' 54"
65035000	Porto Amazonas	Rio Iguaçu	780,00	3662,00	25° 32' 53"	49° 53' 22"
65060000	São Mateus do Sul	Rio Iguaçu	755,081	6065,00	25° 52' 32"	50° 23' 22"
65135000	Rio da Várzea dos Lima	Rio da Várzea	810,00	602,00	25° 56' 04"	49° 23' 35"
65136550	Quitandinha	Rio da Várzea	800,00	955,00	25° 51' 18"	49° 31' 33"
65155000	São Bento	Rio da Várzea	750,00	2012,00	25° 56' 44"	49° 47' 29"

Fonte: Agência Nacional de Águas (2018); Instituto das Águas do Paraná (2020).

APÊNDICE F - Resultado por município dos indicadores da Dimensão de Eficiência do Uso da Água, obtidos do SNIS para o ano de referência de 2017, nas unidades hidrográficas em estudo

Tabela 1 - Resultado por município dos indicadores da Dimensão de Eficiência do Uso da Água, obtidos do SNIS para o ano de referência de 2017, na Unidade Hidrográfica do Alto Ivaí

Município	Atendimento de água	Coleta de esgoto	Atendimento de esgoto	Perda de água na rede
	(%) (IN055_AE)	(%) (IN015_AE)	(%) (IN056_AE)	(%) (IN049_AE)
Apucarana	99,99	77,49	84,05	34,49
Arapuã	56,27	-	-	26,82
Ariranha do Ivaí	57,37	-	-	12
Barbosa Ferraz	92,97	33,73	27,80	27,87
Boa Ventura de São Roque	52,51	-	-	47,06
Bom Sucesso	99,43	-	-	26,59
Borrazópolis	99,99	-	-	30,25
Cambira	99,99	-	-	23,14
Campo Mourão	99,99	86,3	99,99	17,71
Cândido de Abreu	40,47	55,6	21,85	23,76
Corumbataí do Sul	78,63	76,44	61,07	28,34
Cruzmaltina	65,37	-	-	21,15
Faxinal	97,3	7,3	19,22	28,96
Fênix	96,2	-	-	16,71
Godoy Moreira	74,2	-	-	30,14
Grandes Rios	77,78	-	-	36,46
Guamiranga	46,21	-	-	32,86
Iretama	78,66	-	-	25,84
Itambé	99,98	65,53	72,25	25,89
Ivaí	58,27	65,06	37,54	41,98
Ivaiporã	99,99	17,66	12,70	21,16
Jandaia do Sul	99,99	50,28	50,61	28,42
Jardim Alegre	76,11	-	-	23,44
Kaloré	100	-	-	20
Lidianópolis	84,82	-	-	23,87
Luiziana	82,78	-	-	14,42
Lunardelli	79,85	-	-	24,46
Manoel Ribas	64,47	-	-	24,18
Marialva	80,7	63,24	57,22	55,56
Marilândia do Sul	87,4	22,95	17,91	26,1
Marumbi	68,25	-	-	33,33
Mauá da Serra	95	-	-	32,23
Nova Tebas	63,05	-	-	20,77
Novo Itacolomi	79,68	-	-	26,47
Peabiru	82,22	-	-	31,35
Pitanga	76,51	65,24	47,53	17,07
Prudentópolis	56,94	77,33	44,28	46,67
Quinta do Sol	93,36	-	-	23,45
Rio Bom	86,63	-	-	30,36
Rio Branco do Ivaí	60,21	-	-	18,58
Rosário do Ivaí	68,34	63,08	42,40	22,87
São João do Ivaí	95,14	53,05	54,60	33,33
São Pedro do Ivaí	93,93	55,78	50,95	30,52
Turvo	50,35	-	-	18,32
Média	79,48	55,06	47,17	27,39

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (BRASIL, 2019a; 2019b).

