

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**CAMILA DE ALMEIDA COVALSKI**

**APLICAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO PIQUIRI**

**CAMPO MOURÃO**

**2021**

**CAMILA DE ALMEIDA COVALSKI**

**APLICAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO PIQUIRI**

**Application of water sustainability indicators in the piquiri river hydrographic  
basin**

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(a): Prof. Dr. Eudes José Arantes.

**CAMPO MOURÃO**

**2021**



[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.

**CAMILA DE ALMEIDA COVALSKI**

**APLICAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO PIQUIRI**

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

Data de aprovação: 20/dezembro/2021

---

Prof.a Eudes José Arantes  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

---

Prof.a Ana Paula Colavite  
Doutorado  
Universidade Estadual do Paraná (Unespar)

---

Prof. André Pellegrini  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

**CAMPO MOURÃO  
2021**

Dedico este trabalho a minha família,  
por todo amor, incentivo,  
apoio e compreensão.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à Deus pelo dom da vida.

À minha mãe Ivani, meu pai Telmo e a minha irmã Nathalia que sempre me apoiaram para que eu chegasse até esta etapa da minha vida, sempre me dando apoio, carinho e amor nos momentos mais difíceis e felizes desta caminhada.

Quero agradecer em especial ao meu amado esposo Tiago, por todo amor, carinho, apoio e compreensão durante essa trajetória. Obrigada por permanecer ao meu lado nos momentos mais difíceis e por não medir esforços para me fazer feliz.

À Beatriz, por ter entrado na minha vida e por alegrar meus dias com tanta doçura e amor.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Eudes José Arantes, pela orientação prestada, pelo seu incentivo, disponibilidade, paciência e principalmente por todo conhecimento transmitido.

Aos meus professores do Programa, por todo conhecimento transmitido.

À todos os meus amigos e familiares que estiveram do meu lado e me ajudaram de alguma forma a realizar este trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Agradecemos também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPENº.2717/2015, e à Universidade Tecnológica Federal do Paraná– UTFPR pelo apoio recebido.

## RESUMO

Um dos maiores problemas que ameaçam a sustentabilidade é a escassez e mau uso da água. Muitos países no mundo vêm passando por uma severa crise hídrica, inclusive países com abundância de água devido à má gestão e ao consumo inadequado. Visando contribuir na gestão dos recursos hídricos, este estudo tem como objetivo avaliar a sustentabilidade hídrica na bacia hidrográfica do rio Piquiri aplicando indicadores de sustentabilidade hídrica. A metodologia utilizada nesta pesquisa é a proposta por Gottstein (2020) que agrupa os indicadores em três dimensões. A primeira integra informações de potencialidade, disponibilidade e demanda, com os indicadores de ativação das potencialidades, utilização das potencialidades, utilização das disponibilidades e qualidade da água. A segunda são indicadores de desempenho do sistema de gerenciamento de recursos hídricos, que são comitês de bacia hidrográfica, plano de recursos hídricos, outorga, cobrança, enquadramento e sistema de informação. A terceira dimensão é dos indicadores de eficiência de uso da água, os quais são: atendimento de água, coleta de esgoto, atendimento de esgoto e perdas de água na rede. Para permitir uma maior compreensão, os resultados foram apresentados graus de classificação. A dimensão de indicadores de potencialidade, disponibilidade e demanda, apresentaram um grau de classificação alto. Para o grupo de desempenho do sistema de gerenciamento de recursos hídricos, observou-se que a maioria dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente ainda não foram implementados na bacia, apresentando uma classificação muito baixa. Já na terceira dimensão dos indicadores de eficiência de uso da água também se obteve o grau baixo de sustentabilidade hídrica. Como produto tem-se os dados obtidos nesta dissertação para a utilização das partes interessadas na gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Piquiri. Assim, conclui-se que na bacia hidrográfica do rio Piquiri existem alguns pontos que merecem a atenção dos gestores para uma melhorar a sustentabilidade hídrica dos recursos hídricos da bacia.

**Palavras-chave:** potencialidade; disponibilidade; objetivos do desenvolvimento sustentável; comitê de bacia.

## ABSTRACT

One of the biggest problems threatening sustainability is the scarcity and misuse of water. Many countries in the world are experiencing severe water crisis, including countries with an abundance of water due to poor management and inadequate consumption. Aiming to contribute to the management of water resources, this study aims to assess water sustainability in the Piquiri River watershed by applying water sustainability indicators. The methodology used in this research is proposed by Gottstein (2020), which groups the indicators into three dimensions. The first integrates information on potential, availability and demand, with indicators of activation of potential, use of potential, use of availability and water quality. The second is performance indicators of the water resources management system, which are river basin committees, water resources plan, granting, charging, classification and information system. The third dimension is the water use efficiency indicators, which are: water service, sewage collection, sewage service and water losses in the network. To allow a better understanding of the results, classification degrees were presented. The dimension of indicators of potentiality, availability and demand presented a high degree of classification. For the water resources management system performance group, it was observed that most instruments of the National Environmental Policy have not yet been implemented in the basin, with a very low rating. The third dimension of the water use efficiency indicators also obtained the low degree of water sustainability. As a product, we have the data obtained in this dissertation for the use of interested parties in the management of water resources in the Piquiri river basin. Thus, it is concluded that in the Piquiri River hydrographic basin there are some points that deserve the attention of managers to improve the water sustainability of the basin's water resources.

**Keywords:** potentiality; availability; sustainable development goals; basin committee.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1: Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)</b> .....	19
<b>Figura 2: Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri</b> .....	28
<b>Figura 3: Municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri</b> .....	42
<b>Figura 4: Localização das estações fluviométricas na Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri</b> .....	43
<b>Figura 5: Status do Enquadramento por Área de Atuação do Comitê de Bacia Hidrográfica</b> .....	57
<b>Figura 6: Status da Implementação dos Instrumentos de gestão nos CBHs</b> .....	58
<b>Quadro 1: Indicadores utilizados neste estudo e a relação deles com as metas ODS</b> .....	30
<b>Quadro 2: Indicadores da Dimensão de Eficiência de Uso da Água</b> .....	36
<b>Quadro 3: Quesitos e pontuações utilizadas na avaliação dos indicadores da Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos</b> .....	37
<b>Quadro 4: Descrição e fonte dos dados a serem utilizados na composição dos indicadores da Dimensão</b> .....	39
<b>Quadro 5: Resultados de IQA para as estações fluviométricas utilizadas neste estudo na Bacia Hidrográfica do rio Piquiri</b> .....	47
<b>Quadro 6: 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</b> .....	49
<b>Quadro 7: Resultados e classificações obtidas para os indicadores da Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda na Bacia Hidrográfica do rio Piquiri</b> .....	51
<b>Quadro 8: Pontuação atribuída aos quesitos da Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos, na Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri</b> .....	53
<b>Quadro 9: Resultado da Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos para a Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri</b> .....	58
<b>Quadro 10: Resultado da Dimensão de Eficiência do Uso da água na Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri</b> .....	62



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Escalas globais para os indicadores da Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Eficiência de Uso. ....	32
Tabela 2: Classificação do Índice de Qualidade das Águas.....	35
Tabela 3: Dados das séries históricas das estações fluviométricas utilizadas no cálculo das disponibilidades e potencialidades hídricas na Bacia Hidrográfica do rio Piquiri. ....	44
Tabela 4: Demanda de retirada de água por setor na Bacia Hidrográfica do rio Piquiri. ....	45
Tabela 5: Resultados dos indicadores que compõem a Dimensão de Disponibilidade, Potencialidade e Demanda para as Unidades Hidrográficas em estudo. ....	50
Tabela 6: Cálculo dos indicadores que compõem a Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda para as Unidades Hidrográficas em estudo. ....	50
Tabela 7: Média dos indicadores da Dimensão de Eficiência do Uso da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri, obtidos do SNIS, no ano de referência de 2017 e 2019. ....	61
Tabela A8: Dados dos parâmetros utilizados no cálculo do IQA na Estação Foz Cantu. ....	74
Tabela A9: Dados dos parâmetros utilizados no cálculo do IQA na Estação Guampará.....	74
Tabela A10: Dados dos parâmetros utilizados no cálculo do IQA na Estação Porto Carriel.....	74
Tabela A11: Dados dos parâmetros utilizados no cálculo do IQA na Estação Porto Guarani.....	75
Tabela A12: Dados dos parâmetros utilizados no cálculo do IQA na Estação Balsa Santa Maria.....	75
Tabela A13: Área e população estimada por município da Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri. ....	77
Tabela A14: Demandas de retirada de água por setor e por município no ano de referências de 2017 na Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri .....	80
Tabela A15: Demandas de retirada de água por setor e por município no ano de referências de 2019 na Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri. ....	81
Tabela A16: Resultado por municípios dos indicadores da Dimensão de Eficiência do Uso da Água para o ano de referências de 2017 na bacia hidrográfica do rio Piquiri.....	85
Tabela A17: Resultado por municípios dos indicadores da Dimensão de Eficiência do Uso da Água para o ano de referências de 2019 na bacia hidrográfica do rio Piquiri.....	86

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1 Geral</b> .....	<b>12</b>
<b>2.2 Específicos</b> .....	<b>12</b>
<b>4 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>15</b>
<b>4.1 Gestão dos recursos hídricos no Brasil</b> .....	<b>15</b>
<b>4.2 Desenvolvimento Sustentável</b> .....	<b>17</b>
<b>4.3 Indicadores de Sustentabilidade</b> .....	<b>20</b>
<b>4.4 Importâncias da Bacia Hidrográfica na Gestão dos Recursos Hídricos</b> .	<b>23</b>
<b>4.5 Bacia do Rio Piquiri</b> .....	<b>25</b>
<b>5 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>27</b>
<b>5.1 Caracterização da Área de Estudo</b> .....	<b>27</b>
<b>5.1 Aplicação da Metodologia</b> .....	<b>30</b>
5.1.1. Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda.....	32
5.1.2. Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos.....	37
5.1.3. Dimensão de Eficiência de Uso da Água .....	39
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>42</b>
<b>6.1 Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda.</b> .....	<b>42</b>
<b>6.3 Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos</b> .....	<b>52</b>
<b>6.4 Dimensão de Eficiência de Uso da Água</b> .....	<b>60</b>
<b>7 PRODUTO</b> .....	<b>65</b>
<b>8 CONCLUSÃO</b> .....	<b>66</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>67</b>
<b>APÊNDICE A- Dados dos parâmetros utilizados no cálculo do IQA</b> .....	<b>73</b>
<b>APÊNDICE B - Área e população estimada por município da Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri</b> .....	<b>76</b>
<b>APÊNDICE C - Demandas de retirada de água por setor e por município nos anos de referências de 2017 e 2021 na Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri</b> ..	<b>79</b>
<b>APÊNDICE D - Resultado por municípios dos indicadores da Dimensão de Eficiência do Uso da Água, obtidos no SNIS para os anos de referências de 2017 e 2019, na Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri</b> .....	<b>84</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um bem natural indispensável para a vida da humanidade na Terra. Há alguns anos atrás as comunidades se formaram perto ou nas nascentes dos rios para garantir a sobrevivência (NOSCHANG; SCHELEDER, 2018). Porém, atualmente, tem-se uma crescente insustentabilidade em relação a água, devido ao aumento dos desastres climáticos e a contaminação dos corpos hídricos (JACOBI; EMPINOTTI; SCMIDT, 2016). Um dos grandes desafios do século 21 é a construção de um futuro sustentável para as novas gerações (NOSCHANG; SCHELEDER, 2018).

As fontes hídricas são abundantes, porém mal distribuídas na superfície terrestre. Existem regiões em que a retirada por água é bem maior que a oferta e isto acarreta em um desequilíbrio nos recursos hídricos disponíveis. E a água é um dos bens mais preciosos para o desenvolvimento das atividades econômicas. No âmbito da sustentabilidade, tem-se uma crescente necessidade de ações que visem a garantir os padrões de qualidade e quantidade da água dentro da sua unidade de conservação: A Bacia Hidrográfica (COSTA et al., 2012).

A Política Nacional de Recursos Hídricos, no art. 1º, inciso I e II, classifica a água como um bem de domínio público e um recurso natural limitado dotado de valor econômico. No art 33º Traz informações sobre uma nova forma de gerenciamento descentralizado dos recursos hídricos com a criação de comitês para cada bacia hidrográfica, incorporando na política de desenvolvimento hídrico a participação da comunidade (BRASIL, 1997).

Partindo da informação que a gestão dos recursos hídricos no Brasil deve ser integrada/descentralizada com a participação do poder público, da sociedade civil e dos usuários de cada bacia, a Política institui os Comitês de Bacias Hidrográficas, com o intuito de aproximar a tomada de decisão nas comunidades locais. Porém, vários estudos apontam que este novo modelo de gestão enfrenta algumas dificuldades para a implantação de uma boa gestão, pois é comprometido por interesses políticos, econômicos, fragilidade administrativa e principalmente a insuficiência de dados e informações (MESQUITA, 2018).

Neste sentido, visando contribuir com os Comitês de Bacias Hidrográficas na gestão dos recursos hídricos para obter um panorama geral do contexto em que esta se encontra, os indicadores de sustentabilidade seriam uma opção viável. Uma vez

que estão sendo utilizados em diversos estudos nacionais e internacionais como ferramenta padrão para executar várias funções como simplificar dados, fornecer um diagnóstico com vistas para alternativas econômicas, sociais e ambientais e auxiliar a medir o processo em direção ao desenvolvimento sustentável (CAMPOS; RIBEIRO; VIEIRA, 2014).

Os indicadores de sustentabilidade hídrica permitem o detalhamento das características necessárias para a análise da bacia para que os gestores usem esses resultados como suporte ao planejamento e monitoramento dos recursos hídricos (CAMPOS; RIBEIRO; VIEIRA, 2014).

Diante do exposto, é evidente a necessidade de informações sobre a bacia hidrográfica para auxiliar os comitês na gestão dos recursos hídricos, sendo assim, o uso de indicadores de sustentabilidade hídrica é uma ferramenta relevante nesta gestão, pois irá trazer informações sobre a sustentabilidade na bacia. Neste trabalho procurou-se avaliar a sustentabilidade hídrica na bacia hidrográfica do rio Piquiri através do uso de indicadores.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Avaliar a sustentabilidade hídrica na bacia hidrográfica do rio Piquiri, tendo em vista a gestão dos recursos hídricos.

### **2.2 Específicos**

- Avaliar a dimensão de indicadores do desempenho do sistema de gerenciamento dos recursos hídricos.
- Avaliar a dimensão de indicadores de disponibilidade, potencialidade e demanda hídrica.
- Avaliar a dimensão de indicadores de eficiência de uso da água.

### 3 JUSTIFICATIVA

Em razão da crescente degradação dos recursos naturais, o conceito de sustentabilidade e seus reflexos na qualidade de vida, ganhou força. De acordo com Boff (2015), sustentabilidade é o conjunto de processos e ações que se destinam a conservar a vitalidade/integridade do planeta, e a preservação de seus ecossistemas, com o intuito de atender as necessidades das presentes e das futuras gerações.

Um dos crescentes problemas que ameaçam a sustentabilidade é a escassez e o mau uso da água. Isto porque a água é uma das mercadorias mais preciosas do século XXI, e de 1900 a 1997, a população mundial dobrou e o consumo da água aumentou, porém, o seu volume permaneceu o mesmo (ROESLER, 2007). Este crescimento populacional alinhado com o uso dos recursos hídricos de forma inadequada, os efeitos causados pelas mudanças climáticas e os períodos de muita seca, também afetam na quantidade/qualidade da água disponível (NOSCHANG; SCHELEDER, 2018).

Muitos países vêm passando por uma severa crise hídrica, inclusive em regiões com abundância de água (SUBRAMANIAM; WHITLOCK; WILLIFORD, 2012), especialmente em razão da má gestão e do consumo inadequado da água, que poderá levar a indisponibilidade hídrica. Portanto, os recursos hídricos devem ser gerenciados adequadamente por meio de políticas públicas estatais ou de atitudes da própria comunidade que o utiliza (NOSCHANG; SCHELEDER, 2018).

No Brasil, um dos objetivos da Política Nacional dos Recursos Hídricos é “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade hídrica de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos” (BRASIL, 1997). E um dos fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos é que a água é um recurso limitado, dotado de valor econômico, que sua gestão deve sempre proporcionar os usos múltiplos das águas e que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para a implementação da Política Nacional dos Recursos Hídricos.

Sendo assim, com base na Política Nacional dos Recursos Hídricos criaram-se os comitês de Bacia Hidrográficas, os quais são espaços democráticos, de poder deliberativo e consultivo, composto por diferentes atores que buscam um consenso sobre os múltiplos interesses e usos da água na bacia (CHINAQUE; SANTOS; MELO; MARQUES, 2017).

Os comitês de bacias hidrográficas, possuem diversas atribuições que auxiliam na gestão dos recursos hídricos, dentre elas destaca-se: arbitrar em primeira instância administrativa os conflitos pelo uso da água; aprovar e acompanhar a execução do plano de recursos hídricos da Bacia; estabelecer mecanismos de cobrança para o uso dos recursos hídricos; propor os usos não outorgáveis; promover o debate das questões relacionadas aos recursos hídricos; sugerir valores a serem cobrados pelo uso da água; escolher a alternativa para enquadramento, dentre outros (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2011).

Os Comitês de Bacias Hidrográficas são considerados peças essenciais na gestão dos recursos hídricos, no entanto enfrentam diversas limitações para exercerem suas funções decorrente da inexistência de informações públicas a respeito do seu principal instrumento de gestão: o plano de bacia hidrográfica. Além disso, a falta de suporte técnico, físico e financeiro por parte dos estados e a inexistência dos instrumentos de gestão, presentes na Política Nacional do Meio Ambiente, são fatores que contribuem para essa limitação (TRINDADE; SCHEIBE, 2019).

Portanto, visando contribuir com os comitês de bacias para uma boa gestão dos recursos hídricos, os indicadores de sustentabilidade são ferramentas que obtêm informações sobre uma dada realidade e sintetizam estas com o intuito de considerar apenas o essencial dos vários aspectos analisados, assim, fornecendo subsídios para a formulação de políticas, auxiliando na tomada de decisão. E no caso dos recursos hídricos o confronto entre o potencial e a disponibilidade hídrica, a demanda de cada bacia, dentre outras, torna o uso de indicadores uma ferramenta indispensável (CAMPOS; RIBEIRO; VIEIRA, 2014).

Em face do exposto, é evidente a necessidade de informações sobre a bacia hidrográfica para a atuação dos comitês na gestão dos recursos hídricos, o que torna imprescindível a necessidade de estudos complementares para estes órgãos. Sendo assim, o uso de indicadores de sustentabilidade torna-se um relevante instrumento na gestão dos recursos hídricos, fornecendo informações sobre a avaliação do desenvolvimento em função da sustentabilidade.

