

Aplicação de indicadores de sustentabilidade hídrica na bacia hidrográfica do Rio das Cinzas do estado do Paraná

RESUMO

Talles Neves de Toffoli
tallesndt@gmail.com
Universidade Estadual de Ponta Grossa.
Ponta Grossa. Paraná. Brasil.

Valdemir Antoneli
vaantoneli@gmail.com
Universidade Estadual do Centro Oeste.
Itati. Paraná. Brasil.

A ação antrópica sobre a biosfera é caracterizada pela alteração na sua estrutura e dinâmica. Devido a essa interferência progressiva e crescente, a apreensão sobre o meio ambiente e seus recursos naturais têm se tornado mais evidente, principalmente sobre os recursos hídricos. A fim de promover uma gestão sustentável dos recursos hídricos, podem ser utilizados indicadores. O uso desses se propõe ao desenvolvimento, mas sob um enfoque integrador, considerando as dimensões sociais, ambientais e econômicas, para a consolidação de uma sociedade sustentável. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a sustentabilidade hídrica, por meio da aplicação de indicadores, na bacia hidrográfica do Rio das Cinzas, constituinte da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - Norte Pioneiro. A avaliação da sustentabilidade hídrica foi realizada por meio de metodologia proposta por Gottstein (2020), em que agrupa indicadores em três dimensões, considerando aspectos de uso e gestão de recursos hídricos. Os dados, em suma, demonstram que a potencialidade da bacia está subutilizada, e que a disponibilidade de recursos hídricos parece ser adequada para atender à demanda atual, sugerindo uma situação relativamente confortável em termos de disponibilidade de água; entretanto, evidencia-se deficiências no uso eficiente da água na bacia hidrográfica do Rio das Cinzas.

PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento sustentável. Gestão sustentável. Gestão pública. Unidade hidrográfica de gerenciamento de recursos hídricos.

1 INTRODUÇÃO

O acesso à água é essencial a manutenção da vida dos seres vivos; tal recurso é utilizado pelos seres humanos para atender suas necessidades básicas, assim como para o desenvolvimento de suas atividades econômicas, culturais e de lazer, e ainda, como um recurso de extrema importância para o equilíbrio do meio ambiente como um todo.

Nota-se que a apreensão sobre o meio ambiente e seus recursos naturais têm se tornado mais evidente, principalmente sobre os recursos hídricos, visto que esse recurso é utilizado para diversos fins, cada qual com suas peculiaridades, com aspectos ligados à quantidade ou à qualidade (TUNDISI, 2006; TUCCI, 2008; QUADRA et al., 2019; NAYAR, 2020; ALEXAKIS, 2021; MA'ARFI et al., 2021).

Ferreira, Lima e Corrêa (2020), por exemplo, advertem quanto ao uso insustentável dos recursos hídricos, em que projeções indicam o uso/consumo futuro não será suprido por esses. Em razão disso, a água, tal como recurso hídrico, se torna um desafio de desenvolvimento sustentável, uma vez que compreende os âmbitos ambiental, econômico e social. Segundo Sun et al. (2016) e Gottstein (2020), é essencial contemplar uma visão integrada da água, uma vez que pode agregar aspectos sociais, econômicos, ambientais e institucionais a todos os processos de gestão, contribuindo para entender a evolução do sistema hídrico e suas influências.

Assim, é necessária uma gestão que se encaminhe para a eficiência dos recursos hídricos, visando planejamento, implantação e acompanhamento de políticas que tenham como objetivo uso racional desses e ao ordenamento das intervenções no meio ambiente (RAUBER; CRUZ, 2013; KEMERICH; RITTER; BORBA, 2014; BRANCHI, 2022).

A fim de promover uma gestão sustentável dos recursos hídricos, podem ser utilizados indicadores. O uso desses se propõe ao desenvolvimento, mas sob um enfoque integrador, considerando as dimensões sociais, ambientais e econômicas, para a consolidação de uma sociedade sustentável (KEMERICH; RITTER; BORBA, 2014; BUTT, 2018).

Segundo Covalski (2021), os indicadores, aplicados na 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; dado que, há dificuldade em identificar ações que possam melhorar a gestão desses ao avaliar critérios de desempenho isoladamente (VIEIRA; SANDOVAL-SOLIS, 2018).

Observa-se na literatura a proposição, bem como a aplicação de diferentes métodos de indicadores de sustentabilidade, a fim de avaliar e recomendar práticas sustentáveis de gestão hídrica em bacias hidrográficas (CARVALHO et al., 2011; JUWANA; MUTTIL; PERERA, 2012; KEMERICH et al., 2013; CARVALHO et al., 2015; TEIXEIRA JÚNIOR, 2016; MAYNARD; CRUZ; GOMES, 2017; ROCHA, 2017; GOTTSTEIN, 2020; COVALSKI, 2021; RODRIGUES et al., 2021).

A aplicação de indicadores de sustentabilidade frente aos recursos hídricos se torna imprescindível, pois podem auxiliar na adequada gestão dos mesmos, dado que os indicadores são parâmetros que indicam as condições que os recursos hídricos se encontram em uma unidade geopolítica, bem como o estado de gestão desses (GOTTSTEIN, 2020; COVALSKI, 2021; BRANCHI, 2022).

Em vista das informações apresentadas, o presente estudo teve como objetivo avaliar a sustentabilidade hídrica, por meio da aplicação de indicadores, na bacia hidrográfica do Rio das Cinzas, do estado do Paraná, com intenção de fornecer parâmetros para embasar políticas de gestão sustentável dos recursos hídricos.

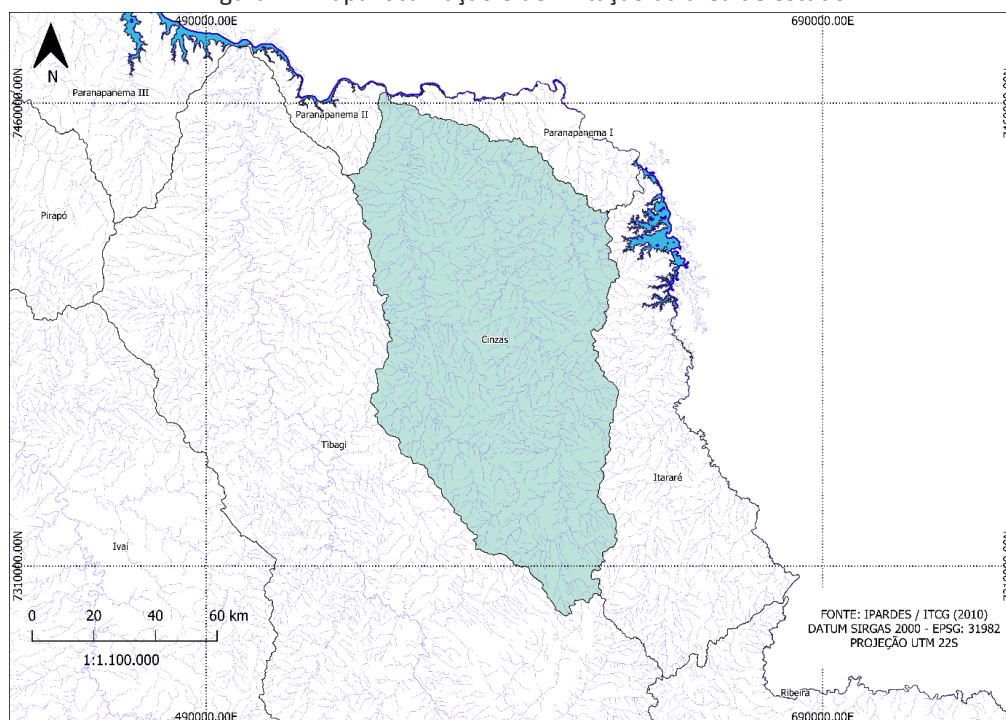
2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do Rio das Cinzas (Figura 1) abrange uma área de 9.612,78 km² (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2024).

A bacia hidrográfica do Rio das Cinzas, tem como constituintes os seguintes municípios do estado do Paraná: Abatiá, Andirá, Arapoti, Bandeirantes, Barra do Jacaré, Carlópolis, Congonhinhas, Conselheiro Mairinck, Cornélio Procópio, Curiúva, Figueira, Guapirama, Ibaiti, Itambaracá, Jaboti, Jacarezinho, Jaguariaíva, Japira, Joaquim Távora, Jundiá do Sul, Nova Fátima, Pinhalão, Piraí do Sul, Quatiguá, Ribeirão Claro, Ribeirão do Pinhal, Santa Amélia, Santa Mariana, Santo Antônio da Platina, Sapopema, Siqueira Campos, Tomazina, Ventania, Wenceslau Braz.

Figura 1 - Mapa localização e delimitação da área de estudo.



Fonte: Autoria própria (2024).

Compatibilizou-se, a fim de aplicar a metodologia proposta, o limite hidrográfico com os limites político-administrativos. Assim, a avaliação considerou os municípios pertencentes à bacia hidrográfica, com áreas totalmente inseridas em seus limites. Em caso um município se apresente em duas ou mais bacias, aplicou-se o critério adotado pelo Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (2017), sendo esse incluído na bacia na qual apresentar a sede

municipal do município e, quando sobre divisas, considerou-se a bacia com o maior contingente de população na área.

2.2 Avaliação da sustentabilidade hídrica

A avaliação da sustentabilidade hídrica na bacia hidrográfica do Rio das Cinzas foi realizada por meio de metodologia proposta por Gottstein (2020), em que agrupa indicadores em três dimensões (Tabela 1) considerando aspectos de uso e gestão de recursos hídricos.

Tabela 1 - Descrição das dimensões e dos indicadores que compõem a proposta.

Dimensão	Indicador	Descrição
Potencialidade, disponibilidade e demanda	Ativação das potencialidades	Razão entre a disponibilidade e a potencialidade
	Utilização das potencialidades	Razão entre a demanda atual e a potencialidade
	Utilização das disponibilidades	Razão entre a demanda atual e a disponibilidade
	Qualidade da água	Percentual de atendimento aos padrões de qualidade através do Índice de Qualidade da Água - IQA
Desempenho do sistema de gerenciamento de recursos hídricos	Comitês de bacias hidrográficas	Existência, composição e disponibilização de informações
	Plano de recursos hídricos	Existência, conteúdo e articulação
	Outorga	Critérios de implementação e disponibilização de informações
	Cobrança	Existência e plano de aplicação dos recursos
	Enquadramento	Existência e implementação
Eficiência do uso da água	Sistema de informações sobre recursos hídricos	Existência, produção e divulgação de dados
	Atendimento de água	Percentual da população total atendida com abastecimento de água em relação a população total
	Coleta de esgoto	Percentual do volume de esgotos coletados em relação ao volume de água tratada exportada
	Atendimento de esgoto	Percentual da população total atendida com esgotamento sanitário em relação a população total
	Perdas de água na rede	Percentual de perdas na distribuição

Fonte: Adaptado de Gottstein (2020).