Tabela 2 - Resultado por município dos indicadores da Dimensão de Eficiência do Uso da Água, obtidos do SNIS para o ano de referência de 2017, na Unidade Hidrográfica do Baixo Ivaí

Município	Atendimento de água (%) (IN055_AE)	Coleta de esgoto (%) (IN015_AE)	Atendimento de esgoto (%) (IN056_AE)	Perda de água na rede (%) (IN049_AE)
Alto Paraná	98,17	62,26	57,65	24,95
Amaporã	86,05	-	-	17,21
Araruna	99,99	55,37	58,55	13,74
Cianorte	99,99	66,50	65,07	18,78
Cidade Gaúcha	99,98	90,99	92,86	16,12
Cruzeiro do Oeste	99,99	70,19	69,51	12,32
Douradina	99,99	-	-	16,74
Doutor Camargo	99,98	40,78	44,46	25,57
Engenheiro Beltrão	99,99	19,93	16,88	21,90
Floraí	99,98	19,54	18,62	26,20
Floresta	99,98	-	-	26,28
Guaporema	96,03	-	-	20,48
Icaraíma	99,99	-	-	19,39
Indianópolis	97,71	-	-	13,98
Ivaté	93,57	36,80	29,22	18,86
Ivatuba	79,85	-	-	23,49
Japurá	100,00	-	-	14,29
Jussara	92,09	82,33	85,25	14,98
Maria Helena	95,23	-	-	20,97
Mirador	99,96	-	-	14,17
Nova Aliança do Ivaí	87,37	-	-	21,69
Nova Olímpia	99,98	-	-	18,25
Ourizona	99,97	-	-	25,65
Paiçandu	99,99	60,23	72,19	26,88
Paraíso do Norte	99,99	45,39	62,32	17,41
Paranavaí	99,99	83,80	92,64	23,45
Planaltina do Paraná	81,22	-	-	18,07
Presidente Castelo Branco	87,74	85,25	70,17	13,11
Querência do Norte	73,43	-	-	18,22
Rondon	98,29	60,47	57,24	19,61
Santa Isabel do Ivaí	82,60	84,24	74,34	18,45
Santa Mônica	97,57	-	-	53,49
São Carlos do Ivaí	99,99	-	-	22,48
São Jorge do Ivaí	-	-	-	-
São Manoel do Paraná	81,64	-	-	29,89
São Tomé	99,98	-	-	18,01
Tamboara	99,98	-	-	20,52
Tapira	85,75	-	-	18,88
Terra Boa	99,99	32,33	41,85	16,11
Média	95,10	58,61	59,34	20,54

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (BRASIL, 2019a; 2019b).

Tabela 3 - Resultado por município dos indicadores da Dimensão de Eficiência do Uso da Água, obtidos do SNIS para o ano de referência de 2017, na Unidade Hidrográfica do Alto Iguaçu

Município	Atendimento de água (%) (IN055_AE)	Coleta de esgoto (%) (IN015_AE)	Atendimento de esgoto (%) (IN056_AE)	Perda de água na rede (%) (IN049_AE)
Agudos do Sul	58,23	35,91	17,47	17,67
Almirante Tamandaré	99,99	39,90	42,42	54,42
Antônio Olinto	34,91	-	-	27,98
Araucária	99,99	51,22	73,30	38,87
Balsa Nova	99,98	19,66	20,97	44,97
Campo do Tenente	94,32	-	-	33,95
Campo Largo	93,46	56,14	55,65	32,04
Colombo	99,99	56,91	67,01	54,05
Contenda	87,18	56,93	50,04	36,62
Curitiba	100,00	93,59	99,99	26,16
Fazenda Rio Grande	99,99	56,35	95,41	30,25
Lapa	77,91	76,72	58,92	28,88
Mandirituba	58,94	33,62	17,22	33,23
Piên	68,57	-	-	22,66
Pinhais	100,00	81,10	90,81	5,76
Piraquara	98,86	81,21	78,71	45,66
Porto Amazonas	92,60	78,71	72,35	54,58
Quatro Barras	99,99	73,30	77,06	33,95
Quitandinha	38,72	22,53	7,12	31,73
Rio Negro	87,15	54,52	47,17	31,93
São João do Triunfo	30,90	8,94	2,58	22,72
São José dos Pinhais	99,99	65,26	71,29	22,09
São Mateus do Sul	65,13	61,96	40,36	31,19
Tijucas do Sul	65,42	-	-	28,01
Média	81,34	55,22	54,29	32,89

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (BRASIL, 2019a; 2019b).