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 Gestão dos recursos hídricos no Brasil

Historicamente, a gestão dos recursos hídricos no Brasil era voltada para os setores de energia, irrigação e processamento industrial (MESQUITA, 2018). Apenas ao longo da década de 1980 que a intenção de reformar o sistema de gestão dos recursos hídricos no Brasil começou a ganhar forma, pois os setores técnicos do governo, em sua maioria localizados no Ministério de Minas e Energia, contribuíram para que o governo estabelecesse a Política Nacional de Recursos Hídricos. Era o momento de promover uma restauração no setor hidrológico, que funcionava com base no Código das Águas de 1934, que apesar de ter sido um grande marco na época, a sua regulamentação era restringida ao aproveitamento hidroelétrico das águas, sem levar em consideração os usos múltiplos deste recurso e a conservação da sua qualidade e quantidade (COSTA; PERIN, 2004).

O Artigo 21, em seu inciso XIX, da Constituição Federal de 1988 diz que “compete à União instituir o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos e definir critérios de outorga de direito de uso” (BRASIL, 1988). Em 12 Estados e no Distrito Federal isto se repete devido às Constituições Estaduais promulgadas a partir de 1989 constarem em seus artigos a previsão de sistemas de gerenciamento de recursos hídricos. Após este marco, a movimentação social e governamental para a efetivação do princípio constitucional se inicia, sendo que, a incidência de vários fatos permitiu uma rápida evolução neste setor (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2011).

Uma das primeiras ações para a modernização deste setor foi o fato de que em 1990 o governo de São Paulo encaminhou à Assembleia Legislativa o projeto de lei que instituiu a Política Estadual dos Recursos Hídricos e criou o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Projeto que virou lei em 1991 iniciando uma nova era no estado com a consolidação da participação da sociedade civil na tomada de decisões. Entre as muitas mudanças pode-se destacar duas que foram significativas; a cobrança pelo uso da água e a criação de um fundo com o dinheiro arrecadado na bacia para o uso direto dos Comitês de Bacia, o FEHIDRO (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2002).



De acordo com a Agência Nacional das Águas (2002), em 1991, o Governo Federal enviou ao Congresso Nacional o primeiro projeto de lei que definiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Porém, no trâmite de aprovação do projeto de Lei Federal, tiveram-se inúmeros obstáculos, especialmente na esfera administrativa. Com isso devido à demora da aprovação da lei federal, alguns estados passaram a instituir seus sistemas estaduais de gerenciamento de recursos hídricos, como:

- São Paulo em 1991;
- Ceará em 1992;
- Santa Catarina e Distrito Federal em 1993;
- Minas Gerais e Rio Grande do Sul em 1994;
- Sergipe e Bahia em 1995;

Em janeiro de 1997, aprovou-se a Lei nº 9.433, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos. Esta apresenta como característica principal ideais liberais, integrando a sociedade civil a partir do princípio da participação descentralizada na tomada de decisão (FERREIRA; DEBEUS, 2018).

E, para colocar em prática esta ideia da Política, de acordo com Ferreira & Debeus (2018), criaram-se três instrumentos que em conjunto tem o intuito de aproximação integradora das problemáticas vivenciadas em uma Bacia Hidrográfica. São eles:

- O planejamento estratégico por bacia que tem como objetivo o estudo aprofundado da área em questão com a instituição de metas baseadas em cenários futuros.
- A tomada de decisão descentralizada e liberações multilaterais, a partir das quais os comitês de bacias hidrográficas servem como um espaço para o debate de entes da sociedade civil, entidades públicas, privadas e utilizadores da água.
- Estabelecimento de instrumentos legais e financeiros, que basicamente constituem o planejamento estratégico para arrecadar recursos que serão aplicados na bacia hidrográfica.

Para executar a Política Nacional de Recursos Hídricos, a lei das águas criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, composto por uma série de representantes. Dentre esses representantes, têm-se os Comitês de Bacias Hidrográficas, que têm funções deliberativas, normativas e consultivas a nível local, cuja gestão é participativa, descentralizada e formada pelos usuários dos recursos

hídricos, pela sociedade civil e pelo poder público. Este modelo de gerenciamento descentralizado que a PNRS aborda inspirou-se no modelo francês de gestão das águas da Lei nº 64.1245 (1964), que adota a bacia hidrográfica como unidade de gerenciamento, institui um plano de ação na bacia e estabelece a cobrança direta dos usuários da água, visando a autonomia financeira do sistema (MESQUITA, 2018).

A gestão dos recursos hídricos é imprescindível para a promoção do desenvolvimento sustentável, garantindo água em quantidade e qualidade suficiente para as atividades humanas e a conservação do meio ambiente.

## **4.2 Desenvolvimento Sustentável**

Historicamente, o conceito de desenvolvimento sustentável surgiu através da discussão sobre a capacidade limitada dos recursos naturais e a crescente taxa de crescimento populacional, que ganhou destaque no início de 1800 com a Teoria da População Malthusiana. Portanto, se medidas não fossem tomadas a população poderia sofrer com o esgotamento dos recursos naturais (MENSAH, 2019). No entanto, esta discussão foi ignorada com a ideia de que a tecnologia desenvolvida poderia cuidar deste “problema”. Posteriormente, as preocupações acerca da não renovação de alguns recursos poderia ameaçar a produção e o crescimento econômico a longo prazo, resultando na degradação ambiental (MENSAH, 2019).

Em meio a conciliar as reivindicações dos defensores do desenvolvimento econômico com as preocupações dos interessados na conservação do meio ambiente, criou-se o conceito de Desenvolvimento Sustentável, o qual se consolidou apenas em 1992 na Conferência sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92). A principal premissa ali apresentada trazia a importância de conciliar o termo meio ambiente e desenvolvimento, concretizando a possibilidade apenas esboçada na Conferência de Estocolmo em 1972 e promovendo o conceito de desenvolvimento sustentável, termo defendido pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1987 (JUNIOR, 2016). Desenvolvimento Sustentável é o desenvolvimento que supre as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de suprir suas próprias necessidades (WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 1978).

O encontro da ECO-92 concedeu um conjunto de acordos ambientais, os quais são: Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Convenção sobre Diversidade Biológica, Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação, a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima, a Declaração de Princípios sobre Florestas e a Agenda 21 (BARRETO, 2017).

No ano de 2002 ocorreu em Johannesburgo, na África do Sul, a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, conhecida como RIO + 10. Esta teve a finalidade de revisar os resultados da Cúpula da Terra do Rio e desenvolveu um plano de implementação para as ações previstas na Agenda 21, também conhecida como Plano de Johannesburgo (MENSAH, 2019).

Em junho de 2012 ocorreu no Rio de Janeiro, Brasil, a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, denominada RIO +20. A Conferência concentrou nos temas de economia verde e estrutura institucional. O documento final intitulado “O Futuro que Queremos”. Dentre os resultados alcançados com esta conferência, tem-se: Desenvolver novos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) (MENSAH, 2019), compromisso assumido pelos Estados em erradicar a pobreza extrema, a criação do Foro Político de Alto Nível sobre Desenvolvimento Sustentável e o incentivo ao fortalecimento do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) (BRASIL, SI).

Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), elaborados pela Organização das Nações Unidas (ONU), integram uma agenda de metas que devem ser alcançadas até 2030. No total são 17 ODS e 169 metas a serem alcançadas. Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável trazem consigo um apelo global à sociedade para erradicar a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir às pessoas paz e prosperidade. Este compromisso foi assinado por 293 países, incluindo o Brasil. A ideia central da agenda 2030 são os objetivos do desenvolvimento sustentável. As metas indicam o caminho e as medidas que devem ser adotadas para alcançar os objetivos (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, 2019). A Figura 1 apresenta os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.

**Figura 1: Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)**



Fonte: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2019, p.2)

Os dezessete Objetivos do Desenvolvimento Sustentável são:

- 1 - Erradicação da Pobreza;
- 2 - Fome Zero e Agricultura Sustentável;
- 3 - Saúde e Bem-Estar;
- 4 - Educação de Qualidade;
- 5 - Igualdade de Gênero;
- 6 - Água Potável e Saneamento;
- 7 - Energia Limpa e Acessível;
- 8 - Trabalho Decente e Crescimento Econômico;
- 9 - Indústria, Inovação e Infraestrutura;
- 10 - Redução das Desigualdades;
- 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis;
- 12 - Consumo e Produção Responsáveis;
- 13 - Ação Contra a Mudança Global do Clima;
- 14 - Vida na Água;
- 15 - Vida Terrestre;
- 16 - Paz Justiça e Instituições Eficazes;
- 17 - Parcerias e Meios de Implementação;

A água potável e o saneamento, objetivo 6 do desenvolvimento sustentável, tem importância fundamental no Brasil, decorrente da orientação da promoção da saúde e qualidade de vida e as ações e políticas que visam o acesso à água e ao esgotamento sanitário. Na agenda 2030 as metas do objetivo 6 trazem peças importantes como a participação social, gestão compartilhada e integrada da água, o desenvolvimento regional e o meio ambiente, uso eficiente da água dentre outros (SANTOS; KUWAJIMA, 2019).

O relatório da RIO +20, intitulado “o futuro que queremos”, reconhece a necessidade de estabelecer metas para o gerenciamento dos recursos hídricos em relação a atenuação da poluição da água por fontes domésticas, industriais e agrícola, como também a promoção da eficiência hídrica, o tratamento e o uso das águas servidas. O documento ainda cita que a água potável e o saneamento básico são direitos humanos, como também, que os recursos hídricos são importantes para o desenvolvimento sustentável (SILVA, 2012).

No âmbito do gerenciamento dos recursos hídricos, os indicadores de sustentabilidade é uma ferramenta que irá responder ao longo do tempo, se na bacia está ocorrendo uma aproximação ou distanciamento da sustentabilidade quanto à quantidade e qualidade dos recursos hídricos (CAMPOS, 2005)

### **4.3 Indicadores de Sustentabilidade**

Os indicadores são ferramentas que auxiliam na previsão de eventos aleatórios e reduzem os riscos e, portanto, são importantes no processo de tomada de decisão, servindo para diminuir as incertezas quanto ao futuro e respeitando a complexidade e organização social envolvida na gestão das águas (SILVA; ABRAHAM; SUBIRANA; TOMASONI, 2008).

Para se alcançar os princípios da sustentabilidade no processo de análise e gestão ambiental, faz-se necessário a previsão, a avaliação e o acompanhamento das atividades e intervenções humanas. Exigindo assim diversos instrumentos para o planejamento, o controle e o monitoramento ambiental. Sendo que para o processo de planejamento e gestão ambiental do uso dos recursos naturais mais especificamente os recursos hídricos são essenciais o controle e o monitoramento ambiental, e estes exigem indicadores e instrumentos que possibilitam medir e

documentar o processo de transformações socioambientais nas bacias hidrográficas (HANAI, 2011).

Os indicadores são variáveis que retratam operacionalmente um atributo (propriedade, qualidade ou característica) de um sistema, tendo como função sintetizar as informações essenciais (UNITED NATIONS DIVISION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT, 2001). Em processos de tomadas de decisões, os indicadores podem fornecer várias orientações cruciais, pois eles são capazes de transformar em unidades gerenciáveis de informações o conhecimento das ciências físicas e sociais, traduzindo-os para facilitar a tomada de decisão. Conseguem ser também um alerta, para evitar danos econômicos, sociais e ambientais. Além disso, ajudam a medir e calibrar o processo para atingir as metas do desenvolvimento sustentável. Como também são ferramentas importantes para comunicar ideias, pensamentos e valores (UNDESA, 2007).

Em 1992 a Cúpula da Terra reconheceu que os indicadores possuem um papel importante ao ajudar em vários países a tomarem decisões sobre o desenvolvimento sustentável. E isto está presente na Agenda 21 no seu capítulo 21, em que convida os países e as organizações internacionais governamentais e não governamentais a desenvolverem indicadores de desenvolvimento sustentável, tendo em vista a fornecer uma base sólida na tomada de decisão em todos os níveis (UNDESA, 2007).

Os indicadores podem ser considerados um conjunto de sinais que auxiliam na avaliação da busca pelo desenvolvimento sustentável, como ferramentas fundamentais no processo de identificação de problemas, reconhecimentos dos mesmos, formulação de políticas, sua implementação e avaliação. E para esses indicadores se tornarem instrumentos, eles devem possuir as seguintes características: mensurar diferentes dimensões de forma a apreender a complexidade dos fenômenos sociais; possibilitar a participação da sociedade; comunicar tendências; subsidiar o processo de tomada de decisões e relacionar variáveis, devido a realidade não ser linear e nem unidimensional (GUIMARÃES; FEICHAS, 2009).

Para um indicador ser relevante ele deve possuir as seguintes características: ser simples e de fácil interpretação; fornecer informação de forma representativa; mostrar as tendências ao longo do tempo; responder a mudanças no sistema; possuir base para comparações; ser aplicável em outras regiões; deve possuir uma meta ou valor limite para a comparação com os valores observados (KRAMA, 2008). Ainda, os

indicadores devem ser significativos na avaliação do sistema possuindo validade, objetividade e consistência. Um indicador tem que ser coerente e sensível a variações do tempo e do sistema, ter como foco os aspectos práticos e claros, ser de fácil entendimento, possuir um enfoque integrador, ser de fácil mensuração baseado em informações facilmente disponíveis e de baixo custo, permitir a interação com outros indicadores. Outro aspecto importante é que o indicador deve ser coerente entre os propósitos da avaliação e o indicador escolhido (LEITE et al., 2018).

Como vantagem dos indicadores tem-se a capacidade de sintetizar as informações de caráter técnico/científico; transmitir a informação com facilidade; identificar as variáveis chaves do sistema; ser um bom instrumento para a tomada de decisão e avaliação de políticas públicas; ter a possibilidade de comparação com as metas pré-definidas e apontar tendências (KRAMA, 2008).

Como limitações o indicador tem a inexistência de informações básicas; a dificuldade de cálculos matemáticos para traduzirem os parâmetros selecionados; a perda de informações durante o processo de junção de dados; a dificuldade de aplicação em determinadas áreas do conhecimento; a falta de critérios para a seleção de alguns indicadores (KRAMA, 2008).

Partindo da necessidade de mensurar e avaliar os possíveis problemas e auxiliar na tomada de decisão para uma boa gestão dos recursos hídricos surgem os indicadores de sustentabilidade. A água é um recurso de extrema importância para a sobrevivência dos seres humanos e para o equilíbrio do meio ambiente como um todo e o uso de ferramentas para o monitoramento da gestão dos recursos hídricos se torna imprescindível (LARCERDA; CANDIDO, 2013).

Os indicadores têm como objetivo mensurar a sustentabilidade hídrica em Bacias Hidrográficas de diferentes regiões, porém em decorrência dos recursos hídricos atender diferentes demandas de interesse humano é necessário avaliar os critérios de seleção dos indicadores, parâmetros de análise, critérios e a participação da população local na gestão dos recursos hídricos, tendo em vista minimizar os efeitos negativos (LARCERDA; CANDIDO, 2013).

E no caso dos indicadores de sustentabilidade hídrica, a unidade geográfica natural para a sua aplicação é a bacia hidrográfica, pois de acordo com a Lei Nº 9.433/97, esta é a unidade territorial de gestão dos recursos hídricos, de forma assegurar a análise integrada dos recursos hídricos (BRASIL, 1997).

#### 4.4 Importâncias da Bacia Hidrográfica na Gestão dos Recursos Hídricos

A Bacia Hidrográfica é um conjunto de drenagem que converge toda a água precipitada através do escoamento para um único ponto de saída, conhecido como exutório (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, SI). Ela é composta por um rio principal, seus afluentes e subafluentes (RIBEIRO, 2006). O rio principal da bacia é a maior linha que liga o fluxo da água desde a nascente até o exutório. A interação entre o rio principal, o afluente e o subafluente é denominada rede de drenagem (BERNARDI; PANZIERA; BURIOL; SWAROWSKY, 2013).

A Bacia Hidrográfica também é conhecida como um ente sistêmico. Nela se realizam os balanços de entrada (água da chuva) e saída de água (através do exutório), podendo ser delineadas bacias e sub-bacias, cuja interconexão se dá pelos sistemas hídricos (PORTO; PORTO, 2008).

As atividades humanas se desenvolvem no território destas Bacias Hidrográficas, constituídos por áreas urbanas, industriais, agrícolas ou de preservação. Pode-se dizer que todos os processos que fazem parte de seu sistema estão representados no seu exutório, o que ali ocorre é resultado da ocupação do território e das águas que ali convergem (PORTO; PORTO, 2008).

É possível observar a variação de diferentes processos em uma Bacia Hidrográfica em detalhes. Isto ocorre devido a Bacia possuir características que permitem a integração multidisciplinar entre os diferentes sistemas de gerenciamento e estudo de atividade ambiental. O uso da Bacia Hidrográfica como unidade de estudo tem como intuito projetar, interceder, executar e manusear as melhores formas de apropriação e exploração dos recursos hídricos. Assim é possível proporcionar o desenvolvimento econômico e social da população com o uso apropriado dos recursos hídricos, como também a sustentabilidade, mitigando os impactos negativos (BERNARDI et al., 2013).

A gestão dos recursos hídricos por Bacias Hidrográficas ganhou força no início de 1990, na reunião preparatória da Rio-92 em que os princípios de Dublin foram determinados. O primeiro princípio diz que a gestão dos recursos hídricos deve ocorrer de forma integrada e considerar todos os aspectos, físicos, químicos, sociais e econômicos, para isto sugere-se que a gestão seja baseada nas bacias hidrográficas (PORTO; PORTO, 2008).



No Brasil, a legislação traz a Bacia Hidrográfica como território para a atuação das políticas públicas e também como unidade básica para instalar o sistema de gerenciamento de recursos hídricos, assim temos a Bacia Hidrográfica uma unidade básica de gestão (BERNARDI et al., 2013).

A Lei Federal n 9.433 de 8 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997), institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e tem entre seus fundamentos a água como bem de domínio público, dotado de valor econômico, cujos usos prioritários são o abastecimento humano e a dessedentação de animais e a Bacia Hidrográfica como unidade territorial para a aplicação da Política Nacional de Recursos Hídricos e gestão deste. Ela também traz em seu artigo 8, que os planos de recursos hídricos serão elaborados por bacia, tanto para o Estado quanto para o País.

Nesta Lei é destacada a importância do tratamento individual para cada região hidrográfica, pois suas singularidades serão valorizadas e as estratégias de gestão específicas para as condições existentes na bacia serão desenvolvidas (BERNARDI et al., 2013). De acordo com o Instituto de Água e Terra do Paraná (2011), o Estado do Paraná possui 16 grandes Bacias que são divididas em 12 Unidades de Bacias, para melhor gerenciamento por parte dos comitês. As bacias do Estado do Paraná são:

- Bacia Hidrográfica do Rio das Cinzas;
- Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu;
- Bacia Hidrográfica do Rio Itararé;
- Bacia Hidrográfica do Rio Ivaí;
- Bacia Hidrográfica Litorânea;
- Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema 1;
- Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema 2;
- Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema 3;
- Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema 4;
- Bacia Hidrográfica do Rio Paraná 1;
- Bacia Hidrográfica do Rio Paraná 2;
- Bacia Hidrográfica do Rio Paraná 3;
- Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri;
- Bacia Hidrográfica do Rio Pirapó;
- Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira;
- Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi;

Dentre as bacias hidrográficas presentes no estado do Paraná, o foco de pesquisa nesta dissertação é a bacia do Rio Piquiri.