Os indicadores de potencialidade, disponibilidade e demanda compõe informações quanto às pressões exercidas sobre os recursos hídricos na bacia, bem como a disponibilidade e a qualidade da água; os relacionados ao desempenho do sistema de gerenciamento de recursos hídricos correspondem a resposta dos usuários, da sociedade civil organizada e dos órgãos públicos aos impactos do modelo de desenvolvimento; e, os indicadores de eficiência do uso da água agregam tanto o impacto do modelo de desenvolvimento adotado sobre a sociedade e sobre a bacia, quanto o efeito das ações de resposta desencadeadas.

O aspecto geral da sustentabilidade hídrica será dado por graus (Tabela 2), sendo esses qualitativos, variando de acordo com a média dos valores obtidos nos agrupamentos de indicadores, ou seja, em cada dimensão, conforme Tabela 1.

Tabela 2 - Escalas globais para os indicadores que compõem a proposta.

Grau	Escalas globais para os indicadores
Muito alto	$\bar{X} > 0,90$
Alto	$0,70 < \bar{X} \leq 0,90$
Médio	$0,50 < \bar{X} \leq 0,70$
Baixo	$0,25 < \bar{X} \leq 0,50$
Muito baixo	$\bar{X} \leq 0,25$

Fonte: Adaptado de Gottstein (2020).

2.2.1 Dimensão de potencialidade, disponibilidade e demanda hídrica

A avaliação dos índices que compõe a dimensão de potencialidade, disponibilidade e demanda hídrica se deu conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Dados utilizados na composição dos indicadores da dimensão de potencialidade, disponibilidade e demanda hídrica.

Indicador	Descrição	Referência
Ativação das potencialidades	Razão entre a disponibilidade e a potencialidade	Disponibilidade ¹ - Vazão outorgável de 50% da Q _{95%} ; Potencialidade ¹ - Vazão média de longo período (Q _{mlp})
Utilização das potencialidades	Razão entre a demanda atual e a potencialidade	Demanda atual ² - Água captada para usos; Potencialidade ¹ - Vazão média de longo período (Q _{mlp})
Utilização das disponibilidades	Razão entre a demanda atual e a disponibilidade	Demanda atual ² - Água captada para usos; Disponibilidade ¹ - Vazão outorgável de 50% da Q _{95%}
Qualidade de água	Percentual de atendimento aos padrões de qualidade do Índice de Qualidade da Água - IQA	Parâmetros do Índice de Qualidade da Água - IQA ^{3,4}

¹ Agência Nacional de Águas (2018); ² Agência Nacional de Águas (2019); ³ Companhia Ambiental do Estado De São Paulo (2019); ⁴ Instituto Água e Terra (2010).

Fonte: Adaptado de Gottstein (2020).

Foram selecionadas as estações fluviométricas mais representativas da bacia hidrográfica e com disponibilidade de dados para os parâmetros analisados, sendo coletadas as informações disponibilizadas na plataforma do Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb), da Agência Nacional de Águas - ANA (2018).

Adotou-se como critério de análise dos dados disponibilidade e potencialidade hídrica, a existência de série histórica de vazões com mínimo de 30 (trinta) anos de dados, sendo descartados os meses que apresentaram mais de 10% de falhas, conforme Gottstein (2020).

A vazão utilizada nesse estudo foi a Q_{95%} (vazão que está presente no rio durante, pelo menos, 95% do tempo), a qual o Instituto Água e Terra - IAT, órgão ambiental do estado do Paraná, considera como vazão outorgável 50% da Q_{95%}; essa, por sua vez, foi obtida utilizando curvas de permanência, por meio do software SisCAH 1.0.

Indica-se, conforme metodologia proposta por Gottstein (2020), que não foram considerados os recursos hídricos subterrâneos, devido já contribuírem aos corpos hídricos superficiais.

A potencialidade foi estimada a partir dos deflúvios médios, calculados das vazões médias dos postos fluviométricos. As séries históricas foram importadas para o software SisCAH 1.0, que retornou os valores de vazão média de longo período (Qmlp) (GOTTSTEIN, 2020).

O Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos - SNIRH da Agência Nacional das Águas foi utilizado para obter os dados das demandas hídricas (2017 e 2021) de abastecimento humano (rural e urbano), indústria de transformação, mineração, geração termoeletrica, dessedentação de animais e agricultura irrigada, conforme metodologia apresentada no Manual de Usos Consuntivos de Água (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2019).

Gottstein (2020) destaca que usos da água como a navegação, a pesca, o turismo e o lazer não afetam diretamente a quantidade de água local, embora dela dependem; logo, não foram considerados.

O atendimento aos padrões de qualidade da água, se deu por meio do Índice de Qualidade da Água - IQA, sendo os parâmetros componentes do índice: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica do oxigênio, temperatura, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e sólidos totais. Tem-se um peso atribuído para cada parâmetro, em que somatória deve ser sempre igual a um, sendo consideradas as curvas médias de variação da qualidade da água, de acordo com o estado ou a condição de cada parâmetro.

Conforme metodologia proposta por Gottstein (2020), para o cálculo e análise o IQA, foram consideradas as seguintes condições:

- a) Estações em operações, pertencentes a rede hidrometeorológica nacional;
- b) Estações com dados disponíveis para os nove parâmetros que compõem o índice;
- c) Estações com dados de coleta disponíveis para quatro amostras, referente ao período de 2017 a 2021. Em caso mais de uma coleta para um ano do período, calculou-se a média dos valores obtidos nas coletas. Ante a inexistência do total de coletas dentro do período de referência, foram consideradas as amostras disponíveis, perfazendo um total de quatro amostras por estação;
- d) Valores Escherichia coli, aplicando um fator de correção de 1,25 para o uso da mesma curva de qualidade, em caso de ausência de valores de coliformes termotolerantes;
- e) Somatório 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.

O Índice de Qualidade da Água - IQA foi avaliado pelo 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 é o Índice de Qualidade da Água, q_i é a qualidade do i -ésimo parâmetro (obtido da respectiva curva média de variação de qualidade em função da sua concentração ou medida), w_i é o peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, e n é o número de variáveis envolvidas no cálculo do IQA.

Utilizou-se as informações presentes em sete estações fluviométricas distribuídas espacialmente na bacia hidrográfica do Rio das Cinzas, para o cálculo do IQA, sendo realizada uma média anual por estação e, posteriormente, obtidas as médias por unidade hidrográfica.

Após o cálculo do IQA, conforme Equação 1, os valores foram normalizados por meio da Equação 2 para adequação do valor obtido com os demais índices componentes a presente dimensão.

$$E_i = \frac{I_M - I_i}{I_M - I_m} \quad (2)$$

Em que, E_i é o valor para o indicador i ; I_M é o maior valor possível para o indicador i ; I_m é o menor valor possível para o indicador i ; I_i é o valor calculado para o indicador i , com base nas condições da bacia hidrográfica considerada.

Dessarte, a partir dos valores determinados, verificou-se o grau do Índice de Qualidade da Água, conforme Tabela 4.

Tabela 4 - Classificação do Índice de Qualidade da Água - IQA.

Grau	Classe (%)	Classe normalizada ¹
Ótima	$70 < IQA \leq 90$	$IQA > 0,90$
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	$IQA \leq 25$	$IQA \leq 0,25$

1 Ponderação por meio da Equação 2 para normalização do valor do indicador.

Fonte: Adaptado de Gottstein (2020).

2.2.2 Dimensão de desempenho do sistema de gerenciamento de recursos hídricos

Os indicadores relacionados a dimensão de desempenho do sistema de gerenciamento de recursos hídricos têm caráter qualitativo, e foram obtidos a partir de consulta aos endereços eletrônicos dos órgãos públicos responsáveis pela gestão dos recursos hídricos no estado do Paraná, sendo determinados pela média do somatório dos valores definidos para os quesitos (Tabela 5).

A natureza qualitativa da dimensão tem como objetivo refletir sobre o acesso da sociedade às informações relacionadas à aplicação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos, assim como a percepção da atuação dos entes envolvidos no mencionado processo de gestão.

Tabela 5 - Quesitos e pontuações estabelecidas para avaliação dos indicadores da dimensão de desempenho do sistema de gerenciamento de recursos hídricos.

Indicador	Quesito	Valor
Comitê de bacia hidrográfica	Nenhuma ação no sentido de criação do comitê na bacia	0
	Existência de Decreto de criação do comitê de bacia hidrográfica	0,25
	Existência de informações sobre composição do comitê, contendo: entidades, membros, mandatos e informações de contato	0,25
	Composição do comitê de bacia hidrográfica de acordo com o estabelecido no Art. 8 da Resolução nº 5/2000 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos	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 ou elaboração de plano de recursos hídricos da bacia em análise pelo comitê de bacia hidrográfica	0,25
	Plano de recursos hídricos da bacia aprovado pelo comitê de bacia hidrográfica	0,40
	O plano de recursos hídricos da bacia contempla os requisitos mínimos apontados no Art. 7 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
	Sistema de cadastro de outorgas e usuários, disponibilizando informações sobre volumes outorgados	0,25
	Definição de critérios e normas 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, aprovado pelo comitê de bacia hidrográfica e conselho de recursos hídricos	0,25
	Implementados critérios e normas para outorga, estabelecidos pela agência de águas	0,25
	Implementados critérios para os usos considerados insignificantes e não sujeitos a outorga, estabelecidos pela agência de águas	0,25
Cobrança	Nenhuma ação no sentido de implantação da cobrança na bacia	0
	Proposta ou elaboração de cobrança em análise pelo comitê de bacia	0,25
	Cobrança aprovada pelo comitê de bacia hidrográfica	0,40
	Cobrança aprovada pelo conselho de recursos hídricos	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 ou elaboração de enquadramento em análise pelo comitê de bacia hidrográfica	0,25
	Enquadramento aprovado pelo comitê de bacia hidrográfica	0,40
	Enquadramento aprovado pelo conselho de recursos hídricos	0,30
	Definição de classes de corpos de água em dispositivos legais, estabelecidas pelo comitê de bacia 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

1 Destaca-se que certos quesitos não são passíveis de ocorrência simultânea (tal como em caso de existência de proposta/elaboração de plano de recursos hídricos da bacia em análise, não é possível que os demais quesitos sejam satisfeitos), assim devendo ser atribuído valor parcial ao indicador.