#### **4.5 Bacia do Rio Piquiri**

A Bacia Hidrográfica do rio Piquiri é a terceira maior em área física do Estado do Paraná, que corresponde cerca de 12% da área do Estado, com coordenadas geográficas 23°65'-25°25'S e 51°59'-54°07'W. O rio Piquiri atravessa toda a extensão da bacia no sentido sudeste - centro oeste desaguando no rio Paraná (SEMA, 2015).

Na busca dos conhecimentos atuais é importante conhecer o histórico. Aleixo Garcia em 1531 foi convocado por Martim Afonso de Souza para uma longa viagem com destino ao Peru que margeou extensões do rio Piquiri, que em Tupi significa “rio dos peixinhos”. Posteriormente, em 1561 esta área foi explorada pelo capitão espanhol Riqueimú. No vale do rio Piquiri já ocorreram missões Jesuíticas e vários confrontos com os índios Kaingang. Em 1864 a 19870 ocorreu na região a Guerra Paraguai e em 1878 a maior colonização paranaense vindos de Guarapuava e da Costa Leste (PARANÁ, 2013).

Antes na região havia a produção de erva mate, mas após a Segunda Guerra Mundial a Argentina aumentou a sua produção de mate o que acarretou em um impacto negativo na região. Após o ciclo da madeira e do mate as áreas da bacia foram adaptadas para as práticas agropecuárias (PARANÁ, 2013).

A partir da segunda metade do século XX, se intensificou o uso da terra no Estado do Paraná, a expansão agrícola do oeste paranaense está ligada com a nacionalização da água que no início do século XX e durante o século XIX estiveram ocupadas pelas obras e pela política do governo de expansão agrícola, que visava a agroexportação, o que resultou no desaparecimento da maior parte da cobertura vegetal da área (CORREA, 2013). Os poucos remanescentes de vegetação nativa encontram-se no leste da bacia nas imediações de Guaraniaçu, Laranjal e Altamira do Paraná (PARANÁ, 2013).

A agricultura ainda na atualidade configura-se como a atividade econômica mais importante da região e os municípios de Palotina, Assis Chateaubriand, Toledo e Mamborê destacam-se no valor total de produção agrícola (CORREA, 2013). As indústrias da região estão relacionadas com atividades de laticínios, frigoríficos, destilarias, fecularias e outras (PARANÁ, 2013).

Nos últimos anos aumentou-se o interesse na Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri e muitos trabalhos vêm sendo desenvolvidos desde então. Como Araújo (2015), que elaborou um estudo de regionalização de vazões na Bacia do Rio Piquiri, tendo em vista que o conhecimento das vazões é de extrema importância para o planejamento da gestão dos recursos hídricos e que no Brasil existem regiões que os dados hidrológicos são reduzidos ou inexistentes, a regionalização de vazões vem sendo utilizada para suprir essa falta de dados. O autor escolheu a Bacia do Rio Piquiri devido a sua área e a população ali existente e concluiu que o método é eficiente para regiões com déficit de dados hidrológicos.

Corrêa (2013) realizou uma distribuição espacial de variabilidade da precipitação pluviométrica na Bacia do Rio Piquiri. A análise desta distribuição permite compreender a dinâmica hidrológica da bacia, identificar os períodos mais chuvosos e compreensão dos fluxos fluviais. O autor concluiu ao empregar este método que na bacia do rio Piquiri o setor norte é menos chuvoso que o setor sudeste, que no inverno a incidência de chuvas diminui e no outono e primavera essa precipitação é maior, entre outras coisas.

Pires (2018), caracterizou a variabilidade da precipitação pluviométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri. Utilizou dados de 51 postos pluviométricos no período de 1979 – 2012 e analisou a precipitação pluvial em diversas escalas (anual, sazonal, mensal e diária). O autor concluiu que a variabilidade da precipitação pluviométrica tem uma relação direta com os fenômenos de El Niño e La Niña, que a bacia apresenta os períodos secos e chuvosos bem definidos e que na região centro-sul e leste ocorre uma maior precipitação.

Na bacia hidrográfica do Rio Piquiri, existe um movimento conhecido como Pró Ivaí-Piquiri, que trata de um grupo de pessoas de diferentes saberes que visam impedir a instalação de barramentos nas bacias hidrográficas do rio Piquiri e do Ivaí. A Aneel contabilizou 50 aproveitamentos hidrelétricos para as pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) apenas na bacia do rio Piquiri, como também, oito projetos (AZEVEDO, 2015).

## **5 MATERIAL E MÉTODOS**

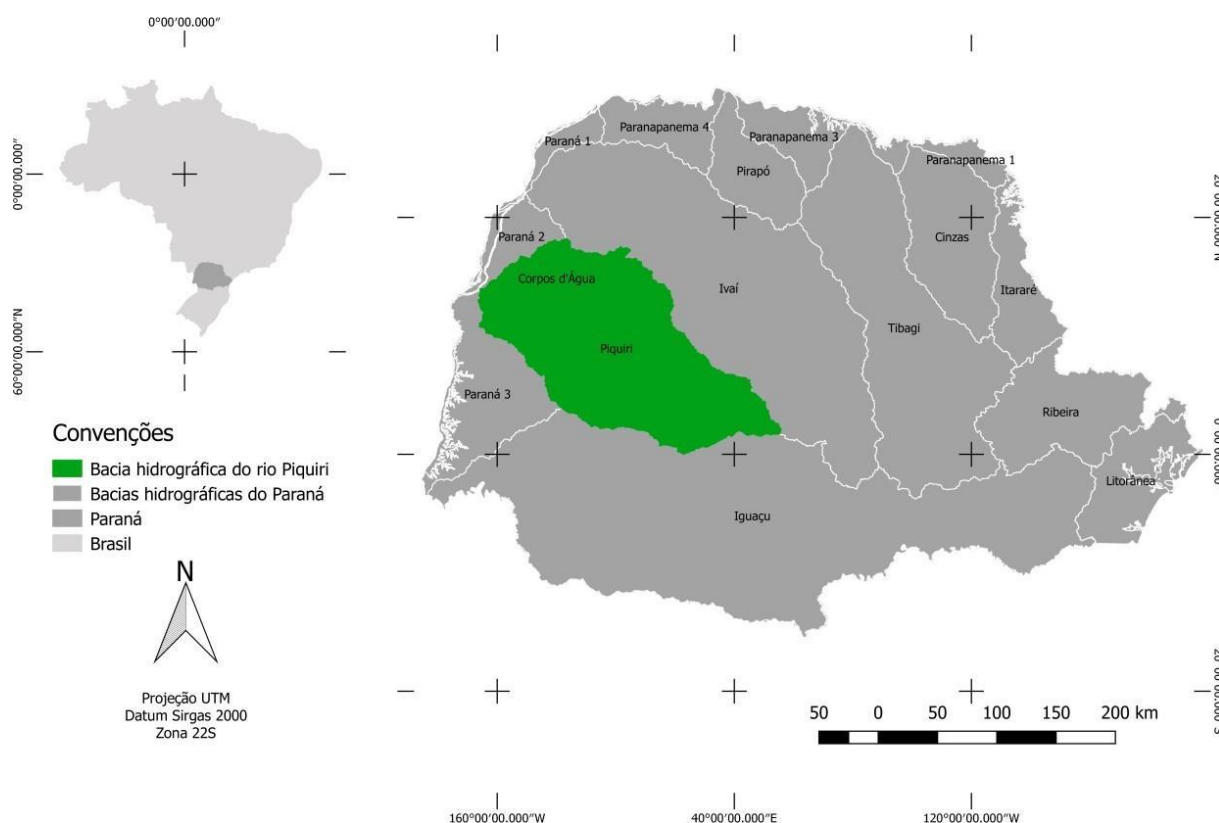
Neste capítulo será apresentada a metodologia utilizada. Esta metodologia foi dividida em duas partes. A primeira consiste na caracterização da área de estudo: A Bacia do Rio Piquiri. Já segunda é sobre a aplicação das três dimensões de Indicadores de Sustentabilidade Hídrica:

- Potencialidade, Disponibilidade e Demanda;
- Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- Eficiência do Uso da Água.

### **5.1 Caracterização da Área de Estudo**

A área de estudo está localizada do centro-sul a oeste do estado do Paraná, sendo considerada a terceira maior bacia hidrográfica do Paraná, representando 12 % da área total do estado com cerca de 660 km de extensão que vai desde as suas nascentes até a foz no rio Paraná. A Bacia do rio Piquiri (Figura 1) ocupa totalmente o território na íntegra de 36 municípios e parcialmente de 32 municípios (PIRES, 2018).

**Figura 2: Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri.**



**Fonte: Autoria própria (2021).**

**Base de dados: Instituto de Água e Terra do Paraná (2020, 2011).**

Os municípios que ocupam a bacia hidrográfica do rio Piquiri são: Guarapuava, Turvo, Campina do Simão, Goioxim, Santa Maria do Oeste, Marquinho, Palmital, Laranjal, Nova Laranjeiras, Diamante do Sul, Altamira do Paraná, Guaraniaçu, Campo Bonito, Campina da Lagoa, Braganey, Anahy, Iguatu, Corbéia, Ubiratã, Nova Aurora, Quarto Centenário, Goioerê, Mariluz, Alto Piquiri, Formosa do Oeste, Brasilândia do Sul, Assis Chateaubriand, Palotina, Iporá, Francisco Alves, Terra Roxa e Altônia.

A área de drenagem que a bacia do rio Piquiri ocupa é de 24.256 km<sup>2</sup> (ARAÚJO; MELLO; SILVA; MERCANTE; GOLIN, 2015). O rio Piquiri é o principal afluente da bacia que da sua nascente percorre 485 km de extensão até a sua foz, atravessa a bacia sentido sudeste centro-oeste, ele nasce no Terceiro Planalto da região centro sul do estado localizado no município de Campina do Simão e tem sua foz junto ao rio Paraná entre os municípios de Terra Roxa e Altônia no Paraná. Os principais afluentes do rio Piquiri são: O rio Cantu, Goio-Bang, Goioerê e o rio Cobre (PARANÁ, 2015).

A classificação climática segundo Köpen (1948) aprimorada pelo IAPAR (1978), evidência que na região centro oeste da bacia do rio Piquiri existe uma predominância do clima tipo Cfa que se estende até o vale do rio. O vale do rio Piquiri possui um clima subtropical, mesotérmico com geadas menos frequentes e verões quentes. Em altitudes mais elevadas predomina o clima tipo Cfb, com verões frescos sem estação seca definida e no mês frio a temperatura média é abaixo de 18°C, que compreende toda a área de nascente do rio Piquiri no planalto do Alto/Médio Piquiri e parte do planalto de Cascavel. Já ao norte da bacia ocorre uma predominância do clima tipo Cwa, com chuvas no verão e estações bem definidas, a temperatura média no mês mais quente é maior que 22°C (CORRÊA; TERASSI; GALVANI, 2017).

Quanto ao relevo, nas proximidades do rio Paraná e ao norte da bacia, em que o arenito é o solo predominante, as médias altimétricas variam até 200 metros e já no Sul as médias altimétricas elevam-se gradualmente e ultrapassam 1000 metros de altitude nas áreas de basalto (CORREA; TERASSI; GALVANI, 2017).

A bacia do rio Piquiri é caracterizada por derrames de rochas ígneas, predominantemente o basalto do grupo São Bento, formação Serra Geral, com pequenas porções do membro Nova Prata e também a presença do grupo Bauru, formação Caiuá, composto por rochas sedimentares, como, arenitos finos e médios, arroxeados com estratificação cruzada de grande porte (MINERAIS DO PARANÁ, 2001). A geomorfologia da Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri tem como unidade morfoestrutural a Bacia Sedimentar do Paraná e a unidade morfoescultural o Terceiro Planalto Paranaense (MINERAIS DO PARANÁ, 2006).

Geologicamente, na bacia do rio Piquiri se encontra uma zona transitória entre as rochas eruptivas básicas (basalto) e a formação Caiuá (arenito). A presença do basalto ocorre em regiões mais elevadas com altitudes superiores a 800 metros, também se encontra na região sudeste e locais mais baixos do sul da bacia com altitudes de 200 metros a 700 metros, enquanto o arenito ocupado uma área menor e mais baixa no norte da bacia com altitudes entre 200 metros a 500 metros (CORRÊA, 2017).

De acordo com Aguiar (2009), a bacia do rio Piquiri apresenta 54,6% da sua área com declividades entre 6 a 20%, o canal do rio Piquiri, principal rio da bacia, se encontra em uma estrutura geológica resultante da formação Serra Geral com rochas magmáticas e relevo suavemente ondulado o que acarreta em uma característica sinuosa no canal, principalmente no seu curso baixo (CORRÊA, 2017)

Já para as formações fitogeográficas a bacia hidrográfica do rio Piquiri tem predominante a Floresta Estacional Semidecidual Submontana, com porções da Floresta Estacional Semidecidual Montana e Aluvial. Também tem a presença da Floresta Ombrófila Mista Montana com fragmentos da Floresta Ombrófila Mista Submontana.

Na região, um dos principais usos do solo é o agrícola, isto ocorre devido a alta fertilidade do solo. Ao passar dos anos o intenso uso agrícola aliado com as práticas inadequadas de uso e preservação do solo acarretou no aumento de processos erosivos, o que resultou ao rio Piquiri uma cor avermelhada e marrom (CORREA, 2013). O uso e a ocupação do solo influenciam no escoamento superficial e no aporte de sedimento para o leito dos rios, acarretando na qualidade e disponibilidade da água (VANZELA; HERNANDEZ; FRANCO, 2010). O uso mais importante dos rios que compõem a bacia é o abastecimento público (ANGST, 2008).

## 5.1 Aplicação da Metodologia

Para avaliar a sustentabilidade hídrica na bacia hidrográfica do rio Piquiri foi utilizada a metodologia proposta por Gottstein (2020), sobre indicadores de sustentabilidade hídrica. Esta metodologia agrupa os indicadores em três dimensões.

A primeira dimensão integra informações de potencialidade, disponibilidade e demanda. Já a segunda agrega indicadores de desempenho do sistema de gerenciamento dos recursos hídricos. A terceira dimensão conta com os indicadores de eficiência de uso de água.

No Quadro 1 tem-se a descrição das dimensões e dos indicadores que compõem esta metodologia e a relação destes com as metas do ODS 6.

**Quadro 1: Indicadores utilizados neste estudo e a relação deles com as metas ODS.**

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: Gottstein (2020, p. 44)

Para uma melhor compreensão dos dados obtidos os resultados irão se basear em escalas globais, com graus de sustentabilidade hídrica para todas as dimensões. Será calculada a média dos resultados por dimensões e com base nas médias obtidas será verificado os graus das escalas globais (Tabela 1), permitindo a obtenção de um conceito global dos diferentes aspectos da sustentabilidade hídrica da bacia de estudo.



**Tabela 1: Escalas globais para os indicadores da Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Eficiência de Uso.**

Grau	DPDD Média (M)	DDSG Média (M)	DEUA 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	$0,25 < M \leq 0,50$	$0,25 < M \leq 0,50$	$5 < M \leq 50$
Muito Baixo	$M \leq 0,25$	$M \leq 0,25$	$M \leq 25$

**Fonte: Gottstein (2020, p. 45).**

**Nota: DPDD - Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda; DDSG - Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos; DEUA - Dimensão de Eficiência do Uso da Água.**

Gottstein (2020), se baseou no modelo de avaliação Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR) da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), para a criação dos indicadores e dimensões. Os indicadores da dimensão de desempenho do sistema de gerenciamento representam o retorno dos usuários, da sociedade civil e dos órgãos públicos sobre a situação de implementação dos instrumentos da política de recursos hídricos. Os indicadores da dimensão de eficiência de uso da água apresentam a resposta sobre o efeito do modelo adotado de desenvolvimento sobre a sociedade e a bacia. E já os indicadores da dimensão potencialidade, disponibilidade e demanda, as pressões exercidas sobre os recursos hídricos na bacia serão identificadas através das demandas hídricas atuais e a disponibilidade e qualidade da água sobre o estado dos recursos hídricos.

#### 5.1.1. Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda.

A disponibilidade hídrica é a parcela da vazão que pode ser utilizada pela sociedade sem comprometer o meio ambiente aquático (CRUZ; TUCCI, 2008), que é estimada a partir do regime hidrológico da bacia hidrográfica. Já as demandas hídricas podem ser divididas em demanda hídrica consultiva e demanda hídrica não consultiva. A demanda hídrica consultiva é aquela em que a retirada da água para diversos usos

pode interferir na disponibilidade hídrica a jusante e a demanda hídrica não consultiva são os usos que não influenciam na disponibilidade hídrica (HELPER, 2006).

Os indicadores que compõem este grupo são: Indicadores de Ativação das Potencialidades; Indicadores de Utilização das Potencialidades, e Indicadores de Utilização das Disponibilidades.

Para a obtenção dos dados de disponibilidade e potencialidade hídrica da bacia hidrográfica do rio Piquiri, foi utilizado como critério de análise a existência de série histórica com dados de vazões de no mínimo 25 anos. Sendo que os meses que apresentaram mais de 10% de falha foram descartados (GOTTSTEIN, 2020).

Foram selecionadas as estações fluviométricas Balsa Santa Maria, Porto Guarani, Porto Carriel, Guampará e Foz do Cantu as quais são as mais representativas da Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri e com disponibilidade de dados para os parâmetros analisados. Os dados das estações fluviométricas foram coletados a partir da plataforma do Sistema de Informações Hidrológicas, da Agência Nacional de Águas. Caso a Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri apresentasse um déficit de dados e/ou estações disponíveis, foi utilizado o método de regionalização de vazões (GOTTSTEIN, 2020).

A vazão utilizada neste estudo foi a  $Q_{95\%}$ . O órgão ambiental do estado do Paraná considera como vazão outorgável 50% da vazão  $Q_{95\%}$ . Para se obter a vazão  $Q_{95\%}$  será realizado uma curva de permanência dos postos fluviométricos mais representativos da área de estudo, com o auxílio do Sistema Computacional para Análise Hidrológica (SisCAH 1.0) (GOTTSTEIN, 2020).

No cálculo dos indicadores não foram consideradas as reservas de águas subterrâneas, devido estas já contribuírem para a vazão dos corpos hídricos superficiais. Para representar a disponibilidade hídrica foi adotada a vazão de estiagem com 95% de permanência ( $Q_{95\%}$ ). E para representar a potencialidade utilizou-se a vazão média de longo período ( $Q_{lp}$ ) (GOTTSTEIN, 2020).

Para o cálculo da potencialidade fluvial foi realizada uma estimativa a partir dos deflúvios médios, que foram calculados a partir dos dados de vazões médias nos postos fluviométricos mais representativos da área de estudo. Utilizou-se o software SisCAH 1.0 para importar as séries históricas e obter os valores da vazão média de longo período (GOTTSTEIN, 2020).

Utilizou-se o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) da Agência Nacional das Águas para se obter os dados das demandas de

retirada de água para abastecimento humano (rural e urbano), indústria de transformação, mineração, agricultura irrigada termoelectricidade e evaporação líquida de reservatórios artificiais, para todos os municípios considerados neste estudo, no ano de referência de 2017 (GOTTSTEIN, 2020) e 2021.

O percentual de atendimento aos padrões de qualidade da água foi avaliado através do Índice de Qualidade das Águas (IQA). O IQA que foi utilizado neste estudo é o desenvolvido pela National Sanitation Foundation (NSF), de 1970, e adaptado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), em 1975, pois atualmente é o índice de qualidade de água mais utilizado por Universidades Nacionais (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2012; COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2019; GOTTSTEIN, 2020).

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

De acordo com a metodologia adaptada pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2019), para cada parâmetro tem-se um peso para a caracterização da água e o somatório desses pesos devem ser iguais a 1. Também foram estabelecidas curvas médias de variação da qualidade da água de acordo com o estado ou a condição de cada parâmetro.

O cálculo do IQA levou em consideração o produto ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis que integram o índice (Equação 1)

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

Onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas (Podendo variar de 0 a 100);

Q<sub>i</sub>: é a qualidade do i-ésimo parâmetro (Podendo variar de 0 a 100, que será obtido da respectiva curva média de variação de qualidade em função da sua concentração ou medida);

W<sub>i</sub>: Peso correspondente ao i-ésimo parâmetro (Podendo variar de 0 a 1); N: Número de variáveis que entram no cálculo do IQA;

Após este cálculo, foi obtido um valor que IQA variando numa escala de 0 a 100. Este resultado foi linearizado para se agruparem com os demais indicadores da Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda (Tabela 2).

De acordo com a Agência Nacional das Águas (2005b), a faixa de classificação do IQA utilizada pelo Estado do Paraná é a baseada no IQA desenvolvido pela National Sanitation Foundation (NSF).

**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	$25 < IQA \leq 50$	$0,25 < IQA \leq 0,50$
Péssima	$IQA \leq 25$	$IQA \leq 0,25$

Fonte: Gottstein (2020, p. 54).

De acordo com a metodologia proposta por Gottstein (2020), para realizar o cálculo do IQA, as estações fluviométricas selecionadas seguiram os seguintes critérios:

- Estações em operações, pertencentes a Rede Hidrometeorológica Nacional;
- Estações localizadas no talvegue principal de cada unidade hidrográfica;
- Estações com dados disponíveis para os 9 parâmetros que compõem o IQA;
- Estações com dados de coleta disponíveis para 4 amostras no ano de referência de 2017. O ano de 2017 foi o utilizado para fins de comparação, devido Gottstein (2020) ter adotado este ano em sua pesquisa. Na ausência de coletas no ano de referência foram consideradas as amostras coletadas entre novembro de 2016 a fevereiro de 2018, totalizando um total de 4 amostras por estação.

A obtenção dos dados dos 9 parâmetros do IQA foi realizada através dos dados obtidos do Sistema de Informações Hidrológicas – Parâmetros de Qualidade de Água por estações, do Instituto das Águas do Paraná (2020).

Para a análise dos resultados obtidos é necessário levar em conta as seguintes considerações (GOTTSTEIN 2020):

- Na ausência de valores de Coliformes Termotolerantes, sendo utilizado os valores da *Escherichia coli*, desde que aplique um fator de correção de 1,25 para o

uso da mesma curva de qualidade (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2019).

- Na ausência de dados de sólidos totais, existe a possibilidade de ser realizada uma somatória dos valores de sólidos dissolvidos totais e sólidos suspensos totais, por se entender que os sólidos totais são toda a matéria suspensa e dissolvida em uma amostra.

Após a coleta dos dados, foi efetuado o cálculo do IQA por amostra com o auxílio de planilhas eletrônicas pré-elaboradas. Após determinou-se uma média por estação e uma média para a bacia hidrográfica do Rio Piquiri.

Para variar de 0 a 1, os resultados obtidos passaram por um processo de ponderação de acordo com a Equação 2.

$$E_i = \frac{(I_{maior} - I_{i\text{ calculado}})}{(I_{maior} - I_{menor})} \quad (2)$$

Onde:

$E_i$ : Valor para o indicador  $i$ ;

$I_{maior}$ : Maior valor para o indicador  $i$ ;  $I_{menor}$ : Menor valor para o indicador  $i$ ;

$I_{calculado}$ : Valor calculado para o indicador  $i$ , tendo como base as condições da bacia hidrográfica.

Os indicadores deste grupo variam de 0 a 1, sendo de situação crítica a situação desejável, respectivamente, apenas os indicadores de Qualidade da Água, variam de 0 a 100% e para se agregarem com os demais indicadores destes grupos foram linearizados de modo a variar de situação crítica (0) a situação desejável (1).

Após o tratamento dos dados desta dimensão aplicou-se os indicadores desta dimensão (Quadro 2).

**Quadro 2: Indicadores da Dimensão de Eficiência de Uso da Água.**

Indicador	Descrição	Fonte de dados	
Ativação das Potencialidades	Relação entre a disponibilidade e a potencialidade	Disponibilidade: vazão outorgável 50% da Q95%	ANA, 2018 <sup>2</sup>
		Potencialidade: Vazão média de longo período (Qmip)	ANA, 2018 <sup>2</sup>

Utilização das Potencialidades	Relação entre a demanda atual e a potencialidade	Demanda atual: água captada para usos consuntivos	ANA, 2019 <sup>3</sup>
		Potencialidade: Vazão média de longo período (Qmlp)	ANA, 2018 <sup>2</sup>
Utilização das Disponibilidades	Relação entre a demanda atual e a disponibilidade	Demanda atual: água captada para usos consuntivos	ANA, 2019b <sup>3</sup>
		Disponibilidade: vazão outorgável 50% da Q95%	ANA, 2018 <sup>2</sup>
Qualidade da água	Percentual de atendimento aos padrões de qualidade através do IQA	IQA: Parâmetros de IQA da CETESB (2019) <sup>1</sup>	ÁGUAS PARANÁ (2020) <sup>4</sup>

Fonte: Gottstein (2020, p. 55).

### 5.1.2. Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Os indicadores que compõem este grupo possuem caráter qualitativo e foram determinados através da análise da sua aplicação na bacia hidrográfica do rio Piquiri.

Para a obtenção dos dados desta dimensão foram realizadas pesquisas bibliográficas e levantamento de informações junto aos órgãos públicos responsáveis pela gestão dos recursos hídricos no Paraná.

Após a obtenção dos dados foi realizado um somatório dos quesitos estabelecidos no Quadro 3 e em seguida uma média de todos os indicadores, os quais variaram de 0 (situação crítica) a 1 (situação desejável).

**Quadro 3: Quesitos e pontuações utilizadas na 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 comitê de bacia	0,25
	Existência de informações sobre composição do Comitê, contendo: entidades, membros, mandatos e informações de	0,25
	Contato	
	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	00
	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

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: Gottstein (2020, p. 47).**

### 5.1.3. Dimensão de Eficiência de Uso da Água

Para o cálculo e tratamento dos dados deste grupo foram considerados apenas os municípios cujas áreas estão inseridas totalmente no limite da bacia hidrográfica. Para os municípios que se encontram no limite entre duas bacias hidrográficas utilizou-se o critério do Instituto Paranaense de Desenvolvimento e Econômico e Social (2017, p.6), que diz que para os municípios cujo o território está localizado em duas ou mais bacias, este foi incluído na bacia em que a sua sede municipal está localizada e nos casos em que a sede municipal se encontra no limite, este foi incluído na bacia em que tem a área de maior contingente da população.

Os dados da dimensão de indicadores de Eficiência de Uso da água foram obtidos através dos dados da Pesquisa de Informações Básicas Municipais, no ano de referência de 2017 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017); e do Sistema de Informações sobre Saneamento (SNIS), no ano de referência de 2017 (BRASIL, 2019 a) (Quadro 4).

**Quadro 4: Descrição e fonte dos dados a serem utilizados na composição dos indicadores da Dimensão.**

Indicador	Descrição	Fonte de dados (ano de referência 2017)	
Atendimento de água	Percentual da população total atendida com abastecimento de água em relação à população total	SNIS1: 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	SNIS1: 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	SNIS1: Diagnóstico de Água e Esgoto	Índice de atendimento de esgoto (IN056_AE)
Perda de água na rede	Percentual de perdas na distribuição	SNIS1: Diagnóstico de Água e Esgoto	Índice de perdas na

Fonte: Gottstein (2020, p. 55).

Para se obter a estimativa da população residente nos municípios que compõe a Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri, foi realizada a Pesquisa de Informações Básicas Municipais, na data de referência de 1 de julho de 2017 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017).

Para os indicadores de atendimento de água, coleta de esgoto, atendimento de esgoto e perdas de água na rede, as informações foram coletadas no endereço eletrônico do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, na base de dados municipais (GOTTSTEIN, 2020).

Os resultados obtidos nas escalas parciais, foram relacionados a percentuais que variam de 0 a 100%. No cálculo do indicador Perda de Água na rede aplicou-se a Equação 2 para ponderar o resultado, de modo a variar de 0 (situação crítica) a 100% (situação desejável), como os demais indicadores, sendo que baixas perdas de águas se relacionam a graus maiores de desempenho (GOTTSTEIN, 2020).

$$E_i = \frac{(I_{maior} - I_{i \text{ calculado}})}{(I_{maior} - I_{menor})} \quad (2)$$

Onde:

E<sub>i</sub>: Valor para classificação na escala parcial para o indicador i; I<sub>maior</sub>: É o maior valor possível para o indicador I;

I<sub>menor</sub>: É o menor valor possível para o indicador I;

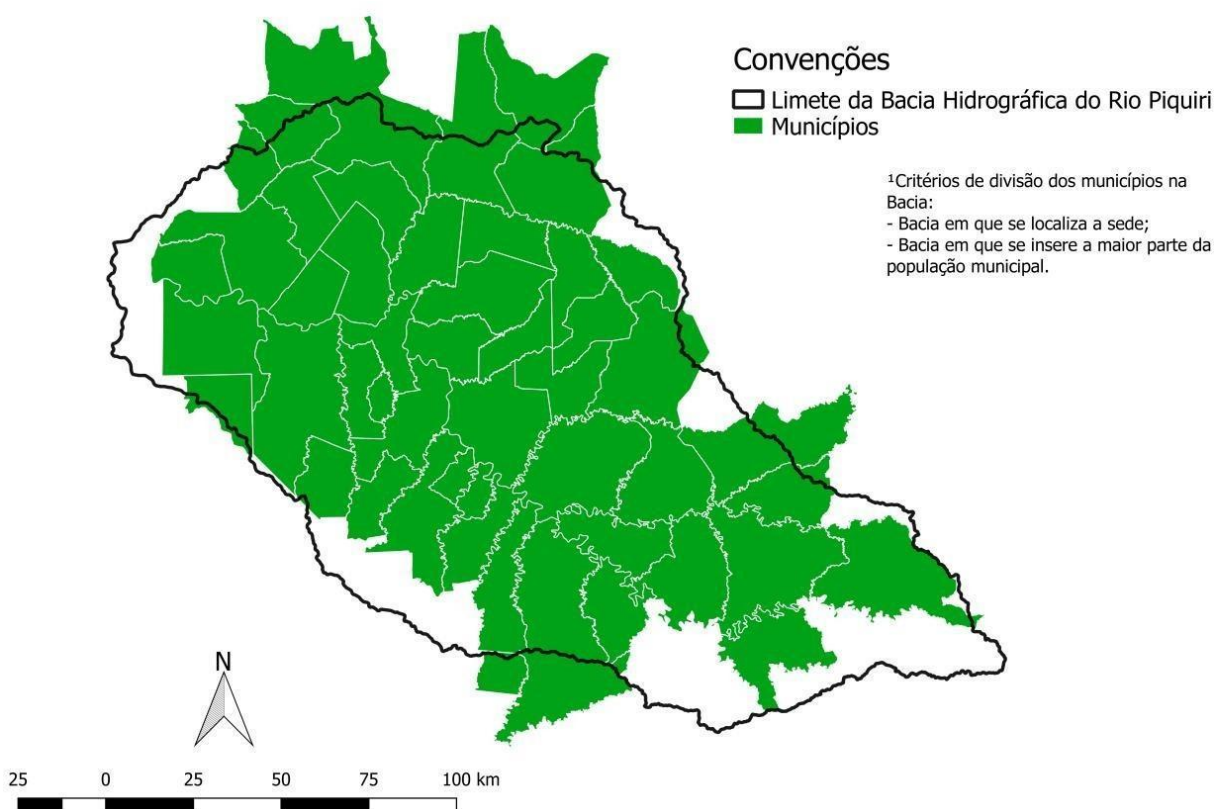
$I_{\text{calculado}}$ : É o valor calculado para o indicador  $i$ , com base nas condições da bacia hidrográfica considerada.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda.

Na Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri, empregando os critérios descritos anteriormente tem-se a presença de 50 municípios (Figura 3).

**Figura 3: Municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri.**



**Fonte: Autoria própria (2021).**

**Base de dados: Instituto de Água e Terra do Paraná (2020, 2011).**

Os municípios utilizados na pesquisa foram: Altamira do Paraná, Alto Piquiri, Anahy, Assis Chateaubriand, Boa Esperança, Braganey, Brasilândia do Sul, Cafelândia, Cafezal do Sul, Campina da Lagoa, Campo Bonito, Corbélia, Cruzeiro do Oeste, Diamante do Sul, Farol, Formosa do Oeste, Francisco Alves, Goioerê, Guaraniaçu, Ibema, Iguaçu, Iporã, Iracema do Oeste, Janiópolis, Jesuítas, Juranda, Laranjal, Mamborê, Mariluz, Maripá, Marquinho, Mato Rico, Moreira Sales, Nova Aurora, Nova Cantu, Palmital, Palotina, Perobal, Pérola, Quarto Centenário, Rancho

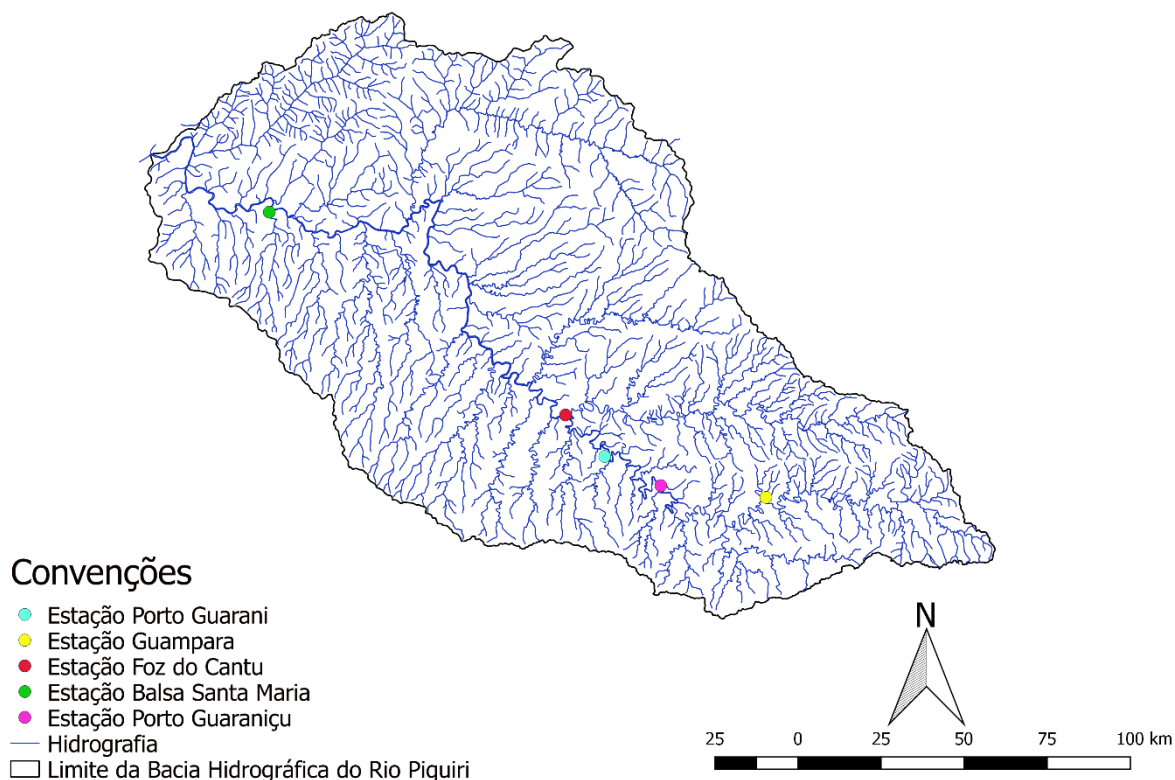
Alegre d'Oeste, Roncador, Santa Maria do Oeste, Tapejara, Tuneiras do Oeste, Tupãssi, Ubiratã, Umuarama e Xambê.

Os municípios com o maior número de habitantes presentes na Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri são: Umuarama (112.500 hab), Assis Chateaubriand (33.340), Palotina (32.121 hab), Goioerê (28.808 hab) e Cruzeiro do Oeste (20.947 hab), respectivamente (IBGE, 2017).

A Figura 4, apresenta as estações fluviométricas presentes no rio Piquiri, principal afluente da Bacia Hidrográfica do rio Piquiri, utilizadas neste estudo. Foram selecionadas apenas as estações com mais de 25 anos, sendo elas:

- Balsa Santa Maria (64830000);
- Porto Guarani (64771500);
- Porto Carriel (64767000);
- Guampará (64764000);
- Foz do Cantu (64776100);

**Figura 4: Localização das estações fluviométricas na Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri.**



**Fonte: Autoria própria (2021).**

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

Podemos verificar que existem algumas regiões do rio Piquiri que não foram analisadas as vazões, devido as estações presentes nestas áreas não disponibilizarem todos os dados necessários. Assim, não foi possível estimar a  $Q_{95\%}$  e  $Q_{mlp}$  nestas regiões.

Com o auxílio do *Software* SISCAH e utilizando os dados das séries históricas das estações selecionadas foi possível obter as vazões  $Q_{95\%}$  e  $Q_{mlp}$ , as quais foram aplicadas no cálculo dos indicadores da Dimensão Potencialidade, Disponibilidade e Demanda. Na Tabela 3 tem-se os dados das séries históricas das estações fluviométricas selecionadas para obtenção das disponibilidades e potencialidades hídricas

**Tabela 3: Dados das séries históricas das estações fluviométricas utilizadas no cálculo das disponibilidades e potencialidades hídricas na Bacia Hidrográfica do rio Piquiri.**

Dados/Bacia Hidrográfica	Rio Piquiri				
	Código da Estação	64830000	64771500	64767000	64764000
Nome do Rio	Rio Piquiri	Rio Piquiri	Rio Piquiri	Rio Piquiri	Rio Piquiri
Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	20.900,00	4.160,00	3.540,00	1.690,00	7.650,00
Período de dados	1969 - 2014	1976 - 2014	1981 - 2014	1984 - 2014	1986 - 2014
Número de anos analisados	45	38	33	30	28
Número de meses descartados <sup>1</sup>	9	7	5	6	8
$Q_{95\%}$ (m <sup>3</sup> /s)	142,328	12,811	12,873	7,509	29,504
$Q_{mlp}$ (m <sup>3</sup> /s)	524,205	127,1554	112,6124	54,7888	226,7875

Fonte: Autoria própria (2021).