Fonte: Adaptado de Gottstein (2020).

2.2.3 Dimensão da eficiência de uso da água

As informações referentes aos indicadores de “Atendimento de água”, “Perdas de água na rede”, “Atendimento de esgoto” e “Coleta de esgoto”, foram obtidas na base de dados municipais no endereço eletrônico do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (Tabela 6).

Foram analisados dados para o período de 2017 a 2021 (último ano com informações disponíveis), a fim de constatar alterações nos indicadores, bem como na dimensão da eficiência de uso da água.

Tabela 6 - Composição da dimensão de eficiência do uso da água.

Indicador	Descrição	Índice ¹
Atendimento de água	Percentual da população total atendida com abastecimento de água em relação a população total	IN055_AE ³
Perda de água na rede	Percentual de perdas na distribuição	IN049_AE ²
Atendimento de esgoto	Percentual da população total atendida com esgotamento sanitário em relação a população total	IN056_AE ³
Coleta de esgoto	Percentual do volume de esgotos coletados em relação ao volume de água tratada exportada	IN015_AE ³

1 Índice conforme Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (BRASIL, 2017; BRASIL, 2018; BRASIL, 2019; BRASIL, 2020a; BRASIL, 2021); 2 Ponderação por meio da Equação 2, de modo a variar de 0 (situação crítica) a 1 (situação desejável); 3 Valores divididos por 100, a fim de serem normalizados.

Fonte: Adaptado de Gottstein (2020).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na bacia hidrográfica do Rio das Cinzas, empregando os critérios definidos anteriormente, depreende-se 23 municípios os quais a compõe, sendo: Abatiá, Andirá, Arapoti, Bandeirantes, Barra do Jacaré, Conselheiro Mairinck, Cornélio Procópio, Figueira, Guapirama, Ibaiti, Jaboti, Japira, Joaquim Távora, Jundiá do Sul, Nova Fátima, Pinhalão, Quatiguá, Ribeirão do Pinhal, Santa Amélia, Santa Mariana, Santo Antônio da Platina, Tomazina, e Wenceslau Braz.

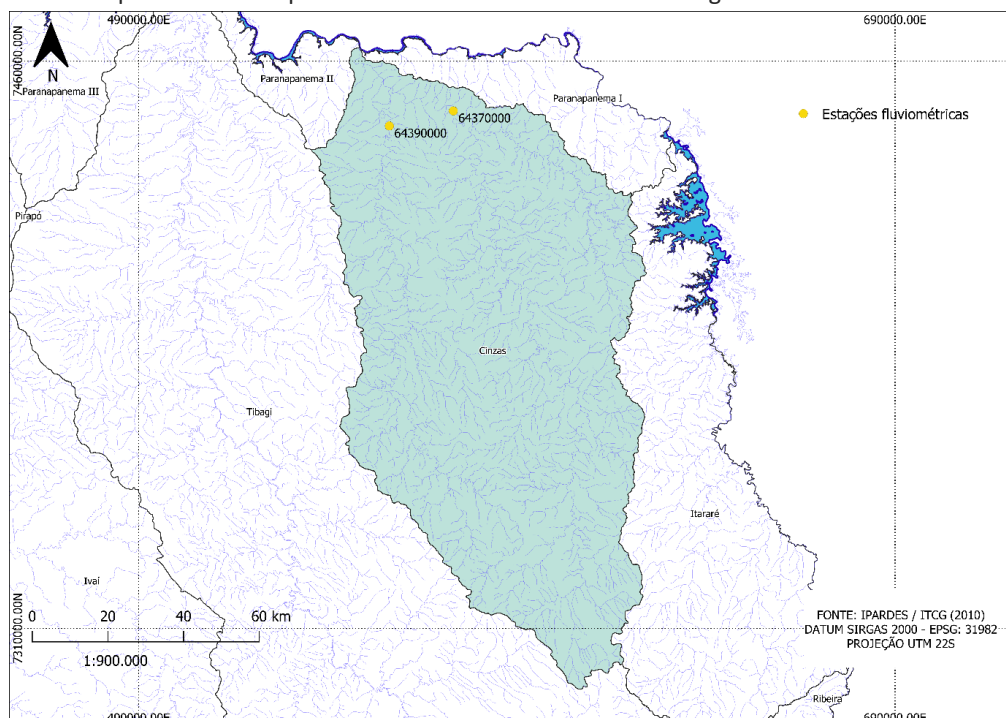
Evidencia-se, em termos de território, os municípios de Arapoti (1.358,18 km²) e Ibaiti (898,22 km²) com áreas mais expressivas; e, em relação a população, Cornélio Procópio e Santo Antônio da Platina, os quais detêm mais habitantes (ANEXO I).

Isto posto, estimou-se, a seguir, o grau de sustentabilidade hídrica na bacia hidrográfica do Rio das Cinzas, por meio da avaliação dos indicadores que integram as dimensões de potencialidade, disponibilidade e demanda hídrica, de desempenho do sistema de gerenciamento de recursos hídricos e de eficiência de uso da água.

3.1 Dimensão de potencialidade, disponibilidade e demanda hídrica

As estações fluviométricas UHE CAPIVARA ANDIRÁ (64370000) e UHE CAPIVARA PORTO SANTA TEREZINHA (64390000) (Figura 2), foram utilizadas para a determinação da vazão mínima de permanência de noventa e cinco por cento (Q95%) e da vazão média de longo período (Qmlp) da bacia hidrográfica do Rio das Cinzas.

Figura 2 - Localização das estações fluviométricas selecionadas para obtenção das disponibilidades e potencialidades hídricas na bacia hidrográfica do Rio das Cinzas.



Fonte: Autoria própria (2024).

As estações (Tabela 7), devido a se situarem mais próximas ao exutório, quando combinadas, perfazem uma área de drenagem de 9.023 km², se tornando mais representativas para a bacia.

Além do mais, ambas possuem dados disponíveis para o mesmo intervalo de tempo (1931 a 2012), com baixa porcentagem de descarte para o período (13,52% e 19,92%).

Os dados, quando1 processados no software SisCAH 1.0, indicaram para o Rio das Cinzas, uma vazão Q95% de 11 m³/s, e uma vazão Qmlp de 63,1286 m³/s; sendo que, para o Rio Laranjinha, essas foram de 5,68 m³/s e 38,7681 m³/s, respectivamente.

Obteve-se, consequentemente, para a bacia hidrográfica do Rio das Cinzas, uma vazão mínima de permanência de noventa e cinco por cento de 16,68 m³/s, e uma vazão média de longo período de 101,8967 m³/s.

Embora não exista uma estação próxima ao exutório com dados disponíveis e que contemple toda a área de drenagem da bacia, os valores encontrados exprimem um bom resultado para uma área de 9.023 km², ou seja, 93,86% da área da bacia hidrográfica. Logo, caso extrapolado o valor, proporcionalmente (em relação a área), para a Q95% e a Qmlp, tem-se, respectivamente, 17,85 m³/s e 109,02 m³/s (as quais foram utilizadas neste estudo).

Tabela 7 - Dados das estações fluviométricas, e das séries históricas, utilizadas no cálculo das disponibilidades e potencialidades hídricas da bacia hidrográfica do Rio das Cinzas.

Informações	Estação fluviométrica	
	UHE CAPIVARA ANDIRÁ	UHE CAPIVARA PORTO SANTA TEREZINHA
Código	64370000	64390000
Rio	Rio das Cinzas	Rio Laranjinha
Área de drenagem	5.637 km ²	3.386 km ²
Número de anos analisados	82	
Número de meses descartados ¹	133	196

¹ Descartados os meses que apresentaram mais de 10% de falhas.

Fonte: Autoria própria (2024).

As demandas de retirada de água na bacia hidrográfica do Rio das Cinzas foram analisadas frente aos usos consuntivos, de acordo com setor e município, para os anos de 2017 e 2021, as quais estão pormenorizadas nos ANEXOS II e III.

Bandeirantes apresentou a maior demanda hídrica para o abastecimento urbano, em ambos anos (0,12201 m³/s e 0,11737 m³/s, respectivamente). Mesmo que possua uma elevada população, em comparação a outros municípios da bacia hidrográfica (ANEXO I), a demanda possivelmente está associada a perdas de água na rede, tal como a ser demonstrado na dimensão da eficiência de uso da água.

Em relação ao abastecimento rural, a demanda se equiparou em Ibaiti e Santo Antônio da Platina em 2017 (0,00559 m³/s), sendo maior para Ibaiti em 2021 (0,00497 m³/s). Arapoti foi o município com maior demanda de retirada para o uso de indústria de transformação (0,03851 m³/s, em 2021).

A demanda de mineração da bacia hidrográfica do Rio das Cinzas ocorre, principalmente, pelo município de Figueira (0,13516 m³/s e 0,19935 m³/s), e com menor representatividade pelos municípios de Guapirama, Santo Antônio da Platina e Tomazina (aproximadamente 1.500 vezes menor).

Figueira, exclusivamente, proporciona dentro da bacia a demanda de geração termoeletrônica, e devido sua elevada vazão, fez com que fosse o município com a maior demanda total, para ambos anos avaliados (0,50284 m³/s e 0,52623 m³/s), na bacia hidrográfica.

As demandas de dessedentação animal e agricultura irrigada tiveram valores expressivos para os municípios de Arapoti e Nova Fátima, respectivamente.

Observa-se (Tabela 8), para a bacia hidrográfica do Rio das Cinzas, que a demanda total no ano de 2017 foi de 2,0952 m³/s, enquanto que para 2021 foi de 2,1936 m³/s. Assim, em média houve um aumento de 4,70% em 2021 quando comparado a 2017, o qual está associado aos usos de mineração, dessedentação animal e a agricultura irrigada.

As maiores demandas, em 2017, estavam relacionadas ao abastecimento urbano (0,65466 m³/s), enquanto que em 2021 se deram pela dessedentação animal (0,64816 m³/s) (ANEXOS II e III).