Nota: <sup>1</sup> Descartados os meses que apresentaram mais de 10% de falhas;

De acordo com a Tabela 3 pode-se verificar que em todas as estações o período de dados disponíveis vai até 2014. A estação Balsa Santa Maria é a que

possui o maior número de meses descartados, mais anos analisados e também a maior área de drenagem.

Na Tabela 4 está disposto os dados da demanda de retirada da água para o abastecimento urbano, abastecimento rural, indústria de transformação, mineração, geração termelétrica, dessedentação animal e agricultura irrigada. Os valores das demandas foram coletados por municípios nos anos de referência de 2017 e 2021 (Apêndice C).

**Tabela 4: Demanda de retirada de água por setor na Bacia Hidrográfica do rio Piquiri.**

Demanda de retirada de água (m <sup>3</sup> /s)								
Bacia Hidrográfica	Abastecimento Urbano	Abastecimento Rural	Indústria de Transformação	Mineração	Geração Termelétrica	Dessedentação Animal	Agricultura Irrigada	Total
Rio Piquiri (2017)	0,8825	0,1307	1,4246	0,0005	0	1,4890	0,4065	4,3337
Rio Piquiri (2021)	0,8543	0,1089	1,7212	0,0009	0	1,6700	0,4290	4,7844

**Fonte: Agência Nacional de Águas (2021).**

As demandas hídricas podem ser divididas em dois grupos: Usos consuntivos e não consuntivos. Os usos consuntivos consideram as atividades que utilizam a água sem devolver a totalidade ou parte dos volumes captados. E já os usos não consuntivos não geram alterações qualitativas na água. Neste estudo adotou-se apenas os usos consuntivos (SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS, 2010).

Na bacia hidrográfica do rio Piquiri em 2017 a maior demanda de retirada da água para abastecimento urbano ocorreu no município de Umuarama (0,2031 m<sup>3</sup>/s) (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2021), isto ocorre devido Umuarama ser o município da bacia com o maior número de habitantes (Apêndice A). Já para o abastecimento rural a maior demanda foi para o município de Santa Maria do Oeste (0,0081 m<sup>3</sup>/s) (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2021), de acordo com o Instituto de Água e Saneamento (S.D), a população rural deste município é o dobro da população urbana, isso explica a alta demanda do abastecimento rural.

Em 2017 Tapejara foi o município da bacia do rio Piquiri com a maior demanda de retirada na indústria de transformação com 0,4647 m<sup>3</sup>/s. Já a demanda de retirada de água para a geração termelétrica não ocorre nos municípios estudados na bacia. Para a demanda de retirada de mineração tem-se que apenas alguns municípios realizam este tipo de atividade, tais como, Ubitatã, Guaraniaçu, Corbélia, Maripá, Moreira Sales, dentre outros. No caso da dessedentação animal o município com o maior valor de demanda é Palmital (0,0914 m<sup>3</sup>/s) e na agricultura irrigada é o de Palotina com 0,0746 m<sup>3</sup>/s (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2021).

No ano de 2021 a maior demanda de abastecimento urbano, abastecimento rural, indústria de transformação e agricultura irrigada ainda é nos municípios de Umuarama, Santa Maria do Oeste, Tapejara e Palotina, respectivamente. Ainda não tem demanda para a geração termelétrica nos municípios estudados. A demanda para mineração continua pouco expressiva. A maior demanda de retirada da água para Dessedentação animal ocorreu no município de Palotina (0,0893 m<sup>3</sup>/s) (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2021).

De acordo com a Tabela 4 pode-se observar que na bacia hidrográfica do rio Piquiri a demanda total no ano de 2017 é de 4,3337 m<sup>3</sup>/s e de 2021 é 4,7844 m<sup>3</sup>/s. Sendo assim, a média dos valores obtidos teve um aumento de 9,42% em 2021 quando comparado com 2017. As demandas que aumentaram em 2021 foram para a indústria de transformação, mineração, dessedentação animal e a agricultura irrigada.

Gottstein (2020), aplicou os indicadores da dimensão de potencialidade, disponibilidade e demanda nas Unidades Hidrográficas do Baixo Ivaí, Alto Ivaí e Alto Iguaçu. Para a demanda de retirada de água por setor, a autora obteve as maiores retiradas para:

- Abastecimento de água urbano: Unidade Hidrográfica de Alto Iguaçu (8,4464 m<sup>3</sup>/s);
- Abastecimento rural: Unidade Hidrográfica de Alto Iguaçu (0,3011 m<sup>3</sup>/s);
- Indústria de transformação: Unidade Hidrográfica do Baixo Ivaí (1,9232 m<sup>3</sup>/s);
- Mineração: Unidade Hidrográfica do Alto Ivaí (0,0053 m<sup>3</sup>/s).
- Geração Termelétrica: Unidade Hidrográfica de Alto Iguaçu (0,7569 m<sup>3</sup>/s);
- Dessedentação animal Alto Ivaí (0,9611 m<sup>3</sup>/s).

- Agricultura irrigada Baixo Ivaí (2,7506 m<sup>3</sup>/s).

A demanda total obtida por Gottstein (2020), foi de 3,8127 m<sup>3</sup>/s para a Unidade Hidrográfica do Alto Ivaí, 6,3401 m<sup>3</sup>/s para Baixo Ivaí e 11,4615 m<sup>3</sup>/s Alto Iguaçu. Quando comparamos os resultados de Gottstein (2020) com os obtidos neste estudo pode-se verificar que a demanda de retirada de água total da bacia hidrográfica do rio Piquiri é maior que na Unidade Hidrográfica de Alto Ivaí, porém os resultados são menores que as Unidades do Baixo Ivaí e Alto Iguaçu. Isto indica que os recursos da bacia hidrográfica do rio Piquiri são menos utilizados quando comparados com as unidades citadas anteriormente.

No estado do Paraná a maior demanda hídrica advém do abastecimento urbano com 21,7955 m<sup>3</sup>/s, representando 42% da demanda hídrica do estado, seguido pelo uso industrial com 12,3485 m<sup>3</sup>/s, uso agrícola 10,7350 m<sup>3</sup>/s e 6,4852 m<sup>3</sup>/s da dessedentação de animais (SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS, 2010). Este resultado se difere dos valores obtidos na bacia hidrográfica do rio Piquiri em que em 2017 a maior demanda hídrica ocorreu na dessedentação de animais e em 2021 foi da indústria de transformação.

Helfer (2006), calculou as demandas e disponibilidades hídricas na bacia hidrográfica do rio do Pardo no Rio Grande do Sul nos cenários atual e futuro para diferentes sistemas da produção de arroz. O autor obteve que os usos predominantes na bacia são o abastecimento urbano, dessedentação de animal, a irrigação do arroz e o uso industrial, cerca de 80% da demanda hídrica é da irrigação, seguida do abastecimento urbano com 13%. Pode-se constatar que a demanda de retirada da água está diretamente ligada com o uso do solo da bacia.

No cálculo do IQA foram selecionadas as cinco estações utilizadas no cálculo da  $Q_{95\%}$  e  $Q_{mld}$  (Tabela 3; Apêndice A). Foram consideradas as estações fluviométricas presentes no principal rio da bacia do Piquiri. Para o cálculo do IQA utilizou-se os dados dos anos de 2017, 2018, 2019 e 2020 de cada estação. O Quadro 5 apresenta os dados dos valores de IQA obtidos nas estações selecionadas em cada ano analisado e a média por estação.

**Quadro 5: Resultados de IQA para as estações fluviométricas utilizadas neste estudo na Bacia Hidrográfica do rio Piquiri.**

Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri
-----------------------------------



Nome da Estação	Código da estação	Nome do Rio	Coletas				Média por estação
			2017	2018	2019	2020	
Balsa Santa Maria	64830000	Rio Piquiri	75	77	75	78	76
Porto Guarani	64771500	Rio Piquiri	70	81	58	78	72
Porto Carriel	64767000	Rio Piquiri	62	82	81	81	76
Guampará	64764000	Rio Piquiri	59	81	81	50	68
Foz do Cantu	64776100	Rio Piquiri	59	81	81	49	68
Classes de IQA: 91-100: Ótima   71-90: Boa   51-70: Regular   26-50: Ruim   0-25: Péssima							

**Fonte: Autoria própria (2021).**

A estação Balsa Santa Maria tem o IQA considerado “boa” para os 4 anos analisados e quando leva-se em consideração que entre as estações estudadas a Balsa Santa Maria é a que possui a maior área de drenagem, pode-se verificar que a maior parte da bacia possui o IQA relativamente bom, tendo em conta este dado. Já as estações de Porto Guarani e Porto Carriel apresentaram um ano com o IQA “regular” e os outros anos o IQA “boa”. A Foz do Cantu foi a única estação que obteve a classificação “ruim” para o ano de 2020, no ano de 2017 “regular” e em 2019 e 2020 “boa”. A estação de Guampará teve dois anos com a classificação “regular” e dois anos “boa”.

Analisando as médias por estação, os resultados do IQA demonstram a predominância da classe “boa” para as estações de Balsa Santa Maria, Porto Guarani e Porto Carriel e a classe “regular” para as estações de Guampará e Foz do Cantu. Sendo assim, os resultados demonstram predomínio da classe “boa” para a bacia hidrográfica do rio Piquiri.

Gottstein (2021), analisou o IQA nas Unidades Hidrográficas do Alto Iguaçu, Alto Ivaí e Baixo Ivaí. Como resultado a autora obteve que na Unidade Hidrográfica do Baixo Ivaí os resultados demonstram predomínio da classificação “regular”. Na Unidade Hidrográfica do Alto Ivaí também há um predomínio da classificação “regular” e na unidade hidrográfica do Alto Iguaçu, os resultados demonstram predominância da qualidade “ruim” ou “péssima”.

Para o parâmetro IQA pode-se verificar que a qualidade da água na Bacia do Rio Piquiri está melhor do que os resultados encontrados nas unidades hidrográficas do Alto Ivaí, Alto Iguaçu e Baixo Iguaçu. A demanda pelo uso dos recursos hídricos é maior nas unidades hidrográficas do Baixo Ivaí e Alto Iguaçu quando comparadas com

a bacia do rio Piquiri, isto pode significar uma contaminação antrópica nestas bacias influenciando nos valores obtidos pelo IQA.

O Quadro 6 apresenta a comparação entre os resultados obtidos de IQA na bacia do Rio Piquiri e os apresentados no Plano Estadual de Recursos Hídricos (INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, 2010). Das estações selecionadas neste estudo, o plano tem os valores de IQA apenas para as estações da Balsa Santa Maria e do Porto Guarani.

**Quadro 6: 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 <sup>1</sup> em comparação com o Plano Estadual de Recursos Hídricos <sup>2</sup> da Bacia Hidrográfica do rio Piquiri			
Nome da Estação	Código da Estação	IQA <sup>1</sup>	IQA <sub>PLERH</sub> <sup>2</sup>
Balsa Santa Maria	64830000	76	69
Porto Guarani	64771500	72	58
Porto Carriel	64767000	76	
Guampará	64764000	68	
Foz do Cantu	64776100	68	
Classes de IQA: 91-100: Ótima   71-90: Boa   51-70: Regular   26-50: Ruim   0-25: Péssima			

**Fonte: Autoria própria (2021).**

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

As estações da Balsa Santa Maria e do Porto Guarani têm a classificação “regular” no Plano Estadual de Recurso Hídricos (2010). Neste estudo as duas estações apresentaram classificação “boa”, ou seja, no decorrer dos anos o IQA nestas estações melhorou.

A Tabela 5 e 6 apresenta os resultados obtidos de todos os indicadores que compõem a dimensão Potencialidade, Disponibilidade e Demanda na Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri.

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

Bacia Hidrográfica	Potencialidade (m <sup>3</sup> /s)	Disponibilidade <sup>1</sup> (m <sup>3</sup> /s)	Demanda (m <sup>3</sup> /s)	IQA (%)
Rio Piquiri	622,5691	83,02415	4,3337	72

**Fonte: Autoria própria (2021).**

**Nota: <sup>1</sup>Disponibilidade adotada como 50% da vazão Q<sub>95%</sub>.**

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

<b>Cálculo dos indicadores</b>	
<b>Indicador</b>	<b>Rio Piquiri</b>
Ativação das Potencialidades (Disponibilidade/Potencialidade)	0,13
Utilização das Potencialidades (Demanda/Potencialidade)	0,01
Utilização das Disponibilidades (Demanda/Disponibilidade)	0,05
Atendimento aos padrões de Qualidade da água (IQA)	0,72

**Fonte: Autoria própria (2021).**

De acordo com Vieira Gondim Filho (2006) o cenário ideal para a sustentabilidade hídrica é a relação em que a potencialidade deverá ser superior a disponibilidade, que deve ser maior que a demanda hídrica. E isso ocorre na bacia hidrográfica do rio Piquiri.

Gottstein (2020) empregou as considerações preconizadas por Vieira e Gondim Filho (2006) no cálculo dos indicadores da dimensão potencialidade, disponibilidade e demanda, as recomendações foram:

- Ativação da Potencialidade (relação entre disponibilidade e potencialidade): É o nível de ativação do potencial hídrico da região hidrográfica, que varia entre 0 e 1 e indica que os recursos potenciais da região hidrográfica estarão mais ativados quando os valores estiverem mais próximos de 1.
- Utilização da Disponibilidade (relação entre demanda e disponibilidade): É o grau de utilização da disponibilidade, e aponta que a disponibilidade satisfaz as demandas o seu valor é menor que 1 e quando a disponibilidade não está sendo suficiente para atender a demanda é maior que 1.

- Utilização da Potencialidade (relação entre demanda e potencialidade):  
É o grau de utilização do potencial, quando o valor for próximo de 0,8, mais próxima a unidade de planejamento estará de atingir o limite máximo da utilização do seu potencial.

De acordo com a Tabela 6, a ativação da potencialidade tem o valor de 0,13, ou seja, bem abaixo de 1, isto indica que a potencialidade não está tão ativada na bacia. Já a utilização das disponibilidades tem o valor de 0,01, pode-se aferir que a disponibilidade satisfaz a demanda. E para a utilização da potencialidade, tem-se o valor de 0,05 abaixo de 0,8, significando que a bacia está longe de atingir o limite máximo da utilização do seu potencial.

Os resultados dos indicadores de Ativação das Potencialidades, Utilização das Potencialidades e Utilização das Disponibilidades foram ponderados de acordo com a Equação 1 e do indicador de Atendimento aos padrões de Qualidade da Água os percentuais foram linearizados. O Quadro 7 apresenta os resultados e classificações obtidas para cada indicador da Dimensão Potencialidade, Disponibilidade e Demanda.

**Quadro 7: Resultados e classificações obtidas para os indicadores da Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda na Bacia Hidrográfica do rio Piquiri.**

Resultado da Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda		
Indicador	Rio Piquiri	Grau <sup>1</sup>
Ativação das Potencialidades	0,87	Alto
Utilização das Potencialidades	0,99	Muito Alto
Utilização das Disponibilidades	0,95	Alto
Qualidade da água (IQA)	0,72	Alto
DPDD <sup>2</sup>	0,88	Alto

Fonte: Autoria própria (2021).

Nota: <sup>1</sup>Graus 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; <sup>2</sup>Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda.

A Bacia Hidrográfica do rio Piquiri apresentou para os indicadores Ativação das Potencialidades, Utilização das Disponibilidades e Qualidade da Água o grau

classificado como “Alto” e para o indicador Utilização das Potencialidades o grau de “Muito Alto”. Sendo assim os resultados demonstram o predomínio da classe “Alto” para a bacia do rio Piquiri.

Gottstein (2020), obteve para as unidades hidrográficas do Alto Ivaí, Baixo Ivaí e Alto Iguaçu as classes “Alto”, “Alto” e “Médio”, respectivamente, para a dimensão de potencialidade, disponibilidade e demanda. Comparando com os resultados obtidos na bacia hidrográfica do rio Piquiri pode-se verificar que apenas a unidade hidrográfica do Alto Iguaçu teve um desempenho pior para esse grupo de indicadores.

Os indicadores desta dimensão se relacionam com as metas 6.4, 6.1 e 6.3 do desenvolvimento sustentável e de acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2019) essas metas são:

- Meta 6.1: Até 2030 alcançar o acesso universal e equitativo à água potável e segura para todos.
- Meta 6.3: Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente.
- Meta 6.4: Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez da água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez.

Pode-se verificar os indicadores da dimensão Potencialidade, Disponibilidade e Demanda apesar de apresentaram um grau de desempenho alto, ainda tem que melhorar para atingir as metas citadas anteriormente dos objetivos do desenvolvimento sustentável.

### **6.3 Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos.**

Os resultados obtidos com a aplicação dos indicadores da dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento dos Recursos Hídricos encontram-se no Quadro 8.

**Quadro 8: Pontuação atribuída aos quesitos da Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos, na Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri.**

Indicador	Quesito	Valor	Pontuação	
Comitê de Bacia Hidrográfica	Nenhuma ação no sentido de criação de comitê na bacia	0		0,25
	Existência de Decreto de criação de comitê de bacia	0,25	X	
	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	X	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	X	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	X	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	X	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		
Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos	Nenhuma ação no sentido de criação do sistema de informações sobre recursos hídricos na bacia	0		1,0
	Produção e divulgação de dados qualitativos sobre recursos Hídricos	0,25	X	
	Produção e divulgação de dados quantitativos sobre recursos Hídricos	0,25	X	
	Sistema de Informação periodicamente atualizado e Alimentado	0,25	X	
	Sistema de Informação de fácil acesso, garantido à toda a Sociedade	0,25	X	
<b>Média</b>				<b>0,21</b>

Fonte: Autoria própria (2021).

Com base no Quadro 5, verifica-se que na bacia hidrográfica do rio Piquiri a média para os indicadores da dimensão do Sistema de Gerenciamento dos Recursos Hídricos é de 0,21. Com esse resultado pode-se analisar que a maioria dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos ainda não foram implementados nesta bacia.

A Bacia do rio Piquiri possui todos os quesitos para o indicador Sistema de informação sobre Recursos Hídricos, isto ocorre por razão do site do Instituto de Água e Terra do Paraná disponibilizar os dados sobre todos os Comitês de Bacias Hidrográficas, outorgas, gestão das águas, saneamento, entre outros, do estado do Paraná. Pode-se citar também o HIDROWEB que é uma ferramenta que oferece o acesso ao banco de dados que contém todas as informações coletadas pela Rede Hidrometeorológica Nacional.

No endereço eletrônico do Instituto de Água e Terra do Paraná e ao entrar em contato com o IAT da regional de Toledo, verifica-se que o Decreto Estadual nº 8.924 de 10 de setembro de 2013, institui o comitê de bacia hidrográfica do rio Piquiri e Paraná II e nomeia seus membros. O comitê é composto por 1 representante do poder público, 11 dos setores usuários de recursos hídricos e 7 da sociedade civil, como membros titulares e suplentes. E a Resolução nº 72 CERH/PR, de 16 de maio de 2012, que aprova a proposta de instituição do Comitê de Bacia e a proposição da composição da sua mesa diretora.

O Comitê ainda não foi instalado na Bacia do Rio Piquiri, os membros estão trabalhando para este vir a funcionar no segundo semestre de 2021.

Os Planos de Recursos Hídricos são planos diretores que visam orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento deste recurso (BRASIL, 1997). De acordo com o Art. Nº 7 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 os requisitos mínimos que um plano de Bacia deve ter são:

- 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.

Como o Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Piquiri e Paraná II ainda não está instalado, a Agência das Águas e/ou equipe técnica não foi contratada para elaborar o plano da bacia.

O enquadramento dos corpos hídricos em classes visa assegurar a qualidade da água para os usos mais exigentes a que forem destinados e diminuir os custos com o combate à poluição. O Comitê de Bacia Hidrográfica tem o papel de analisar o enquadramento e encaminhar para o respectivo Conselho Nacional ou Estaduais de Recursos Hídricos de acordo com o domínio deste para a aprovação.

Se uma bacia não possui o enquadramento para os corpos hídricos superficiais, o que se adota no estado do Paraná é a classe 2 estabelecido pela Portaria SUREHMA nº 017/1991, o mesmo ocorre na bacia do rio Piquiri, por isso não se considerou nenhum quesito do indicador enquadramento.

A Figura 5 apresenta o status do enquadramento por área de atuação dos comitês e é notável que ainda 8 comitês de bacia, incluindo o do rio Piquiri e Paraná II, ainda não possui o enquadramento aprovado pelo respectivo comitê e Conselho Estadual de Recursos Hídricos, utilizando as portarias SUREHMA.

**Figura 5: Status do Enquadramento por Área de Atuação do Comitê de Bacia Hidrográfica.**



**Fonte: Tatiana A. Sakagami (2021, p. 12).**

Dentre as atribuições dos comitês de bacias estão as propostas sobre os usos não outorgáveis ou de pouca expressão (BRASIL, 1997). Como na Bacia do Rio Piquiri ainda não existe um comitê instalado a outorga é realizada com base nas Leis Estaduais.

A criação do Comitê na bacia hidrográfica do rio Piquiri tem por objetivo solucionar os conflitos de interesses oriundo das Pequenas Centrais Hidroelétricas. No ano de 2010 havia estudos para a criação de 15 pequenas centrais hidrelétricas no curso do rio Piquiri. Esse assunto voltou à tona novamente.

A Lei das Águas diz que a água é um bem público dotada de valor econômico e um dos instrumentos da Política Nacional dos Recursos Hídricos é a cobrança pelo uso dela, com o intuito de utilizar os valores arrecadados para investir na bacia. Levando isso para a bacia do rio Piquiri, como não tem plano, não há cobrança para o uso dos recursos hídricos.

A Figura 6 apresenta a implementação dos instrumentos de gestão dos Comitês de Bacia Hidrográfica do Estado do Paraná. Pode-se verificar que no estado do Paraná ainda existem 3 bacias que não possuem comitê criado e 2 bacias, incluindo a do Rio Piquiri e Paraná II, com apenas o decreto de criação. A maior parte das bacias hidrográficas já estão com o plano e o enquadramento aprovado.

**Figura 6: Status da Implementação dos Instrumentos de gestão nos CBHs.**



**Fonte: Tatiana A. Sakagami (2021, p.4).**

No Quadro 9, tem-se os graus de classificação dos indicadores da dimensão de desempenho do sistema de gerenciamento dos recursos hídricos. Analisando o nível de implementação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos na Bacia do Rio Piquiri, obteve-se qualitativamente o grau muito baixo para esta dimensão.

**Quadro 9: Resultado da Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos para a Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri.**

Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos		
Indicador	Bacia do Rio Piquiri	
	Pontuação	Grau <sup>1</sup>
Comitês de Bacia Hidrográfica	0,25	Baixo
Plano de Recursos Hídricos	0	Muito Baixo
Outorga	0	Muito Baixo

Cobrança	0	Muito Baixo
Enquadramento	0	Muito Baixo
Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos	1,0	Muito Alto
Resultado DDSG <sup>2</sup>	0,21	Muito Baixo

Fonte: Autoria própria (2021).

**Nota:** <sup>1</sup>Graus 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; <sup>2</sup>Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Gottstein (2020), aplicou os indicadores da dimensão de desempenho do sistema de gerenciamento de recursos hídricos nas Unidades Hidrográficas do Baixo Ivaí, Alto Ivaí e Alto Iguaçu. Como resultado a autora obteve a classificação “Médio” para o Baixo Ivaí, “Baixo” para o Alto Ivaí e o “Muito Alto” para o Alto Iguaçu, ou seja, todos os resultados encontrados pela autora estão acima dos resultados obtidos na bacia hidrográfica do Rio Piquiri.

A unidade hidrográfica do Alto Iguaçu compreende a sub-bacia do rio Iguaçu e tem como comitê de bacia hidrográfica o COALIAR, cuja o plano de recursos hídricos foi aprovado em 2013. Neste plano tem propostas de atualização do enquadramento aprovada pela Resolução COALIAR nº 04/2013 e pela Resolução CERH/PR nº 84/2013 e também proposta de mecanismos de cobrança pelo uso dos recursos hídricos aprovada pela Resolução COALIAR nº 05/2013 e Resolução CERH/PR nº 85/2013, assim tornando-se o único comitê de bacia do Estado do Paraná com a cobrança pelo uso da água implementada (GOTTSTEIN, 2020).

A unidade hidrográfica do Baixo Ivaí está inserida na área que compreende o comitê de bacia do Baixo Ivaí e Paraná 1 que já se encontra instalado. O plano de recursos hídricos está em fase de elaboração, logo não tem propostas de enquadramento e cobrança pelo uso dos recursos hídricos (GOTTSTEIN, 2020).

E a unidade hidrográfica do Alto Ivaí compreende o comitê de bacia hidrográfica do Alto Ivaí e apesar de 7 anos de existência ainda se encontra em fase de instalação. Portanto o referido comitê não possui plano de recursos hídricos, enquadramento e cobrança pelo uso dos recursos hídricos (GOTTSTEIN, 2020).

Os indicadores desta dimensão se relacionam com as metas 6.5 e 6.b do desenvolvimento sustentável e de acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2019) essas metas são:

- Meta 6.5: Até 2030, implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis, 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.

Pode-se verificar os indicadores da dimensão do Desempenho do Sistema de Gerenciamento dos Recursos Hídricos da bacia hidrográfica do rio Piquiri precisam de uma atenção maior por parte dos órgãos responsáveis pela gestão dos recursos hídricos para atingirem as metas do objetivo 6 do desenvolvimento sustentável.

#### **6.4 Dimensão de Eficiência de Uso da Água**

De acordo com a Lei nº 11.445/07, o saneamento básico “é um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem das águas pluviais urbanas e manejo dos resíduos sólidos”.

Na Dimensão de Eficiência de Uso da Água, os indicadores foram coletados por municípios nos anos de referências de 2017 e 2019. Utilizou-se o ano de 2017 a fim de comparar os resultados com os obtidos por Gottstein (2020). E o ano 2019 para verificar as melhorias na Bacia do Rio Piquiri em dois anos, lembrando que o último dado disponível era do ano de 2019. O SNIS foi a plataforma utilizada para se obter os dados dos indicadores de atendimento de água, coleta de esgoto e atendimento de esgoto e perdas de água na rede (Apêndice D).

A empresa com maior significância na prestação de serviços de abastecimento de água na Bacia Hidrográfica do rio Piquiri é a Sanepar, atendendo cerca de 45 municípios. Para a cidade de Iguaraçu tem-se a Secretaria de Serviços Públicos – SSP em 2019 e o Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Iguaraçu (SAMAE) em 2017. Tem-se também como prestadoras de serviços a Prefeitura de Mariluz, SAMAE de Tapejara e a Prefeitura de Tupãssi.

Para os indicadores de Atendimento de Água e Perda de Água na Rede, todos os municípios disponibilizaram dados no ano de 2017 e no ano de 2019 apenas o município de Iguaraçu não apresentou estas informações. Já para os indicadores de Atendimento de Água e Coleta de Esgoto, no ano de 2017, somente 19 municípios expôs os dados e no ano de 2019 foram 22 municípios, os três municípios que

passaram a disponibilizar as informações foram: Francisco Alves, Moreira Sales e Peroral.

As médias dos indicadores da Dimensão Eficiência de Uso da Água na Bacia do Rio Piquiri no ano de 2017 e 2019 estão dispostas na Tabela 7.

**Tabela 7: Média dos indicadores da Dimensão de Eficiência do Uso da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri, obtidos do SNIS, no ano de referência de 2017 e 2019.**

Bacia Hidrográfica	Ano de Referência	Atendimento de água (%) (IN055_AE)	Coleta de esgoto (%) (IN015_AE)	Atendimento de esgoto (%) (IN056_AE)	Perda de água na rede (%) (IN049_AE)
Rio Piquiri	2017	57,37	23,03	51,00	84,31
Rio Piquiri	2019	91,69	49,67	53,59	80,07

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

A média dos valores obtidos mostra que o indicador de Atendimento de Água, teve um aumento 57,97% em 2019 quando comparado com 2017. Os municípios com a maior porcentagem de atendimento de água no ano de 2017 foi o de Iguaraçu, seguido de Umuarama, Ubitatã, Tupãssi, Palotina, Juranda, Iporã, Goioerê, Cruzeiro do Oeste, Corbélia, Cafelândia, Campina da Lagoa e Assis Chateaubriand com 99,99%.

No ano de 2019, o município de Iguaraçu não disponibilizou os dados para nenhum indicador, sendo assim, a maior porcentagem de atendimento de água foi para o município de Tapejara e Tupãssi (100%), seguido por Umuarama, Ubitatã, Palotina, Juranda, Iporã, Goioerê, Cruzeiro do Oeste, Corbélia, Cafelândia, Campina da Lagoa e Assis Chateaubriand, Jesuítas e Alto Piquiri (99,99%).

Os municípios com os menores valores para este indicador no ano de 2017 foram Santa Maria do Oeste (39,18%) e Marquinho (39,47%). E para o ano de 2019, os municípios com as menores porcentagens se repetem, porém os valores aumentaram, sendo de 45,74% para Marquinho e 46,05% para Santa Maria do Oeste.

A média dos valores obtidos para o indicador de Coleta de Esgoto aumentaram 115,68%, em 2019 quando comparado com o de 2017. No ano de 2017 os municípios com as maiores taxas de coleta de esgoto foram Umuarama (90,92%) e Tapejara (85,38%) e os com menores taxas Altamira do Paraná (4,32%) e Tuneiras do Oeste (20,81%). Já em 2019, os que obtiveram as maiores porcentagens

continuam sendo Umuarama e Tapejara, porém com porcentagens maiores de (92,11%) e (89,1%), respectivamente e os com menores valores são Moreira Sales (9,9%) e Perobal (13,41%).

Para o indicador Atendimento de Coleta de Esgoto, a média dos valores obtidos teve um aumento de 5,08%, em 2019 quando comparado com 2017. As maiores porcentagens de atendimento de coleta de esgoto no ano de 2017 foram para os municípios de Umuarama (98,73%) e Cafelândia (85,76%) e as menores em Tuneiras do Oeste (14,16%) e Palmital (19,91%). Em 2019, os municípios com as maiores porcentagens para este indicador também foram Umuarama (99,99%) e Cafelândia (90,91%) e os com as menores taxas foram Moreira Sales (16,71%) e Perobal (18,74%).

Em relação a média dos valores obtidos para o indicador Perdas de Água na Rede, diminuiram 5,30%, em 2019 quando comparado com o ano de 2017, isto significa que no decorrer de dois anos as perdas de água na rede diminuiram.

O Quadro 5 apresenta as médias obtidas para os indicadores na bacia hidrográfica do Rio Piquiri no ano de 2017 e 2019, o grau das classificações e a média total da Dimensão de Eficiência de Uso da Água em ambos os anos.

**Quadro 10: Resultado da Dimensão de Eficiência do Uso da água na Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri.**

<b>Dimensão de Eficiência de Uso da Água</b>				
<b>Indicador</b>	<b>Bacia do Rio Ivaí (%) (ano 2017)</b>	<b>Grau<sup>1</sup></b>	<b>Bacia do Rio Ivaí (%) (ano 2019)</b>	<b>Grau<sup>1</sup></b>
Atendimento de água	57,37	Médio	91,69	Muito Alto
Coleta de esgoto	23,03	Muito Baixo	49,67	Baixo
Atendimento de esgoto	51,00	Baixo	53,59	Médio
Perda de água na rede	84,31	Alto	80,07	Alto
<b>DEUA<sup>2</sup></b>	53,29	Médio	68,75	Médio

Fonte: Autoria Própria (2021)

Nota: <sup>1</sup>Graus de classificação: 91-100: Muito Alto | 71-90: Alto | 51-70: Médio | 26-50: Baixo | 0-

## 25: Muito Baixo; <sup>2</sup>Dimensão de Eficiência do Uso da Água.

Gottstein (2020), obteve para o ano de 2017 uma média para o Indicador de Atendimento de Água nas Unidades Hidrográficas do Baixo Ivaí, Alto Ivaí e Alto Iguaçu de 95,10%, 79,48% e 81,34%, respectivamente. No ano de 2017, a bacia hidrográfica do rio Piquiri obteve uma média menor quando comparada com todas as unidades hidrográficas citadas anteriormente. Em que apenas 57,37% da população tem acesso a água potável em suas residências.

No ano de 2019 o SNIS, publicou um diagnóstico dos municípios do Brasil cuja os prestadores de serviços responderam ao SNIS. Em relação ao Atendimento de Água (IN055\_AE), a média nacional foi de 83,7% e para a região sul a média foi de 90,5%. Na Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri, para este indicador a média ficou acima da regional e nacional, com 91,69% para o ano de 2019.

Para o indicador Coleta de Esgoto (IN056\_AE), Gottstein (2020) obteve para as unidades hidrográficas do Baixo Ivaí, Alto Ivaí e Alto Iguaçu, no ano de 2017, a média de 58,61%, 55,06%, 55,22%, respectivamente. Para o ano de 2017 a Bacia do Rio Piquiri teve uma média de 23,03%, abaixo de todas as unidades hidrográficas estudadas por Gottstein.

Em relação a Coleta de Esgoto (IN056\_AE), a média nacional no ano de 2019 foi de 54,1% e a da região sul de 46,3% (BRASIL, 2019). Comparando estes resultados com os obtidos para a bacia hidrográfica do rio Piquiri (49,67%), constatamos que esta bacia se encontra abaixo da média Nacional, porém acima da média da região sul.

Gottstein (2019), obteve o resultado para o indicador de Perda de Água na rede, no ano de 2017, os valores para a Unidade Hidrográfica do Baixo Ivaí (79,46%), Alto Ivaí 72,61% e Alto Iguaçu (67,11%). Na Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri tanto no ano de 2017 quanto no ano de 2019 os valores obtidos estão maiores quando comparados ao estudo relatado anteriormente, ou seja, tem-se uma maior perda de Água na Rede.

A média Nacional para o ano de 2019 de Perdas de Água na Rede (IN049\_AE) foi de 39,2% e para a região sul 37,5% (BRASIL, 2019). A bacia hidrográfica do rio Piquiri tem perdas maiores que a média nacional e da região sul.

No Brasil o cenário da rede de abastecimento de água, ainda que não seja universalizada, pode ser considerado abrangente, porém este cenário não é



observado na coleta de esgoto no país. O serviço de esgotamento sanitário ainda é bastante precário ou deficiente em algumas regiões, tanto na coleta quanto no tratamento (FERREIRA; GARCIA, 2017). Este cenário é observado parcialmente na bacia do rio Piquiri. Pois assim como no cenário nacional, na bacia do rio Piquiri também foi constatado um desempenho maior do abastecimento de água em relação a coleta de esgoto, ainda que não foi possível obter os dados da coleta de todos os municípios o que leva a crer que a mesma não é realizada.

Para um país ser chamado de desenvolvido, o saneamento básico é um fator primordial. O atendimento de água, coleta e tratamento de esgoto aumentam a qualidade de vida das pessoas, especialmente na saúde infantil com a atenuação da mortalidade infantil, na preservação dos recursos hídricos, melhorias na educação, expansão do turismo, dentre outros (FERREIRA; GARCIA, 2017).

Os indicadores desta dimensão se relacionam com as metas 6.1, 6.2, 6.3 e 6.4 do desenvolvimento sustentável e de acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2019) essas metas são:

- Meta 6.1: Até 2030 alcançar o acesso universal e equitativo à água potável e segura para 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, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente.
- Meta 6.4: Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez da água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez.

Pode-se verificar que os indicadores da dimensão eficiência de uso da água precisam de melhorias no atendimento de água, coleta e tratamento de esgoto para atingir as metas 6.5 e 6.b do desenvolvimento sustentável.

## 7 PRODUTO

Este estudo foi desenvolvido para avaliar a sustentabilidade hídrica na bacia hidrográfica do rio Piquiri com o auxílio de três grupos de indicadores de sustentabilidade hídrica. A avaliação em graus da sustentabilidade subsidia os tomadores de decisão nas áreas que devem ser alvos de ação.

Os dados obtidos neste estudo têm como propósito serem utilizados pela sociedade civil, o comitê de bacia hidrográfica do rio Piquiri e os órgãos ambientais responsáveis pela gestão dos recursos hídricos, a orientar as condições em que os recursos hídricos da bacia se encontram, a elaborar projetos, e a planejar e executar ações que visem a gestão sustentável dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Piquiri.

Assim, esta dissertação ficará disponível para consulta e *download* gratuitamente no repositório da Biblioteca da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

## 8 CONCLUSÃO

Neste estudo avaliou-se a sustentabilidade hídrica na bacia hidrográfica do rio Piquiri. O grau de sustentabilidade hídrica na dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda foi alto. Isto indica que as demandas de retiradas de água ainda não estão afetando a disponibilidade hídrica, que a bacia está longe de atingir o seu máximo potencial hídrico e que a qualidade dos recursos hídricos está satisfatória. Isto também está associado com o baixo índice populacional e ao frágil desenvolvimento industrial na região.

Os indicadores da dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos apresentaram um grau muito baixo de sustentabilidade hídrica, analisou-se que na bacia ainda não tem nenhum dos instrumentos da Política Nacional dos Recursos Hídricos instaurado, assim sendo o mesmo merece uma atenção maior dos órgãos responsáveis pela gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Piquiri.

Já na dimensão os indicadores de Eficiência de Uso da Água obtiveram uma classificação média. Sendo que o indicador coleta de esgoto foi o que apresentou o pior desempenho obtendo o grau muito baixo. Esta dimensão de indicadores também merece atenção dos responsáveis pela gestão dos recursos hídricos na bacia.

Conclui-se que a dimensão que necessita de uma maior atenção é a do Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos que obteve o pior grau dentre os grupos de indicadores analisados.