Em síntese, a bacia hidrográfica do Rio das Cinzas detém 109,02 m³/s de potencialidade, 8,925 m³/s de disponibilidade (vazão outorgável) e uma demanda média de 2,1444 m³/s.

Tabela 8 - Demanda de retirada de água, por setor, dos municípios que compõe a bacia hidrográfica do Rio das Cinzas.

Bacia	Ano	Demanda de retirada de água (m³/s)							Total
		AU ¹	AR ²	IT ³	M ⁴	GT ⁵	DA ⁶	AI ⁷	
Bacia hidrográfica do Rio das Cinzas	2017	0,6547	0,0564	0,1204	0,1363	0,3464	0,5633	0,2179	2,0952
	2021	0,6478	0,0492	0,1217	0,2006	0,3058	0,6482	0,2205	2,1936
Média									2,1444

1 Abastecimento urbano - AU; 2 Abastecimento rural - AR; 3 Indústria de transformação - IT; 4 Mineração - M; 5 Geração termoeletrica - GT; 6 Dessedentação animal - DA; e, 7 Agricultura irrigada - AI.

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas (2018) e Agência Nacional de Águas (2019).

Nota-se que a bacia hidrográfica do Rio das Cinzas exibiu panorama propício a sustentabilidade hídrica, visto que, segundo Vieira e Gondim Filho (2006), a potencialidade é superior a disponibilidade, e ambas são maiores que a demanda hídrica.

Efetuiu-se, diante dos resultados descritos acima, o cálculo dos indicadores “Ativação das potencialidades”, “Utilização das potencialidades”, e “Utilização das disponibilidades”, que compõem a dimensão de disponibilidade (Tabela 9).

Tabela 9 - Resultado do cálculo dos indicadores ativação das potencialidades, utilização das potencialidades, e utilização das disponibilidades, que compõem a dimensão de disponibilidade, potencialidade e demanda, referente a bacia hidrográfica do Rio das Cinzas.

Indicador	Resultado
Ativação das potencialidades ¹	0,0819
Utilização das potencialidades ²	0,0197
Utilização das disponibilidades ³	0,2403

1 Razão entre a disponibilidade (50% da Q95%) e a potencialidade (Qmlp); 2 Razão entre a demanda (usos consuntivos) e a potencialidade (Qmlp); e, 3 Razão entre a demanda (usos consuntivos) e a disponibilidade (50% da Q95%).

Fonte: Autoria própria (2024).

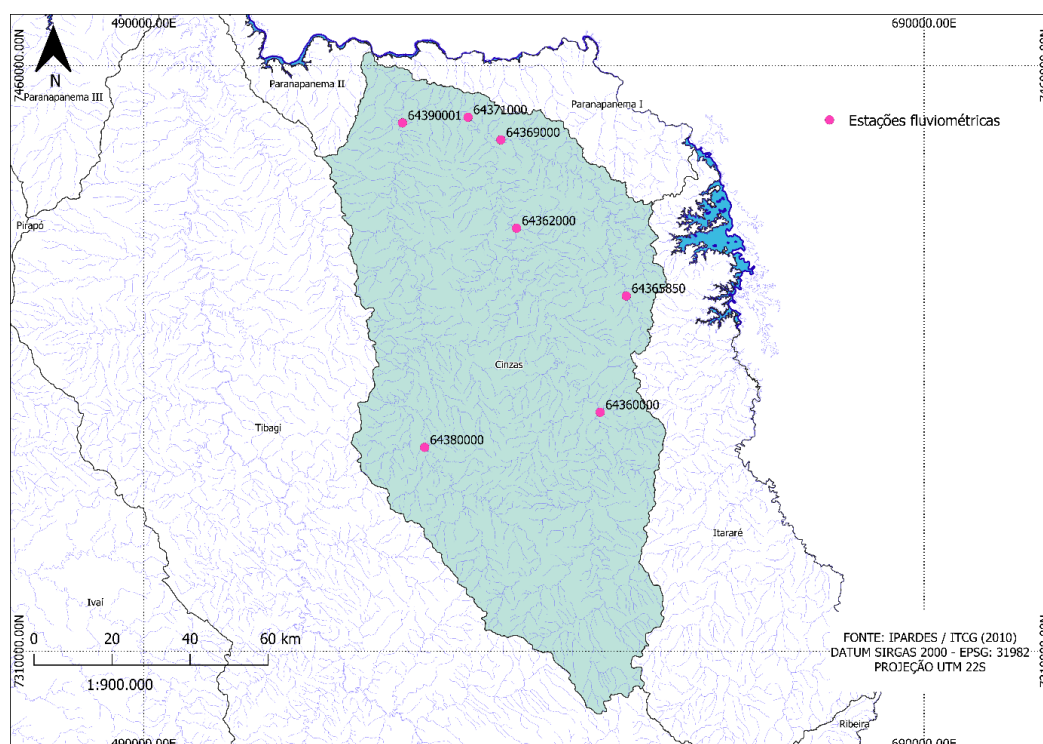
Os indicadores, de acordo com Vieira e Gondim Filho (2006), sugerem que a potencialidade se encontra pouco ativada ($0,0819 \ll 1$), assim como está distante de atingir seu potencial máximo ($0,0197 \ll 0,8$). Adicionalmente, verifica-se que a disponibilidade atende satisfatoriamente à demanda ($0,2403 < 1$).

No que se refere ao Índice de Qualidade da Água - IQA, o seu cálculo considerou sete estações fluviométricas distribuídas espacialmente na bacia hidrográfica do Rio das Cinzas, sendo essas pertencentes ao Rio das Cinzas, bem como aos seus afluentes, o Rio Jacarezinho e o Rio Laranjinha (Figura 3).

A bacia hidrográfica do Rio das Cinzas demonstrou (Tabela 10) predomínio do Índice de Qualidade da Água - IQA, com classificação “Boa”, frente aos dados das 28 amostras, sendo constatados 10 amostras com classificação “Regular”, resultando em uma média classificação “Boa” (71,46%).

Salienta-se, a título de comparação, conforme Covalski (2021), que em caso de maior demanda hídrica, possivelmente o índice resultaria em graus inferiores.

Figura 3 - Localização das estações fluviométricas selecionadas para obtenção dos dados de qualidade das águas na bacia hidrográfica do Rio das Cinzas



Fonte: Autoria própria (2024).

Observa-se (Tabela 10) que os melhores Índices de Qualidade da Água ocorreram nas estações fluviométricas as quais ficam a jusante na bacia hidrográfica, isto é, mais próximas ao exutório.

Supõe-se que a qualidade se apresentou em graus maiores em vista da ocorrência de autodepuração dos componentes presentes na água ao longo da bacia.

Sendo assim, monitorar a qualidade da água, por meio das estações fluviométricas é essencial para identificar tendências e áreas críticas de poluição, em virtude de planejar e implementar medidas de gestão eficazes, de acordo com os usos preponderantes da água (GOTTSTEIN, 2020).

Em conclusão, o Índice de Qualidade da Água da bacia, proporcionou um valor de 0,7146 para o indicador de “Qualidade da água”.

Tabela 10 - Índice de Qualidade da Água - IQA na bacia hidrográfica do Rio das Cinzas, referente ao período de 2017 a 2021.

Código da estação fluviométrica	Rio	IQA ^{1,2} (%)				Média
		1	2	3	4	
64365850	Jacarezinho	74,87	70,37	65,78	67,53	69,64
64369000	Jacaré	83,70	69,70	75,17	73,89	75,62
64360000	Cinzas	73,02	69,44	61,45	69,76	68,42
64362000	Cinzas	73,74	68,76	72,34	71,21	71,51
64371000	Cinzas	72,57	73,91	62,26	77,60	71,59
64380000	Laranjinha	70,86	73,54	60,69	66,59	67,92
64390001	Laranjinha	75,43	74,20	75,28	77,23	75,54
Média						71,46

Índice de Qualidade da Água - IQA; 2 Péssima ($IQ \leq 25$), Ruim ($25 < IQ \leq 50$), Regular ($50 < IQ \leq 70$), Boa ($70 < IQ \leq 90$), Ótima ($IQ > 90$), conforme Tabela 4.

Fonte: Autoria própria (2024).

A dimensão de potencialidade, disponibilidade e demanda hídrica da bacia hidrográfica do Rio das Cinzas resultou, em geral, em grau “Alto”, com ênfase aos indicadores “Ativação das potencialidades” e “Utilização das potencialidades” com grau “Muito alto” (Tabela 11).

Tabela 11 - Resultado da dimensão de potencialidade, disponibilidade e demanda hídrica da bacia hidrográfica do Rio das Cinzas.

Bacia	Indicador	Resultado	Grau ²
Bacia hidrográfica do Rio das Cinzas	Ativação das potencialidades	0,9181	Muito alto
	Utilização das potencialidades	0,9803	Muito alto
	Utilização das disponibilidades	0,7597	Alto
	Qualidade da água	0,7146	Alto
DPDD ¹		0,8432	Alto

1 Dimensão de potencialidade, disponibilidade e demanda hídrica - DPDD; 2 Muito baixo ($\bar{X} \leq 0,25$), Baixo ($0,25 < \bar{X} \leq 0,50$), Médio ($0,50 < \bar{X} \leq 0,70$), Alto ($0,70 < \bar{X} \leq 0,90$), Muito alto ($\bar{X} > 0,90$), conforme Tabela 2.

Fonte: Autoria própria (2024).

Embora os indicadores propostos nesta dimensão sugiram uma situação relativamente confortável dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio das Cinzas, é crucial ressaltar que a estabilidade dos recursos hídricos pode ser ameaçada por diversos aspectos/fatores, sejam naturais ou antrópicos (GOTTSTEIN, 2020; SUGAHARA et al., 2021). Dessa maneira, a gestão sustentável dos recursos hídricos deve considerar ambos, e adotar uma abordagem holística e proativa, para garantir a preservação e disponibilidade contínua de água de qualidade.

Em resumo, a gestão sustentável dos recursos hídricos é um desafio complexo que requer ações integradas em múltiplas frentes, incluindo educação, políticas públicas, tecnologias e engajamento da comunidade.

3.2 Dimensão de desempenho do sistema de gerenciamento de recursos hídricos

A pontuação auferida aos quesitos referentes os indicadores da dimensão de desempenho do sistema de gerenciamento de recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio das Cinzas é evidenciada, detalhadamente, no ANEXO IV, sendo denotada sinteticamente na Tabela 12.

Tabela 12 - Pontuação auferida aos indicadores da dimensão de desempenho do sistema de gerenciamento de recursos hídricos para a bacia hidrográfica do Rio das Cinzas.

Bacia	Indicador	Pontuação
Bacia hidrográfica do Rio das Cinzas	Comitê de bacia hidrográfica	1,00
	Plano de recursos hídricos	1,00
	Outorga	1,00
	Cobrança	0,25
	Enquadramento	1,00
	Sistema de informações sobre recursos hídricos	1,00
Média		0,875

Fonte: Autoria própria (2024).

Ademais, a seguir, têm-se informações relacionadas aos quesitos dos indicadores da referida dimensão de desempenho.

No contexto dos quesitos do indicador "Comitê de bacia hidrográfica", destaca-se a criação do Comitê das Bacias do Rio Cinzas, Itararé, Paranapanema 1 e 2 - CBH Norte Pioneiro, instituído em 22/09/2009, por meio do Decreto Estadual nº 5.427/2009, sendo composto por 14 representantes do poder público, 13 representantes de setores usuários de recursos hídricos, e 8 representantes da sociedade civil organizada, conforme Art. 8 da Resolução CNRH nº 5/2000.

As informações a respeito do Comitê das Bacias dos rios das Cinzas, Itararé, Paranapanema 1 e Paranapanema 2 - Norte Pioneiro são disponibilizadas pelo Instituto Água e Terra - IAT, em seu endereço eletrônico, o qual concentra informações, tais como de: Área de Abrangência, Regimento Interno, Composição (por mandato), Reuniões (desde 2010), Resoluções/Deliberações, Câmaras Técnicas, Grupos de Trabalho, Planos e Relatórios Anuais de Atividades, entre outras.

Verifica-se que o Plano de Bacia da Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI Norte Pioneiro, aprovado pela Deliberação nº 02/2017 - CBHNP, contempla os usos preponderantes da água, propostas de enquadramento dos cursos d'água, critérios e normas sobre a cobrança pelo direito de uso de recursos hídricos a serem aplicados aos usuários de recursos hídricos das bacias, além de outros requisitos definidos na Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei Federal nº 9.433/1997.

Além do mais, integrando-se aos planos/programas diretores municipais, de recursos hídricos, assim como de saneamento básico, o Plano de Bacia da Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI Norte Pioneiro estabelece uma articulação e integração efetiva com diversas políticas e planos setoriais, destacando-se a gestão e planejamento ambiental e territorial; atendendo assim, os quesitos dispostos para o indicador "Plano de recursos hídricos".

Informa-se, a respeito do indicador "Outorga", que o regime de direitos de uso de recursos hídricos, no Paraná, está previsto na Política Estadual de Recursos Hídricos - PERH, Lei Estadual nº 12.726/1999, sendo regulamentado pelo Decreto Estadual nº 9.957/2014, e tem o Instituto Água e Terra - IAT, criado pela Lei Estadual nº 20.070/2019, como órgão competente pelos atos de autorização de uso de recursos hídricos de domínio estadual.

Ressalta-se assim, que todas as bacias do estado possuem critérios e normas estabelecidos, bem como a definição de usos considerados insignificantes (os quais são estabelecidos pela Portaria IAT nº 130/2020).

Todavia, o Plano de Bacia da Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI Norte Pioneiro também possui critérios estabelecidos para outorgas de direito de uso de recursos hídricos, os quais estão em consonância aos referidos anteriormente.

No que tange o indicador "Cobrança", o Plano de Bacia da Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI Norte Pioneiro contém estudos/levantamentos do Potencial de Arrecadação com a Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos, assim como da Aplicação dos Recursos da Cobrança; contudo, conforme Deliberação nº 01/2022 - CBHNP, de 19/05/2022, a implementação da cobrança pelo uso da água se encontra em fase de estudos.

Denota-se, quanto ao indicador "Enquadramento", que o enquadramento dos corpos hídricos da bacia do Rio das Cinzas é abrangido e aprovado pela Resolução CBHNP nº 01/2017, como também pela Resolução CERH/PR nº 102/2017, ou seja, pelo Comitê de Bacia Hidrográfica e pelo Conselho de Recursos Hídricos Estadual.

Os corpos hídricos, por sua vez, têm suas classes definidas de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, de acordo com os usos preponderantes.

Os quesitos do indicador “Sistema de informações sobre recursos hídricos” são atendidos, de modo geral, pelo Sistema de Informações para Gestão Ambiental e de Recursos Hídricos - SIGARH, o qual disponibiliza informações sobre outorgas (cadastro de usos e usuários de águas), além de divulgar dados e informações, tais como: redes de estações de monitoramento, dados hidrológicos, índices de qualidade da água e indicadores de demanda e uso dos recursos hídricos. Além disso, possui recursos de análise e visualização geográfica sobre as bases de dados oficiais do Paraná, baseado em Sistemas de Informações Geográficas - SIG, permitindo o cruzamento de dados e geração de mapas temáticos.

O Sistema de Informações para Gestão Ambiental e de Recursos Hídricos - SIGARH, ainda conta com um módulo de Gestão de Bacias Hidrográficas, para gerenciamento e acompanhamento das ações de cada um dos Planos de Bacias Hidrográficas, permitindo o acompanhamento da evolução das metas estabelecidas.

Obteve-se, em suma, por intermédio dos indicadores “Comitê de bacia hidrográfica”, “Plano de recursos hídricos”, “Outorga”, “Cobrança”, “Enquadramento”, e “Sistema de informações sobre recursos hídricos”, grau “Alto” (Tabela 13) para a dimensão de desempenho do sistema de gerenciamento de recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio das Cinzas.

Tabela 13 - Resultado da dimensão de desempenho do sistema de gerenciamento de recursos hídricos da bacia hidrográfica do Rio das Cinzas.

Bacia	Indicador	Pontuação	Grau ²
Bacia hidrográfica do Rio das Cinzas	Comitê de bacia hidrográfica	1,00	Muito alto
	Plano de recursos hídricos	1,00	Muito alto
	Outorga	1,00	Muito alto
	Cobrança	0,25	Muito baixo
	Enquadramento	1,00	Muito alto
	Sistema de informações sobre recursos hídricos	1,00	Muito alto
DDSGRH¹		0,875	Alto

1 Dimensão de desempenho do sistema de gerenciamento de recursos hídricos - DDSGRH; 2 Muito baixo ($\bar{X} \leq 0,25$), Baixo ($0,25 < \bar{X} \leq 0,50$), Médio ($0,50 < \bar{X} \leq 0,70$), Alto ($0,70 < \bar{X} \leq 0,90$), Muito alto ($\bar{X} > 0,90$), conforme Tabela 2.

Fonte: Autoria própria (2024).

Evidencia-se que os instrumentos de gestão de recursos hídricos, aplicados na Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI Norte Pioneiro, proporcionaram resultados positivos frente a dimensão avaliada, o que pode contribuir para a manutenção da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio das Cinzas, assegurando que as gerações futuras tenham acesso a recursos hídricos de qualidade e em quantidade suficiente.

No entanto, o resultado da dimensão foi afetado negativamente pela pontuação do indicador “Cobrança”, o qual se deu em grau “Muito baixo”; provavelmente, devido à ausência de aprovação de cobrança junto ao Comitê de Bacia Hidrográfica e ao Conselho de Recursos Hídricos Estadual.

Segundo Nozaki (2007), Fonseca e Gabriel (2015), e Pimentel e Cella (2023), a existência de uma política tarifária pode influenciar o desempenho dos serviços, bem como na viabilização de investimentos no setor, dado que essa define regras e métodos, considerando fatores como consumo e tipo de usuário (residencial, comercial, industrial ou público), equilibrando a viabilidade econômica com aspectos sociais dos serviços de saneamento.

Destaca-se que as informações sobre recursos hídricos são essenciais para a implementação eficaz de políticas relacionadas à água; isso inclui ações de planos de recursos hídricos, enquadramento, emissão de outorgas e determinação de valores pelo uso da água (GOTTSTEIN, 2020; COVALSKI, 2021; SUGAHARA; FERREIRA; MENDES, 2023). Isto posto, é fundamental ter informações sólidas e confiáveis, em resposta ao aumento dos conflitos relacionados ao uso da água e à degradação do ambiente, a fim de garantir políticas de recursos hídricos mais robustas.

3.3 Dimensão da eficiência de uso da água

Os dados de “Atendimento de água” (IN055_AE), “Perda de água na rede” (IN049_AE), “Atendimento de esgoto” (IN056_AE) e “Coleta de esgoto” (IN015_AE), referentes aos municípios supracitados, foram obtidos por meio do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (ANEXOS V, VI, VII e VIII).

Indica-se que os municípios, em sua maior parte, são atendidos pela Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR, com exceção dos municípios de Abatiá, Andirá, Bandeirantes e Nova Fátima, os quais possuem Serviços Autônomos de Água e Esgoto - SAAE's.

Verifica-se, em geral, ainda que exíguo, o progresso dos indicadores ao longo do período de 2017 a 2021 (Tabela 14), para a bacia hidrográfica do Rio das Cinzas.

Tabela 14 - Média dos indicadores de dimensão da eficiência de uso da água, obtidos a partir do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, referente ao período de 2017 a 2021, para a bacia hidrográfica do Rio das Cinzas.

Bacia	Ano	Indicadores			
		Atendimento de água (%)	Perda de água na rede (%)	Atendimento de esgoto (%)	Coleta de esgoto (%)
		IN055_AE	IN049_AE	IN056_AE	IN015_AE
Bacia Hidrográfica do Rio das Cinzas	2017	91,61	33,26	35,98	37,89
	2018	93,23	32,09	41,91	40,47
	2019	93,04	33,13	44,60	43,67
	2020	94,38	31,96	47,06	44,81
	2021	92,31	30,76	47,23	43,51

Fonte: Adaptado de Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (BRASIL, 2017; BRASIL, 2018; BRASIL, 2019; BRASIL, 2020a; BRASIL, 2021).

Entretanto, tem-se uma redução na porcentagem (2,07%) do indicador “Atendimento de água” (IN055_AE) de 2020 para 2021, o qual pode estar associado, majoritariamente, a porcentagem informada pelo município de Santa Amélia (32,07%, em 2021) contradizendo os valores informados anteriormente (ANEXO V).