Conclui-se que essa metodologia é válida em subsidiar a identificação de áreas que necessitam de planejamento e gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Piquiri por parte dos órgãos responsáveis na promoção da sustentabilidade hídrica. Espera-se que com os resultados obtidos sejam aproveitados por entidades com interesse na bacia e no desenvolvimento de ações que visem a melhorar da gestão dos recursos hídricos.

## REFERÊNCIAS

- ACOBI, Pedro Roberto; EMPINOTTI, Vanessa Lucena; SCHMIDT, Luisa. Escassez Hídrica e Direitos Humanos. **Revista Ambiente e Sociedade**, São Paulo, v. 1, n. 19, p. 01-05, mar. 2016.
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **A Bacia Hidrográfica**. Brasília: ANA, Sl. 55p.
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **O Comitê de Bacia Hidrográfica: O que é e o que ele faz**. Brasília: ANA, 2011. 66 p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Manual de Usos Consuntivos da Água**. 2021. Disponível em:  
<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/5146c9ec-5589-4af1-bd64-d34848f484fd>. Acesso em: 10 nov. 2021.
- ANGST, Fernando. **Estudos Hidrossedimentológicos e de Qualidade de Água no Rio Piquiri**. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Curso de Engenharia Agrícola, Cascavel, 2008.
- ARAUJO, Fernanda Cristina. **Regionalização de Vazões na Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri**. 2015. 53 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Curso de Engenharia Agrícola, Cascavel, 2015.
- ARAUJO, Fernanda Cristina; MELLO, Eloy Lemos de; SILVA, Bruno Bonemberguer da; MERCANTE, Erivelto; GOLIN, Gisele Maria. Utilização de dados de sensoriamento remoto para obtenção das características físicas da bacia hidrográfica do rio Piquiri - PR. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR*, 18., 2015, João Pessoa. **Anais eletrônicos do XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**. João Pessoa: Inpe, 2015.
- AZEVEDO, Robertson Fonseca de. **Tradução entre ciências e proteção de bacias hidrográficas de importância para conservação: Ivaí e Piquiri, remanescentes fluviais do alto rio Paraná**. 2015. 217 f. Tese (Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais), Universidade Estadual de Maringá, Curso de Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Maringá, 2015.
- BARRETO, Chiara Laboissière Paes. **As origens históricas do conceito de desenvolvimento sustentável segundo as conferências da onu para o meio ambiente**. 2017. 78 f. Tese (Doutorado em História), Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Curso de História, Goiânia, 2017.
- BERNARDI, Ewerthon Cezar Schiavo et al. Bacia hidrográfica como unidade de gestão ambiental. **Disciplinarum Scientia**, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 158-168, 2012. Disponível em:  
<https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumNT/article/view/1303/1235>. Acesso em: 02 set. 2021.
- BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é - o que não é**. 4. ed. Petropolis: Editora Vozes, 2017. 200 p.

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

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.

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.

BRASIL. Ministério das Relações Exteriores. A Rio +20 e os seus resultados. Brasília. SI. Disponível em: <http://antigo.itamaraty.gov.br/pt-BR/politica-externa/desenvolvimento-sustentavel-e-meio-ambiente/131-a-rio-20-e-seus-resultados>. Acesso em: 25 mai. 2021.

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: 01 dez. 2021.

CAMPOS, Martha Viviane Cabral de Vasconcelos; RIBEIRO, Márcia Maria Rios; VIEIRA, Zédna Mara de Castro Lucena Vieira; Zédna Mara de Castro Lucena. A Gestão de Recursos Hídricos Subsidiada pelo Uso de Indicadores de Sustentabilidade. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [S.L], v. 2, n. 19, p. 209-222, abr. 2014.

CARNEIRO, A.P.; SILVA, H.P. da; ABRAHAM, E.; SUBIRANA, A.; TOMASONI, M. Uso da água nas terras secas da Iberoamérica: indicadores de eficiência hidro-ambiental e sócio-econômico. **Ecossistemas**, [S.I.], v. 1, n. 17, p. 60-71, jan. 2008.

CHINAQUE, Fernanda Fernandez; SANTOS, André Cordeiro Alves dos; MELO, Ismail Barra Nova de; MARQUES, Sílvio César Moral. O papel dos comitês de bacia nos processos de licenciamento ambiental: um estudo de caso do comitê de bacia do rio Sorocaba e médio Tietê (sp). **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, Taubaté, v. 12, n. 6, p. 1068-1081, 23 nov. 2017. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrograficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.2007>.

CORREA, Marcio Greyck Guimaraes. **Dinâmica Hidroclimática e o Fenômeno enos na Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri-PR**. 2017. 129 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

CORREA, Marcio Greyck Guimaraes. **Distribuição espacial e variabilidade da precipitação pluviométrica na bacia do rio Piquiri-PR**. 2013. 104 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

CORREA, Márcio Greyck Guimarães; TERASSI, Paulo Miguel de Bodas; GALVANI, Emerson. Aplicação da metodologia de estimativas da temperatura média do ar para a bacia hidrográfica do rio Piquiri-PR. **Ciência e Natura**, [S.L.], v. 39, p. 99-109, 29 nov. 2017. Universidade Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/2179460x27288>.

COSTA, Andre Felipe Sosnierz; TEIXEIRA, Caio Mendes; SILVA, Crislaine Santos; NASCIMENTO, Jéssica Alves do; OLIVEIRA, Mariana Menezes; QUEIROZ, Yasmin de Oliveira; SILVA, Michelle de Jesus. Recursos Hídricos. **Cadernos de Graduação- Ciências Exatas e Tecnológicas**, Sergipe, v. 15, n. 1, p. 67-73, out. 2012.

COSTA, Tailson Pires; PERIN, Ana Carolina da Motta. A Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil. **Revista do Curso de Direito**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 344-380, 31 dez. 2004. Instituto Metodista de Ensino Superior. <http://dx.doi.org/10.15603/2176-1094/rcd.v1n1p344-380>.

CRUZ, Jussara Cabral; TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Estimativa da Disponibilidade Hídrica Através da Curva de Permanência. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 111-124, jan. 2008.

DE GESTÃO AMBIENTAL. **Disciplinarum Scientia**, Santa Maria, v. 2, n. 13, p. 159-168, set. 2013.

DUMPE JUNIOR, Agris Laimonis. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) uma Análise de Indicadores para os Países da Rede Ibero-Americana de Prospectiva (Riber)**. 2016. 99 f. Dissertação (Mestrado em Administração), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Curso de Administração, São Paulo, 2016.

FERREIRA, Mateus de Paula; GARCIA, Mariana Silva Duarte. Saneamento básico: meio ambiente e dignidade humana. **Dignidade: Da natureza a Justiça Social: Desafios Sociambientais**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 3, p. 1-12, jan. 2017. Disponível em: <http://periodicos.puc-rio.br/index.php/dignidaderevista/article/view/393/274>. Acesso em: 02 dez. 2021.

FERREIRA, Sarah Malta; DEBEUS, Guilherme. Avaliação dos modelos de gestão ao longo da história em Portugal e Brasil: um olhar acerca das tendências internacionais nas políticas públicas hídricas. **Geografia em Atos (Online)**, [S.L.], v. 2, n. 9, p. 22- 43, 21 mar. 2019. Revista Geografia em Atos - Online. <http://dx.doi.org/10.35416/geoatos.v2i9.6341>.

GOTTSTEIN, Pauline. **Proposta de Uso de Indicadores de Sustentabilidade Hídrica como Subsídio para a Gestão de Recursos Hídricos**. 2020. 167 f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curso de Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Campo Mourão, 2020.

GUIMARÃES, Roberto Pereira; FEICHAS, Susana Arcangela Quacchia. Desafios na construção de indicadores de sustentabilidade. **Ambiente & Sociedade**, [S.L.], v. 12, n. 2, p. 307-323, dez. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1414-753x2009000200007>.

HANAI, Frederico Yuri. Indicadores de Sustentabilidade de Gestão Ambiental: Análise de Potencialidades, Limitações e Aplicabilidades no Processo de Gerenciamento da Água no Brasil. **Anais Eletrônico XIV IWRA World Water Congress**, Porto de Galinhas-PE, 2011.

HELFFER, Fernanda. **Demandas e disponibilidades hídricas da bacia hidrográfica do rio pardo (rs) nos cenários atual e futuro para diferentes sistemas de produção de arroz**. 2006. 249 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Porto Alegre, 2006.

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:

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>

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.

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.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos\\_restritos/files/documento/2020-07/mapa\\_fitogeografico\\_a3.pdf](http://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/mapa_fitogeografico_a3.pdf). Acesso em: 23 nov. 2021.

KRAMA, Márcia Regina. **Análise dos indicadores de desenvolvimento sustentável no brasil, usando a ferramenta painel de sustentabilidade**. 2008. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas), Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curso de Engenharia de Produção e Sistemas, Curitiba, 2008.

LACERDA, Cícero de Sousa; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. **Modelos de indicadores de sustentabilidade para gestão de recursos hídricos**. Campina Grande: Scielo, 2013. 19 p.

MENSAH, Justice. Sustainable development: meaning, history, principles, pillars, and implications for human action. **Cogent Social Sciences**, [S.L.], v. 5, n. 1, p. 1-21, 1 jan. 2019. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/23311886.2019.1653531>.

MESQUITA, Luís Fabio Gonçalves. Os comitês de bacias hidrográficas e o gerenciamento integrado na Política Nacional de Recursos Hídricos. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, [S.L.], v. 45, p. 56-80, 30 abr. 2018. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v45i0.47280>.

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](http://www.geografia.seed.pr.gov.br/arquivos/File/2012/atlas_geologico_parana.pdf). Acesso em: 24 nov. 2021.

MINERAIS DO PARANÁ S/A (MINEROPAR). **Atlas Geomorfológico Estado do Paraná**. Curitiba: MINEROPAR, 2001. 116 p.

NOSCHANG, Patrícia Grazziotin; SCHELEDER, Adriana Fasolo Pilati. A (in)sustentabilidade hídrica global e o direito humano à água. **Sequência: Estudos Jurídicos e Políticos**, [S.L.], v. 39, n. 79, p. 119-138, 14 nov. 2018. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/2177-7055.2018v39n79p119>.

PARANÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA). **Bacias Hidrográficas do Paraná**. Série Histórica. Curitiba: SEMA/PR, 2013. 140 p.

PIRES, Regis Aparecido de Souza. Caracterização da precipitação pluviométrica da bacia do rio piquiri - 1979 A 2012. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.L.], v. 23, n. 14, p. 327-342, 19 nov. 2018. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v23i0.59336>.

PORTO, Monica F. A.; PORTO, Rubem La Laina. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados**, [S.L.], v. 22, n. 63, p. 43-60, 2008. UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142008000200004>.

ROESLER, Marli Renate von Borstel. **Gestão Ambiental e Sustentabilidade: a dinâmica da hidrelétrica binacional de itaipu nos municípios lindeiros**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Curso em Ciências Ambientais, Cascavel: 2007.

SANTOS, Gesmar Rosa dos; KUWAJIMA, Julio Issao. ODS 6: Assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos. In: APLICADA, Instituto de Pesquisa Econômica. **Cadernos ODS**. Brasília: Livraria Ipea, 2019. p. 3-35. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/190524\\_cadernos\\_ODS\\_objetivo\\_6.pdf](https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/190524_cadernos_ODS_objetivo_6.pdf). Acesso em: 30 nov. 2021.

SEMA. Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. 2015. **Bacias hidrográficas do Paraná: série histórica**. SEMA, Curitiba [http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/corh/Revista\\_Bacias\\_Hidrograficas\\_do\\_Parana.pdf](http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/corh/Revista_Bacias_Hidrograficas_do_Parana.pdf).

SILVA, Carlos Henrique R. Tomé. **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável no brasil**. Senado Federal, Consultoria Legislativa. Brasília, p. 1-9. 2012.

SUBRAMANIAM, Mangala; WHITLOCK, David; WILLIFORD, Beth. Water crisis. **The Wiley-Blackwell Encyclopedia Of Globalization**, [S.L.], p. 1-4, 29 fev. 2012. John Wiley & Sons, Ltd. <http://dx.doi.org/10.1002/9780470670590.wbeog808>.

TRINDADE, Larissa de Lima; SCHEIBE, Luiz Fernando. Water management: constraints to and contributions of brazilian watershed management committees 1.



**Ambiente & Sociedade**, [S.L.], v. 22, p. 01-20, ago. 2019. FapUNIFESP (SciELO).  
<http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20160267r2vu2019l2ao>.

UNITED NATIONS (UN). **Indicators of sustainable development: Guidelines and Methodologies**. 3. ed. Ed. New York: NY, 2007. 93 p.

VANZELA, Luiz. S.; HERNANDEZ, Fernando B. T.; FRANCO, Renato A. M..  
Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras,  
Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina  
Grande, v. 14, n. 1, p. 56-64, 09 dez. 2021. Disponível em:  
<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/wYWM8Ws6jCnzYQrVvJx3fzJ/?format=pdf&lang=pt>.  
Acesso em: 02 dez. 2021.

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.

**APÊNDICE A- Dados dos parâmetros utilizados no cálculo do IQA**

Tabela A8: Dados dos parâmetros utilizados no cálculo do IQA na Estação Foz Cantu.

FOZ DO CANTU											
Data da Campanha	DBO/5 20 °C	Escherichia coli	Fósforo Total	Nitrogênio Total	Oxigênio Dissolvido	pH	Sólidos Dissolvidos Totais	Sólidos Suspensos Totais	Sólidos Totais	Temperatura da Água	Turbidez
	mg/L O <sub>2</sub>	NMP/100mL	mg/L P	mg/L N	mg/L O <sub>2</sub>	Unidade de pH	mg/L	mg/L	mg/L	°C	N.T.U.
21/11/2017	2	1100	0,072	0,68	9,12	5	65	18	83,00	20,8	44
10/12/2018	2	100	0,026	0,24	9,15	7,58	56	10	66,00	26,5	8,3
16/09/2019	2	100	0,006	0,27	8,03	8	20	5	25,00	26,6	3,1
20/08/2020	2	4400	0,25	1,2	6,42	7,2	62	130	192,00	16,6	124

Fonte: Aatoria Própria (2021).

Tabela A9: Dados dos parâmetros utilizados no cálculo do IQA na Estação Guampará.

GUAMPARÁ											
Data da Campanha	DBO/5 20 °C	Escherichia coli	Fósforo Total	Nitrogênio Total	Oxigênio Dissolvido	pH	Sólidos Dissolvidos Totais	Sólidos Suspensos Totais	Sólidos Totais	Temperatura da Água	Turbidez
	mg/L O <sub>2</sub>	NMP/100mL	mg/L P	mg/L N	mg/L O <sub>2</sub>	Unidade de pH	mg/L	mg/L	mg/L	°C	N.T.U.
21/11/2017	2	1100	0,072	0,68	9,12	5	65	18	83,00	20,8	44
10/12/2018	2	100	0,026	0,24	9,15	7,58	56	10	66,00	26,5	8,3
16/09/2019	2	100	0,006	0,27	8,03	8	20	5	25,00	26,6	3,1
20/08/2020	2	4400	0,25	1,2	6,42	7,2	62	130	192,00	16,6	124

Fonte: Aatoria Própria (2021).

Tabela A10: Dados dos parâmetros utilizados no cálculo do IQA na Estação Porto Carriel.

PORTO CARRIEL											
---------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Data da Campanha	DBO/5 20 °C	Escherichia coli	Fósforo Total	Nitrogênio Total	Oxigênio Dissolvido	pH	Sólidos Dissolvidos Totais	Sólidos Suspensos Totais	Sólidos Totais	Temperatura da Água	Turbidez
	mg/L O <sub>2</sub>	NMP/10 0mL	mg/L P	mg/L N	mg/L O <sub>2</sub>	Unidade de pH	mg/L	mg/L	mg/L	°C	N.T.U.
20/11/2017	2,1	8100	0,13	0,82	8,89	6,61	67	46	113,00	22,1	26
10/12/2018	2	100	0,018	0,19	8,16	7,21	48	2	50,00	27,9	3,7
16/09/2019	2	100	0,003	0,25	7,46	7,88	37	3	40,00	26,3	2,3
22/10/2020	2	100	0,017	0,36	6,94	7,6	42	2	44,00	27,5	2

Fonte: Autoria Própria (2021).

Tabela A11: Dados dos parâmetros utilizados no cálculo do IQA na Estação Porto Guarani.

PORTO GUARANI											
Data da Campanha	DBO/5 20 °C	Escherichia coli	Fósforo Total	Nitrogênio Total	Oxigênio Dissolvido	pH	Sólidos Dissolvidos Totais	Sólidos Suspensos Totais	Sólidos Totais	Temperatura da Água	Turbidez
	mg/L O <sub>2</sub>	NMP/100mL	mg/L P	mg/L N	mg/L O <sub>2</sub>	Unidade de pH	mg/L	mg/L	mg/L	°C	N.T.U.
23/11/2017	2	320	0,1	0,59	8,76	6,3	37	29	66,00	21,6	50
12/12/2018	2	100	0,027	0,35	7,9	6,83	57	2,6	59,60	28,7	5,2
10/12/2019	2	590	0,036	0,64	7,7	10,15	58	2	60,00	27,3	10
22/09/2020	1,6	210	0,028	0,85	7,88	7,78	44	6	50,00	24,7	7,8

Fonte: Autoria Própria (2021).

Tabela A12: Dados dos parâmetros utilizados no cálculo do IQA na Estação Balsa Santa Maria.

BALSA SANTA MARIA											
Data da Campanha	DBO/5 20 °C	Escherichia coli	Fósforo Total	Nitrogênio Total	Oxigênio Dissolvido	pH	Sólidos Dissolvidos Totais	Sólidos Suspensos Totais	Sólidos Totais	Temperatura da Água	Turbidez
	mg/L O <sub>2</sub>	NMP/100mL	mg/L P	mg/L N	mg/L O <sub>2</sub>	Unidade de pH	mg/L	mg/L	mg/L	°C	N.T.U.
30/11/2017	2	100	0,07	0,87	8,89	6,46	33	28	61,00	24,7	42
27/11/2018	2	68	0,055	0,9	8,27	6,76	53,00	19	72,00	26,7	35
11/09/2019	2	100	0,024	0,94	8,27	8,89	55	9	64,00	24,8	6,7
17/08/2020	1,9	100	0,076	1,1	8,05	7,4	25	20	45,00	20,2	16

Fonte: Autoria Própria (2021).

**APÊNDICE B - Área e população estimada por município da Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri**

Tabela A13: Área e população estimada por município da Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri.