Supõe-se uma possível falha no envio das informações que alimentam o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, visto que conforme dados obtidos, a distribuição de água em Santa Amélia, em 2021, passou a ser gerida pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto.

Além disso, ainda que exista um aumento no “Atendimento de água” (IN055_AE), a população, de forma genérica, também tem aumentado no decorrer dos anos, o que juntamente com a demanda pelos recursos hídricos, muitas vezes acometidas pela poluição, prejudicam o abastecimento de água (SUGAHARA; FERREIRA; MENDES, 2023). Assim, ressalta-se o acesso a água de qualidade como sendo indispensável, pois contribui para a promoção da saúde, com o desenvolvimento socioeconômico e da sustentabilidade ambiental.

O indicador “Perda de água na rede” (IN049_AE) demonstrou índices altos, na faixa de 20 a 30% (ANEXO VI), proporcionando uma média de 32,31% para o período de 2017 a 2021 (Tabela 14). Observa-se, ainda, valores exorbitantes (ANEXO VI) em Nova Fátima (56,25%, em 2019) e em Bandeirantes (63,46%, em 2021).

As perdas de água na rede de distribuição representam um desafio significativo para os sistemas de abastecimento, pois comprometem a eficiência hídrica, aumentam os custos operacionais e podem resultar em escassez de recursos em áreas críticas.

De acordo com Gottstein (2020) e Covalski (2021), as perdas podem também ocorrer devido a vazamentos em adutoras, redes, ramais, conexões, reservatórios e outras unidades operacionais do sistema, provocados principalmente pelo excesso de pressão, habitualmente em locais com grande variação topográfica. Os vazamentos também estão associados à qualidade dos materiais utilizados, à idade das tubulações, de monitoramento de perdas, dentre outros fatores.

No caso dos Serviços Autônomos de Água e Esgoto - SAAE's a situação tende a se agravar, dado que esses, geralmente, enfrentam dificuldades relacionadas à capacidade técnica e financeira para realizar a manutenção adequada dos sistemas de água e esgoto (HELLER, 2021; SUGAHARA; GUEDES; FERREIRA, 2023).

Tratando-se do “Atendimento de esgoto” (IN056_AE) e da “Coleta de esgoto” (IN015_AE), o serviço de esgotamento sanitário ainda é bastante precário e/ou deficiente, tanto na coleta quanto no tratamento, corroborando o constatado por Ferreira e Garcia (2017) e Covalski (2021).

Abatiá, Figueira, Jaboti, e Pinhalão, apresentam índices inferiores a 20% (ANEXO VII), enquanto Barra do Jacaré, Japira, Jundiá do Sul, Nova Fátima, e Santa Amélia, exibem a inexistência de um Sistema de Esgotamento Sanitário - SES.

Embora os indicadores “Atendimento de esgoto” (IN056_AE) e “Coleta de esgoto” (IN015_AE) demonstrem médias entre 35% e 50% (Tabela 14), sendo esses índices baixos, os valores são ligeiramente equiparados, indicando, por via de regra, que os locais com disponibilidade de rede, encaminham seu efluente sanitário para tratamento. Contudo, percebe-se ainda casos de falta de ligações (IN056_AE > IN015_AE), como de ligações clandestinas (IN056_AE < IN015_AE), ao comparar os indicadores nos ANEXOS VII e VIII.

Segundo Gottstein (2020), a ligação do esgoto doméstico à rede geral evita a contaminação do solo e dos corpos hídricos, que por consequência contamina as águas de abastecimento superficiais e subterrâneas; além disso, se tem a conservação dos elementos naturais e melhoria das condições sanitárias locais, a eliminação de focos de contaminação e poluição, a eliminação de problemas estéticos desagradáveis, a redução dos recursos aplicados no tratamento de doenças e a diminuição dos custos no tratamento de água para abastecimento.

A dimensão da eficiência de uso da água da bacia hidrográfica do Rio das Cinzas, se revelou em classificação de grau “Médio” (Tabela 15). Ademais, nota-se um ligeiro aumento de 8,72% ao comparar o intervalo avaliado.

O saneamento básico, tal como um conjunto de serviços essenciais, é de suma relevância, com destaque para o abastecimento de água potável e a rede de esgoto. Enfatiza-se que a capacidade de atingir as metas do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável - ODS 6 está diretamente relacionada ao acesso a esses serviços, assim como às condições dos serviços públicos e infraestruturas disponíveis (SUGAHARA; GUEDES; FERREIRA, 2023).

Isso envolve não apenas melhorar a qualidade da água em corpos hídricos, reduzindo poluição e despejos, mas também promover práticas sustentáveis de uso. Busca-se, adicionalmente, otimizar o uso eficiente da água em diversos setores, visando mitigar significativamente a escassez e garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos.

O grau da dimensão na bacia hidrográfica do Rio das Cinzas revela uma deficiência em seu uso da água, ficando abaixo dos padrões desejados; tanto que, em razão da pressão exercida sobre a bacia, criou-se, por meio da Deliberação 01/2023, de 30/05/2023, um grupo de trabalho para gestão do Rio das Cinzas. Essa na eficiência, por sua vez, ressalta a necessidade premente de investimentos robustos em saneamento básico.

Tabela 15 - Dimensão da eficiência de uso da água da bacia hidrográfica do Rio das Cinzas, referente ao período de 2017 a 2021.

Bacia	Ano	Indicadores				Média	Grau ²
		Atendime nto de água (%)	Perda de água na rede (%)	Atendimento de esgoto (%)	Coleta de esgoto (%)		
		IN055_AE	IN049_AE	IN056_AE	IN015_AE		
Bacia Hidrográfica do Rio das Cinzas	2017	0,9161	0,6674	0,3598	0,3789	0,5801	Médio
	2018	0,9323	0,6791	0,4191	0,4047	0,6088	Médio
	2019	0,9304	0,6687	0,4460	0,4367	0,6205	Médio
	2020	0,9438	0,6804	0,4706	0,4481	0,6357	Médio
	2021	0,9231	0,6924	0,4723	0,4351	0,6307	Médio
DEUA ¹						0,6152	Médio

1 Dimensão da eficiência de uso da água - DEUA; 2 Muito baixo ($\bar{X} \leq 0,25$), Baixo ($0,25 < \bar{X} \leq 0,50$), Médio ($0,50 < \bar{X} \leq 0,70$), Alto ($0,70 < \bar{X} \leq 0,90$), Muito alto ($\bar{X} > 0,90$), conforme Tabela 2.

Fonte: Autoria própria (2024).

Conforme Silva (2017), é essencial que tanto o governo quanto a iniciativa privada invistam adequadamente para melhorar essa situação. Nesse contexto, Aguiar e Moretti (2021), Heller (2021), e Sugahara, Guedes e Ferreira (2023) enfatizam que as limitações financeiras e humanas não devem ser obstáculos para garantir esses serviços vitais, e tais restrições não podem comprometer o acesso a outros direitos humanos fundamentais pelos cidadãos.

Dessarte, é necessária uma gestão eficiente dos recursos hídricos, destacando a necessidade de reduzir perdas de água e enfrentar desafios como a segurança hídrica e a mitigação da poluição causada pelo esgoto, tal como previsto na Lei nº 14.026/2020.

3.4 Sustentabilidade hídrica da bacia hidrográfica do Rio das Cinzas

A avaliação da sustentabilidade hídrica na bacia hidrográfica do Rio das Cinzas, por meio de metodologia proposta por Gottstein (2020), expôs mediante as dimensões, e seus indicadores, que a potencialidade da bacia está subutilizada, e que a disponibilidade de recursos hídricos parece ser adequada para atender à demanda atual, sugerindo uma situação relativamente confortável em termos de disponibilidade de água. Ademais, exibiu que a implementação de instrumentos de gestão de recursos hídricos na Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI Norte Pioneiro proporcionou resultados positivos visando a preservação da qualidade da água. Entretanto, evidenciou deficiências no uso eficiente da água na bacia hidrográfica do Rio das Cinzas.

Depreende-se, sem pormenorizar, que a sustentabilidade hídrica (Tabelas 11, 13 e 15) na referida bacia hidrográfica detém, em média, grau “Alto” (0,7778). Todavia, tem-se assim uma impressão errônea das condições da mesma.

Ao contrastar a dimensão de potencialidade, disponibilidade e demanda hídrica com a dimensão da eficiência de uso da água, observa-se que a bacia hidrográfica ainda que em situação confortável em termos de disponibilidade de água, não a utiliza de forma adequada, em vista de uma maior demanda ao longo dos anos, associada a um decréscimo na qualidade da água.

Pressupõe-se, neste caso, que a dimensão de desempenho do sistema de gerenciamento de recursos hídricos deveria ter seu grau reduzido, posto que não há reflexo da eficiência/execução do Plano de Bacia da Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI Norte Pioneiro.

Nesse ínterim, enfatiza-se a necessidade de definir inter-relações com o intuito de ponderar casos similares que causem impacto no resultado da sustentabilidade hídrica, devido a existência de correlação entre as dimensões.

Em adição, a dimensão de desempenho do sistema de gerenciamento de recursos hídricos poderia reconsiderada/reformulada, pois ao correlacionar termos como “existência” e “aprovação”, para os quesitos analisados, e ainda atingir o grau “Alto” ou superior para a dimensão, tem-se um resultado que não exprime em detalhes a situação do gerenciamento, mas sim a concretização de instrumentos de gestão de recursos hídricos na bacia.

Corroborar-se, assim, a necessidade, relatada por Gottstein (2020), de agregar novas informações (tais como: desempenho, monitoramento, fiscalização, entre outros), bem como de integrar novos indicadores, visto que não há como precisar exatamente todos os aspectos, estrutura e dinâmica de questões relacionadas aos recursos hídricos e a sustentabilidade.

Por fim, o critério de alocação/composição dos municípios pertencentes, ou não, à bacia hidrográfica, poderia ser revisto/aprimorado.

Os indicadores que compõe a avaliação da eficiência de uso da água estão associados indiretamente a captação da água, bem como ao lançamento do efluente sanitário (esgoto). Indica-se que, ao fazer uso de um corpo hídrico componente de uma referida bacia hidrográfica de interesse, um determinado município exerce influência sobre o uso da água na respectiva bacia.