<b>Município</b>	<b>População (Hab)</b>	<b>Área (Km<sup>2</sup>)</b>
Altamira do Paraná	1.682	386,945
Alto Piquiri	9.778	447,666
Anahy	2.788	102,895
Assis Chateaubriand	33.340	980,727
Boa Esperança	4.047	302,739
Braganey	5.382	343,321
Brasilândia do Sul	2.585	291,036
Cafelândia	18.456	271,724
Cafezal do Sul	4.009	335,392
Campina da Lagoa	14.043	796,614
Campo Bonito	3.763	433,832
Corbelia	17.117	529,137
Cruzeiro do Oeste	20.947	259,103
Diamante do Sul	3.424	347,233
Farol	3.041	289,232
Formosa do Oeste	6.460	275,712
Francisco Alves	5.993	321,898
Goioerê	28.808	564,163
Guaraniaçu	12.217	1.238,32
Ibema	6.370	145,446
Iguaraçu	4.440	164,983
Iporã	13.782	647,894
Iracema do Oeste	2.251	81,538
Janiópolis	5.095	335,65
Jesuítas	8.330	247,496
Juranda	7.292	354,364
Laranjal	5.784	559,439
Mamborê	13.014	788,061
Mariluz	10.336	433,17
Maripá	5.582	283,793
Marquinho	4.340	509,632
Mato Rico	3.206	394,533
Moreira Sales	12.042	353,772
Nova Aurora	10.299	474,011
Nova Cantu	5.061	555,488

---

Palmital	12.960	817,647
Palotina	32.121	651,238
Peboral	6.160	409,05
Perola	11.321	240,635
Quarto Centenário	4.465	321,875
Rancho Alegre do Oeste	2.628	241,386
Roncador	9.645	742,121
Santa Maria do Oeste	9.410	836,669
Tapejara	16.345	591,399
Tuneiras do Oeste	8.533	698,871
Tupãssi	8.109	299,769
Ubiratã	20.909	652,581
Umuarama	112.500	1.234,54
Xambrê	5.630	359,712

---

Fonte: Autoria Própria (2021).

**APÊNDICE C - Demandas de retirada de água por setor e por município nos anos de referências de 2017 e 2021 na Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri**



**Tabela A14: Demandas de retirada de água por setor e por município no ano de referências de 2017 na Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri**

<b>Demanda de retirada de água 2017</b>								
<b>Município</b>	<b>Abastecimento Urbano</b>	<b>Abastecimento Rural</b>	<b>Industria Transformação</b>	<b>Mineração</b>	<b>Geração Termétrica</b>	<b>Dessedentação Animal</b>	<b>Agricultura Irrigada</b>	<b>Total</b>
Altamira do Paraná	0,0029	0,0014	0,0009	0,0000	0,0000	0,0446	0,0005	0,0504
Alto Piquiri	0,0134	0,0018	0,0028			0,0096	0,0021	0,0296
Anahy	0,0037	0,0007	0,0000			0,0073	0,0001	0,0118
Assis Chateaubriand	0,0686	0,0035	0,0076			0,0328	0,0055	0,1179
Boa Esperança	0,0053	0,0019	0,0000			0,0035	0,0001	0,0108
Braganey	0,0059	0,0022	0,0002			0,0178	0,0028	0,0288
Brasilândia do Sul	0,0033	0,0009	0,0001			0,0041	0,0106	0,0190
Cafelândia	0,0260	0,0023	0,1702			0,0343	0,0004	0,2332
Cafezal do Sul	0,0055	0,0009	0,0012			0,0247	0,0056	0,0378
Campina da Lagoa	0,0246	0,0024	0,0009			0,0468	0,0003	0,0750
Campo Bonito	0,0033	0,0016	0,0001			0,0214	0,0004	0,0268
Corbelia	0,0287	0,0022	0,0015	0,0001		0,0204	0,0014	0,0544
Cruzeiro do Oeste	0,0341	0,0025	0,0383	0,0000		0,0433	0,0285	0,1467
Diamante do Sul	0,0023	0,0021				0,0277	0,0001	0,0322
Farol	0,0033	0,0014				0,0060		0,0106
Formosa do Oeste	0,0105	0,0023	0,0006			0,0368	0,0003	0,0504
Francisco Alves	0,0075	0,0021	0,0009			0,0207	0,0005	0,0317
Goioerê	0,0505	0,0035	0,0067			0,0143	0,0604	0,1354
Guaraniaçu	0,0134	0,0065	0,0011	0,0001		0,1205	0,0012	0,1429
Ibema	0,0073	0,0011	0,0041			0,0113	0,0003	0,0240
Iguaraçu	0,0100	0,0004	0,0025	0,0000		0,0105	0,0311	0,0545
Iporã	0,0205	0,0030	0,0215			0,0427	0,0030	0,0908
Iracema do Oeste	0,0038	0,0005	0,0000			0,0031	0,0000	0,0075
Janiópolis	0,0064	0,0022	0,0008			0,0135	0,0001	0,0229
Jesuitas	0,0133	0,0026	0,0014	0,0000		0,0291	0,0035	0,0499
Juranda	0,0101	0,0017	0,0002			0,0043	0,0001	0,0163
Laranjal	0,0033	0,0039	0,0003			0,0585	0,0005	0,0665

Mamborê	0,0155	0,0051	0,0008			0,0179	0,0005	0,0398
Mariluz	0,0163	0,0019	0,0007			0,0123	0,0050	0,0362
Maripá	0,0074	0,0024	0,0076	0,0001		0,0411	0,0001	0,0587
Marquinho	0,0006	0,0049	0,0001			0,0430		0,0486
Mato Rico	0,0021	0,0024				0,0232		0,0276
Moreira Sales	0,0162	0,0022	0,2035	0,0001		0,0237	0,0062	0,2519
Nova Aurora	0,0192	0,0025	0,0115			0,0337	0,0024	0,0693
Nova Cantu	0,0059	0,0030	0,0005			0,0373	0,0002	0,0469
<b>Município</b>	<b>Abastecimento Urbano</b>	<b>Abastecimento Rural</b>	<b>Industria Transformação</b>	<b>Mineração</b>	<b>Geração Termétrica</b>	<b>Dessedentação Animal</b>	<b>Agricultura Irrigada</b>	<b>Total</b>
Palmital	0,0108	0,0071	0,0013			0,0914	0,0001	0,1106
Palotina	0,0590	0,0039	0,1334	0,0001		0,0707	0,0746	0,3418
Perobal	0,0053	0,0029	0,0233			0,0227	0,0058	0,0600
Perola	0,0167	0,0020	0,0185			0,0309	0,0005	0,0686
Quarto Centenário	0,0056	0,0017	0,0008			0,0064	0,0288	0,0433
Rancho Alegre do Oeste	0,0035	0,0005	0,0007			0,0038	0,0021	0,0106
Roncador	0,0115	0,0036	0,0004			0,0318	0,0010	0,0483
Santa Maria do Oeste	0,0048	0,0081	0,0009			0,0536	0,0003	0,0678
Tapejara	0,0234	0,0012	0,4647	0,0000		0,0322	0,0144	0,5359
Tuneiras do Oeste	0,0092	0,0025	0,0052			0,0383	0,0187	0,0739
Tupãssi	0,0213	0,0016	0,0021			0,0232	0,0001	0,0483
Ubiratã	0,0337	0,0028	0,0738	0,0001		0,0195	0,0055	0,1353
Umuarama	0,2031	0,0066	0,2083			0,0881	0,0625	0,5686
Xambê	0,0037	0,0043	0,0026			0,0348	0,0186	0,0639
<b>Total</b>	<b>0,8825</b>	<b>0,1307</b>	<b>1,4246</b>	<b>0,0005</b>	<b>0</b>	<b>1,4890</b>	<b>0,4065</b>	<b>4,3337</b>

Fonte: Autoria Própria (2021).

Tabela A15: Demandas de retirada de água por setor e por município no ano de referências de 2019 na Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri.

Demanda de retirada de água 2021								
<b>Município</b>	<b>Abastecimento Urbano</b>	<b>Abastecimento Rural</b>	<b>Industria Transformação</b>	<b>Mineração</b>	<b>Geração Termétrica</b>	<b>Dessedentação Animal</b>	<b>Agricultura Irrigada</b>	<b>Total</b>
Altamira do Paraná	0,0025	0,0012	0,0012			0,0451	0,0005	0,0504
Alto Piquiri	0,0129	0,0015	0,0033			0,0112	0,0021	0,0309
Anahy	0,0036	0,0007	0,0000			0,0077	0,0001	0,0121
Assis Chateaubriand	0,0675	0,0028	0,0089			0,0401	0,0055	0,1249
Boa Esperança	0,0050	0,0016	0,0000			0,0037	0,0001	0,0104

Município	Abastecimento Urbano	Abastecimento Rural	Industria Transformação	Mineração	Geração Termétrica	Dessedentação Animal	Agricultura Irrigada	Total
Braganey	0,0057	0,0019	0,0002			0,0196	0,0028	0,0302
Brasilândia do Sul	0,0030	0,0007	0,0001			0,0048	0,0109	0,0195
Cafelândia	0,0296	0,0023	0,1988			0,0390	0,0004	0,2701
Cafezal do Sul	0,0052	0,0007	0,0014			0,0251	0,0056	0,0380
Campina da Lagoa	0,0231	0,0019	0,0010			0,0464	0,0003	0,0727
Campo Bonito	0,0031	0,0014	0,0001			0,0240	0,0004	0,0289
Corbelia	0,0289	0,0019	0,0018	0,0001		0,0228	0,0014	0,0570
Cruzeiro do Oeste	0,0062	0,0010	0,0009			0,0157	0,0294	0,0533
Diamante do Sul	0,0024	0,0018				0,0296	0,0001	0,0339
Farol	0,0031	0,0012				0,0069		0,0111
Formosa do Oeste	0,0098	0,0019	0,0006			0,0451	0,0002	0,0575
Francisco Alves	0,0072	0,0018	0,0010			0,0232	0,0005	0,0336
Goioerê	0,0493	0,0030	0,0070			0,0183	0,0625	0,1401
Guaraniaçu	0,0125	0,0053	0,0013	0,0001		0,1339	0,0012	0,1543
Ibema	0,0074	0,0009	0,0048			0,0129	0,0003	0,0263
Iguaraçu	0,0104	0,0004	0,0025	0,0000		0,0127	0,0323	0,0583
Iporã	0,0192	0,0026	0,0273			0,0439	0,0031	0,0961
Iracema do Oeste	0,0035	0,0004	0,0001			0,0040	0,0000	0,0079
Janiópolis	0,0058	0,0017	0,0009			0,0138	0,0001	0,0223
Jesuitas	0,0128	0,0021	0,0017	0,0000		0,0372	0,0036	0,0574
Juranda	0,0097	0,0014	0,0002			0,0056	0,0001	0,0170
Laranjal	0,0034	0,0031	0,0003			0,0733	0,0005	0,0807
Mamborê	0,0149	0,0044	0,0010			0,0215	0,0005	0,0423
Mariluz	0,0160	0,0017	0,0009			0,0127	0,0050	0,0363
Maripá	0,0075	0,0021	0,0088	0,0002		0,0518	0,0001	0,0705
Marquinho	0,0006	0,0044	0,0001			0,0531		0,0582
Mato Rico	0,0022	0,0018				0,0292	0,0004	0,0336
Moreira Sales	0,0158	0,0017	0,2602	0,0001		0,0257	0,0062	0,3096
Nova Aurora	0,0176	0,0020	0,0135			0,0399	0,0024	0,0755
Nova Cantu	0,0051	0,0025	0,0006			0,0386	0,0002	0,0471
Palmital	0,0104	0,0058	0,0013			0,1125	0,0001	0,1301
Palotina	0,0619	0,0034	0,1560	0,0002		0,0818	0,0893	0,3926
Perobal	0,0056	0,0028	0,0264			0,0238	0,0058	0,0643
Perola	0,0177	0,0017	0,0209			0,0323	0,0005	0,0731
Quarto Centenário	0,0055	0,0014	0,0008			0,0098	0,0298	0,0473
Rancho Alegre do Oeste	0,0032	0,0005	0,0009			0,0050	0,0022	0,0118
Roncador	0,0108	0,0028	0,0004			0,0391	0,0010	0,0540
Santa Maria do Oeste	0,0047	0,0066	0,0009			0,0686	0,0003	0,0812
Tapejara	0,0243	0,0011	0,5943	0,0000		0,0334	0,0145	0,6676
Tuneiras do Oeste	0,0091	0,0022	0,0059			0,0403	0,0188	0,0762

Tupãssi	0,0210	0,0015	0,0025			0,0311	0,0001	0,0561
Ubiratã	0,0324	0,0023	0,0942	0,0002		0,0268	0,0057	0,1616
Umuarama	0,2118	0,0052	0,2633			0,0919	0,0636	0,6358
<b>Município</b>	<b>Abastecimento Urbano</b>	<b>Abastecimento Rural</b>	<b>Industria Transformação</b>	<b>Mineração</b>	<b>Geração Termétrica</b>	<b>Dessedentação Animal</b>	<b>Agricultura Irrigada</b>	<b>Total</b>
Xambrê	0,0037	0,0038	0,0031			0,0355	0,0186	0,0646
<b>TOTAL</b>	<b>0,8543</b>	<b>0,1089</b>	<b>1,7212</b>	<b>0,0009</b>		<b>1,6700</b>	<b>0,4290</b>	<b>4,7844</b>

Fonte: Autoria Própria (2021).

**APÊNDICE D - Resultado por municípios dos indicadores da Dimensão de Eficiência do Uso da Água, obtidos no SNIS para os anos de referências de 2017 e 2019, na Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri**

**Tabela A16: Resultado por municípios dos indicadores da Dimensão de Eficiência do Uso da Água para o ano de referências de 2017 na bacia hidrográfica do rio Piquiri.**

<b>Município</b>	<b>Atendimento de Água (%) (IN055_AE)</b>	<b>Coleta de Esgoto (%) (IN015_AE)</b>	<b>Atendimento de Esgoto (%) (IN056_AE)</b>	<b>Perda de água na rede (%) (IN049_AE)</b>
Altamira do Paraná	92,27	4,32	23,17	24,93
Alto Piquiri	99,98	54,06	56,37	15,92
Anahy	93,69			35,21
Assis Chateaubriand	99,99	35,42	35,1	26,92
Boa Esperança	98,45			24,88
Braganey	82,63			24,64
Brasilândia do Sul	99,97			18,23
Cafelândia	99,99	78,22	85,76	26,44
Cafezal do Sul	99,98			12,9
Campina da Lagoa	99,99			22,96
Campo Bonito	74,92			16,15
Corbelia	99,99	46,83	46,9	28,61
Cruzeiro do Oeste	99,99	70,19	69,51	12,32
Diamante do Sul	50,72			13,33
Farol	74,3			24,43
Formosa do Oeste	89,06			18,16
Francisco Alves	99,98			13,85
Goioerê	99,99	52,92	51,27	28,29
Guaraniaçu	70,41	50,42	33,23	29,91
Ibema	99,98			22,07
Iguaraçu	100			24,32
Iporã	99,99	37,21	36,18	15,87
Iracema do Oeste	91,71			26,43
Janiópolis	99,98			20,68
Jesuitas	95,07			26,54
Juranda	99,99			12,85
Laranjal	44,71			14,91
Mamborê	91,63	69,61	60,59	22,72
Mariluz	99,88	48,15	45,95	1,82
Maripá	83,95			25,04
Marquinho	39,47			6,35
Mato Rico	50,2			38,64
Moreira Sales	94,17			20,12
Nova Aurora	99,98	51,76	56,17	27,6
Nova Cantu	83,4			28,98

Palmital	72,79	28,33	19,91	4,78
Palotina	99,99	60,67	70,7	27,3
<b>Município</b>	<b>Atendimento de Água (%) (IN055_AE)</b>	<b>Coleta de Esgoto (%) (IN015_AE)</b>	<b>Atendimento de Esgoto (%) (IN056_AE)</b>	<b>Perda de água na rede (%) (IN049_AE)</b>
Perobal	99,98			17,26
Perola	99,98			14,17
Quarto Centenário	80,48			21,23
Rancho Alegre do Oeste	99,97			37,81
Roncador	87,56			16,56
Santa Maria do Oeste	39,18			21,71
Tapejara	98,48	85,38	84,09	5,20
Tuneiras do Oeste	68,7	20,81	14,16	17,85
Tupãssi	99,9			3,75
Ubiratã	99,99	33,70	37,54	24,23
Umuarama	99,99	90,92	98,73	20,51
Xambê	86,50	47,13	43,66	11,89
<b>Total</b>	<b>57,37</b>	<b>23,03</b>	<b>48,45</b>	<b>15,69</b>

Fonte: Autoria Própria (2021).

Tabela A17: Resultado por municípios dos indicadores da Dimensão de Eficiência do Uso da Água para o ano de referências de 2019 na bacia hidrográfica do rio Piquiri.

Município	Atendimento de Água (%) (IN055_AE)	Coleta de Esgoto (%) (IN015_AE)	Atendimento de Esgoto (%) (IN056_AE)	Perda de água na rede (%) (IN049_AE)
Altamira do Paraná	99,95	31,64	43,87	28,88
Alto Piquiri	99,99	55,19	58,87	16,04
Anahy	99,96			27,68
Assis	99,99	36,03	39,98	29,63
Chateaubriand	99,98			22,18
Boa Esperança	86,77			31,02
Braganey	99,96			16,58
Brasilândia do Sul	99,99	81,97	90,91	20,96
Cafelândia	99,98			12,27
Cafezal do Sul	99,99			21,93
Campina da Lagoa	84,16			18,05
Campo Bonito	99,99	58,77	62,95	18,23
Corbelia	99,99	70,98	74,17	18,85
Cruzeiro do Oeste	54,84			17,03
Diamante do Sul	79,73			28,49
Farol	99,98			17,31
Formosa do Oeste	99,98	15,52	39,5	13,36
Francisco Alves				

Goioerê	99,99	53,16	56,38	26,25
Guaraniaçu	78,84	51,32	38,03	24,79
Município	Atendimento de Água (%)(IN055_AE)	Coleta de Esgoto (%)(IN015_AE)	Atendimento de Esgoto (%)(IN056_AE)	Perda de água na rede (%)(IN049_AE)
Ibema	99,98			20,69
Iguaraçu				
Iracema do Oeste	99,96			29,05
Janiópolis	99,98			28,16
Jesuitas	99,99			24,09
Juranda	99,99			13,16
Laranjal	49,81			12,34
Mamborê	99,42	72,49	71,5	22,05
Mariluz	99,95	48,39	47,27	0,71
Maripá	89,93			18,48
Marquinho	45,74			10,01
Mato Rico	56,75			37,02
Moreira Sales	99,98	9,9	16,71	20,33
Nova Aurora	99,98	52	62,94	29,88
Nova Cantu	99,98			22,88
Palmital	81,04	28,36	22,88	11,4
Palotina	99,99	60,94	74,84	26,86
Perobal	99,98	13,41	18,74	18,88
Perola	99,98			13,89
Quarto Centenário	87,46			20,64
Rancho Alegre do Oeste	99,96			24,65
Roncador	98,96			14,51
Santa Maria do Oeste	46,05			22,84
Tapejara	100	89,1	83,8	10,19
Tuneiras do Oeste	68,69	40,52	42,9	19,65
Tupãssi	100			0,1
Ubiratã	99,99	34,57	44,82	24,34
Umuarama	99,99	92,11	99,99	21,77
Xambrê	93,75	54,77	48,72	15,54
MEDIA	91,69	49,67	53,59	19,93

Fonte: Autoria Própria (2021).