Dessarte, o critério deveria considerar as localizações de captação e lançamento existentes no município; assim, os indicadores seriam mensurados de forma ponderada a parcela que, de fato, tem influência sobre a bacia hidrográfica.

Exemplificativamente, caso um município faça a captação de um corpo hídrico da bacia hidrográfica A, porém, em contrapartida, faça o lançamento do efluente em outro corpo hídrico pertencente a bacia hidrográfica B, não há coerência considerar os indicadores “Atendimento de esgoto” e “Coleta de esgoto” caso a bacia hidrográfica A seja o objeto de interesse, pois estão associados a bacia hidrográfica B.

Ressalta-se que, possivelmente, neste caso, a inclusão dos municípios de Carlópolis, Congonhinhas, Curiúva, Itambaracá, Jacarezinho, Jaguariaíva, Piraí do Sul, Ribeirão Claro, Sapopema, Siqueira Campos, e Ventania, os quais foram descartados pelo critério, resultariam na modificação dos graus da dimensão.

Em conclusão, a avaliação metódica da sustentabilidade hídrica revela nuances complexas que vão além de análises quali-quantitativas, sendo necessárias abordagens metodológicas, considerando inter-relações e contextos específicos, para assegurar uma gestão verdadeiramente sustentável e eficiente dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio das Cinzas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gestão eficiente dos recursos hídricos é essencial para garantir água de qualidade e em quantidade adequada para atender às demandas da população nas bacias hidrográficas, assim a sustentabilidade hídrica se destaca no planejamento e desenvolvimento sustentável.

Na bacia hidrográfica do Rio das Cinzas, observa-se que a sustentabilidade ambiental, avaliada por meio de indicadores, possui um grau “Alto” (0,7778). A Dimensão de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda Hídrica - DPDD e a Dimensão de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos - DDSGRH, se exibem em grau “Alto”, 0,8432 e 0,875, respectivamente. No entanto, a Dimensão de Eficiência de Uso da Água - DEUA se revela em grau “Médio” (0,6152), sugerindo que embora a potencialidade da bacia aparente ser subutilizada e a disponibilidade de recursos hídricos seja adequada para a demanda atual, ainda existem deficiências no uso eficiente da água.

Os indicadores, embora baseados em dados públicos de fácil acesso, não capturam toda a complexidade da sustentabilidade hídrica. No entanto, orientam tendências e auxiliam na identificação de áreas e parâmetros que requerem planejamento e gestão criteriosos. Logo, em caso de uma avaliação mais profunda e holística da sustentabilidade hídrica, demanda-se abordagens metodológicas mais robustas e integradas, considerando inter-relações e contextos específicos da bacia do Rio das Cinzas.

A sustentabilidade hídrica, por meio de dimensões e graus atribuídos, tal como avaliado, serve para orientar iniciativas de gestão hídrica, indicando áreas que demandam análises mais detalhadas e definindo prioridades para intervenções do poder público. Dessa forma, viabiliza-se uma análise precisa, facilitando a tomada de decisões informadas baseadas em evidências e indicadores robustos, para uma distribuição eficaz de recursos e promoção de medidas de conservação.

O uso de indicadores de eficiência no uso da água é uma ferramenta indispensável para orientar políticas e práticas em direção a uma gestão hídrica sustentável. Assim, os dados deste estudo têm relevância estratégica e devem ser aproveitados por diversos setores da sociedade, incluindo comitês de bacia hidrográfica e órgãos ambientais, para direcionar condições, elaborar projetos e planejar a gestão sustentável dos recursos hídricos na bacia do Rio das Cinzas e no estado do Paraná.

Application of water sustainability indicators in the Rio das Cinzas water watershed in the state of Paraná

ABSTRACT

Anthropogenic action on the biosphere is characterized by alteration in its structure and dynamics. Due to this progressive and increasing interference, apprehension about the environment and its natural resources has become more evident, especially regarding water resources. In order to promote sustainable management of water resources, indicators can be used. Their use is proposed for development, but under an integrative approach, considering social, environmental, and economic dimensions, for the consolidation of a sustainable society. This study aimed to assess water sustainability through the application of indicators in the Rio das Cinzas watershed, a constituent of the Water Resources Management Unit - Northern Pioneer. The assessment of water sustainability was carried out using a methodology proposed by Gottstein (2020), which groups indicators into three dimensions, considering aspects of water resource use and management. In summary, the data demonstrate that the potential of the watershed is underutilized, and that the availability of water resources seems adequate to meet current demand, suggesting a relatively comfortable situation in terms of water availability; however, deficiencies in the efficient use of water in the Rio das Cinzas watershed are evident.

KEYWORDS: Sustainable development. Sustainable management. Public management. Hydrographic management unit of water resources.

REFERÊNCIAS

ALEXAKIS, D. Water quality indices: Current and future trends in evaluating contamination of groundwater resources. *Water*, v. 13, n. 4, 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Manual de usos consuntivos da água no Brasil. Brasília: ANA, 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Sistema nacional de informações sobre recursos hídricos hidrológicas: Rede hidrometeorológica nacional. Brasília: ANA, 2018.

AGUIAR, A. M. S; MORETTI, R. S. A tarifa social e o direito humano à água e ao saneamento. In: MORETTI, R. S.; BRITTO, A. L. Água como direito: Tarifa social como estratégia para a acessibilidade econômica. 1. ed. Rio de Janeiro: Letra Capital, Brasília: ONDAS - Observatório Nacional dos Direitos à Água e ao Saneamento, 2021.

BRANCHI, B. A. Watershed sustainability and composite index: Application and challenges. *Sociedade & Natureza*, v. 34, e63868, 2022.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de Julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, 2020b.

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*, Brasília, sec. 1, p. 470, 1997.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH. Resolução nº 5, de 10 de Abril de 2000. *Diário Oficial da União*, 2000.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2017. Brasília: SNS/MDR, 2017.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2018. Brasília: SNS/MDR, 2018.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2019. Brasília: SNS/MDR, 2019.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2020. Brasília: SNS/MDR, 2020a.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2021. Brasília: SNS/MDR, 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de Março de 2005. Dispõe sobre a classificação 106 dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 2005.

BUTT, B. Environmental indicators and governance. Current Opinion in Environmental Sustainability, v. 32, p. 84-89, 2018.

CARVALHO, J. R.; CÂNDIDO, G. A.; CURI, W. F.; ARAÚJO, K. M. Análise da sustentabilidade hidroambiental de municípios da região da sub-bacia do Alto Piranhas, PB. Holos, v. 6, p. 13-31, 2015.

CARVALHO, J. R.; CURI, W. F.; CARVALHO, E. K. M. A.; CURI, R. C. Proposta e validação de indicadores hidroambientais para bacias hidrográficas: estudo de caso na sub-bacia do alto curso do Rio Paraíba, PB. Sociedade & Natureza, v. 23, n. 2, 2011.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo. São Paulo: CETESB, Série Relatórios, 2019.

COVALSKI, C. A. Aplicação de indicadores de sustentabilidade hídrica na bacia hidrográfica do rio Piquiri. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2021.

FERREIRA, M. P.; GARCIA, M. S. D. Saneamento básico: meio ambiente e dignidade humana. Dignidade Re-Vista, v. 2, n. 3, p. 1-12, 2017.

FERREIRA, S. C. G.; LIMA, A. M. M.; CORRÊA, J. A. M. Indicators of hydrological sustainability, governance and water resource regulation in the Moju river basin (PA) -Eastern Amazonia. *Journal of Environmental Management*, v. 263, 110354, 2020.

FONSECA, A.; GABRIEL, C. F. Análise da influência da tarifação em seis indicadores operacionais e de qualidade dos serviços de abastecimento de água no Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 20, n. 2, 2015.

GOTTSTEIN, P. Proposta de uso de indicadores de sustentabilidade hídrica como subsídio para a gestão de recursos hídricos. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2020.

HELLER, L. Acessibilidade econômica: requisito para a igualdade no acesso aos serviços de água e saneamento. In: MORETTI, R. S.; BRITTO, A. L. Água como direito: Tarifa social como estratégia para a acessibilidade econômica. 1. ed. Rio de Janeiro: Letra Capital, Brasília: ONDAS - Observatório Nacional dos Direitos à Água e ao Saneamento, 2021.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA. Comitê das Bacias dos rios das Cinzas, Itararé, Paranapanema 1 e Paranapanema 2 - NORTE PIONEIRO. 2024. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Comite-das-Bacias-dos-rios-das-Cinzas-Itarare-Paranapanema-1-e-Paranapanema-2-NORTE-PIONEIRO>. Acesso em: 02 jan. 2024.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA. Elaboração do plano estadual de recursos hídricos do estado do Paraná. Relatórios Técnicos. Curitiba, AGUASPARANÁ; SEMA/PR; COBRAPE, 2010.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA. Portaria nº 130, de 05 de Maio de 2020. Diário Oficial do Estado, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades. 2024. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 02 jan. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa de informações básicas municipais. Perfil dos municípios brasileiros - Saneamento básico: Aspectos gerais da gestão da política de saneamento básico. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL.
Caderno municipais. 2024. Disponível em:
<https://www.ipardes.pr.gov.br/Pagina/Cadernos-municipais> . Acesso em: 02 jan.
2024.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL.
Indicadores de desenvolvimento sustentável por bacias hidrográficas do Estado
do Paraná. Curitiba: IPARDES, 2017.

JUWANA, I.; MUTTIL, N; PERERA, B. J. C. Indicator-based water sustainability
assessment - A review. Science of the Total Environment, v. 438, p. 357-371,
2012.

KEMERICH, P. D. C.; MARTINS, S. R.; KOBAYAMA, M.; BURIOL, G. A.; BORBA, W. F.;
RITTER, L. G. Avaliação da Sustentabilidade Ambiental em Bacias Hidrográficas
mediante a aplicação do modelo P-E-R. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e
Tecnologia Ambiental, v. 10, n. 10, p. 2140-2150, 2013.

KEMERICH, P. D. C.; RITTER, L. G.; BORBA, W. F. Indicadores de sustentabilidade
ambiental: métodos e aplicações. Revista Monografias Ambientais, v. 13, n. 5, p.
3723-3736, 2014.

MAYNARD, I. F. N.; CRUZ, M. A. S.; GOMES, L. J. Aplicação de um índice de
sustentabilidade na bacia hidrográfica o rio Japarutuba em Sergipe. Ambiente &
Sociedade, v. 20, n. 2, 2017.

MA'ARFI, F.; KHAN, M. Y.; HUSAIN, A.; KHANAM, A.; HASAN, Z. Contamination of
water resources with potentially toxic elements and human health risk
assessment: Part 1. In: AHAMAD, A.; SIDDIQUI, S. I.; SINGH, P (eds.).
Contamination of Water: Health Risk Assessment and Treatment Strategies.
Academic Press, 2021. 612 p.

NAYAR, R. Assessment of water quality index and monitoring of pollutants by
physico-chemical analysis in water bodies: A review. International Journal of
Engineering Research and Technology, v. 9, n. 1, 2020.

NOZAKI, V. T. Análise do setor de saneamento básico no Brasil. Dissertação
(Mestrado em Economia Aplicada) - Faculdade de Administração, Economia e
Contabilidade de Ribeirão, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2007.

PARANÁ. Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH. Resolução nº 102, de 19 de Julho de 2017. Aprova o enquadramento dos corpos de água superficiais na área de abrangência do Comitê das Bacias dos rios Cinzas, Itararé, Paranapanema 1 e 2, em classes, de acordo com os usos preponderantes. Diário Oficial do Estado, 2017.

PARANÁ. Decreto Estadual nº 5.427, de Publicado no Diário Oficial nº 8061 de 22 de Setembro de 2009. Institui o Comitê das Bacias do Rio Cinzas, Itararé, Paranapanema 1 e 2 - CBH Norte Pioneiro, através da designação de seus representantes. Diário Oficial do Estado, 2009.

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

PARANÁ. Lei Estadual nº 12.726, de 26 de novembro de 1999. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos e adota outras providências. Diário Oficial do Estado, 1999.

PARANÁ. Lei Estadual nº 20.070, de 18 de Dezembro de 2019. Autoriza a incorporação do Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná e do Instituto das Águas do Paraná, pelo Instituto Ambiental do Paraná, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado, 2019.

PIMENTEL, R. G. R.; CELLA, R. S. Influência de indicadores de desempenho nos serviços de abastecimento de água municipal no contexto da Agenda 2030. Revista do Tribunal de Contas da União, v.1, n. 151, p. 64-93, 2023.

QUADRA, G. R.; TEIXEIRA, J. R. P. V. A.; BARROS, N.; ROLAND, F.; AMADO, A. M. Water pollution: One of the main limnology challenges in the anthropocene. Acta Limnologica Brasiliensia, v. 31, 2019.

RAUBER, D.; CRUZ, J. C. Gestão de recursos hídricos: uma abordagem sobre os comitês de bacia hidrográfica. Revista Paranaense de Desenvolvimento, v. 34, n. 125, p. 123-140, 2013.

SUN, S.; WANG, Y.; LIU, J.; CAI, H.; WUB, P.; GENG, Q.; XU, L. Sustainability assessment of regional water resources under the DPSIR Framework. Journal of Hydrology, v. 532, p. 140-148, 2016.

ROCHA, N. C. V. Avaliação da sustentabilidade hídrica segundo os modelos de uso e ocupação do território na bacia do Rio Guamá-Pará, Amazônia Oriental. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2017.

RODRIGUES, L. C.; NEVES, S. M. A. S.; SCHAFFRATH, V. R.; KREITLOW, J. P. Indicadores de sustentabilidade ambiental sistematizados pelo modelo Pressão-Estado-Resposta (PER) na Bacia Hidrográfica do Alto Iguaçu, PR. O Espaço Geográfico em Análise, v. 50, n. 4, p. 62-83, 2021.

SILVA, J. R. Políticas públicas para o saneamento básico nacional: A problemática da universalização. Revista Cadernos de Economia, v. 21, n. 37, p. 87-109, 2017.

SUGAHARA, C. R.; FERREIRA, D. H. L.; MENDES, J. P. Análise dos indicadores de sustentabilidade para a gestão da segurança hídrica nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari, e Jundiaí. Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental, v. 12, p. 1-22, 2023.

SUGAHARA, C. R.; GUEDES, W. P.; FERREIRA, D. H. L. Indicadores e saneamento básico no município de Campinas. Grifos, v. 32, n. 58, 2023.

SUGAHARA, C. R.; JUCÁ, L. B. Q.; MARTINS, A. M.; MARIOSIA, D. F. Avaliação da sustentabilidade do Plano de Bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí 2020-2035: análise dos indicadores de disponibilidade e demandas hídricas. Gestão & Regionalidade, v. 37, n. 112, p. 301-318, 2021.

TEIXEIRA JÚNIOR, W. Avaliação de indicadores de sustentabilidade hídrica de Rondonópolis MT. Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade, v. 10, n. 5, p. 105-127, 2016.

TUCCI, C. E. M. Águas Urbanas. Estudos Avançados. Revista USP, São Paulo, v. 22, n. 63, 2008.

TUNDISI, J. G. Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos. Revista USP, São Paulo, n. 70, p. 24-35, 2006.

VIEIRA, E. O.; SANDOVAL-SOLIS, S. Water resources sustainability index for a water-stressed basin in Brazil. Journal of Hydrology: Regional Studies, v. 19, p. 97-109, 2018.

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

ANEXO I - Área e população estimada dos municípios com área dentro da bacia hidrográfica do Rio das Cinzas, referente aos anos de 2017 a 2021.

Município	Área (km²)	População estimada (hab.)				
		2017	2018	2019	2020	2021
Abatiá	228,72	7.768	7.507	7.457	7.408	7.360
Andirá	235,94	20.769	20.139	20.031	19.926	19.823
Arapoti	1.358,18	27.906	27.925	28.115	28.300	28.480
Bandeirantes	445,19	32.486	31.526	31.367	31.211	31.061
Barra do Jacaré	115,86	2.828	2.781	2.781	2.781	2.781
Carlópolis	451,42	14.431	14.283	14.320	14.356	14.391
Congoninhas	535,96	8.821	8.777	8.818	8.857	8.896
Conselheiro Mairinck	204,71	3.866	3.843	3.860	3.876	3.891
Cornélio Procópio	635,10	48.677	47.847	47.845	47.842	47.840
Curiúva	576,26	15.004	15.003	15.101	15.196	15.289
Figueira	129,77	8.177	7.845	7.770	7.696	7.625
Guapirama	189,10	3.934	3.820	3.802	3.784	3.767
Ibaiti	898,22	31.095	31.142	31.364	31.644	31.854
Itambaracá	207,34	6.819	6.616	6.582	6.549	6.516
Jaboti	139,28	5.255	5.244	5.274	5.303	5.332
Jacarezinho	602,53	40.263	39.435	39.378	39.322	39.268
Jaguariaíva	1.453,07	34.822	34.683	34.857	35.027	35.192
Japira	187,80	5.084	4.995	4.994	4.930	4.929
Joaquim Távora	289,17	11.731	11.803	11.908	12.009	12.108
Jundiá do Sul	320,82	3.430	3.315	3.292	3.269	3.248
Nova Fátima	283,42	8.356	8.170	8.153	8.136	8.120
Pinhalão	220,63	6.440	6.327	6.326	6.324	6.323
Piraí do Sul	1.345,42	25.277	25.291	25.463	25.617	25.779
Quatiguá	112,69	7.472	7.420	7.449	7.477	7.504
Ribeirão Claro	629,22	10.941	10.693	10.668	10.645	10.622
Ribeirão do Pinhal	374,73	13.557	13.112	13.029	12.948	12.869
Santa Amélia	78,05	3.603	3.385	3.324	3.266	3.208
Santa Mariana	427,19	12.307	11.829	11.724	11.622	11.523
Santo Antônio da Platina	721,47	45.819	45.728	45.993	46.251	46.503
Sapopema	677,61	6.905	6.751	6.736	6.722	6.708
Siqueira Campos	278,04	20.508	20.778	21.016	21.249	21.476
Tomazina	591,44	8.470	8.032	7.918	7.807	7.699
Ventania	819,33	11.407	11.703	11.892	12.088	12.267
Wenceslau Braz	397,92	19.856	19.444	19.414	19.386	19.358
Total	16.161,60	534.084	527.192	528.021	528.824	529.610

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2024).

ANEXO II - Demanda de retirada de água, por setor, dos municípios que compõe a bacia hidrográfica do Rio das Cinzas, referente ao ano de 2017.

Município	Demanda de retirada de água (m³/s)							Total
	AU ¹	AR ²	IT ³	M ⁴	GT ⁵	DA ⁶	AI ⁷	
Abatiá	0,01362	0,00186	0,00058	0,00000	0,00000	0,01252	0,00211	0,03069
Andirá	0,06105	0,00097	0,00331	0,00000	0,00000	0,00249	0,02594	0,09376
Arapoti	0,03886	0,00348	0,03232	0,00005	0,00000	0,08246	0,00674	0,16391
Bandeirantes	0,12201	0,00328	0,00582	0,00001	0,00000	0,01061	0,00797	0,14970
Barra do Jacaré	0,00468	0,00090	0,00052	0,00000	0,00000	0,00823	0,00418	0,01851
Conselheiro Mairinck	0,00484	0,00139	0,00001	0,00000	0,00000	0,01802	0,01325	0,03751
Cornélio Procópio	0,11709	0,00141	0,01485	0,00062	0,00000	0,02033	0,00461	0,15891
Figueira	0,01324	0,00131	0,00069	0,13516	0,34637	0,00602	0,00005	0,50284
Guapirama	0,00536	0,00106	0,00138	0,00023	0,00000	0,01873	0,00069	0,02745
Ibaiti	0,04701	0,00559	0,00577	0,00001	0,00000	0,06772	0,01034	0,13644
Jaboti	0,00558	0,00211	0,00105	0,00000	0,00000	0,01426	0,00267	0,02567
Japira	0,00570	0,00223	0,00161	0,00000	0,00000	0,01698	0,00208	0,02860
Joaquim Távora	0,01735	0,00272	0,02065	0,00000	0,00000	0,04315	0,02913	0,11300
Jundiá do Sul	0,00308	0,00173	0,00000	0,00000	0,00000	0,02869	0,00351	0,03701
Nova Fátima	0,01126	0,00170	0,00036	0,00000	0,00000	0,01268	0,04973	0,07573
Pinhalão	0,00717	0,00235	0,00074	0,00000	0,00000	0,01322	0,00049	0,02397
Quatiguá	0,01421	0,00071	0,00503	0,00001	0,00000	0,01907	0,00388	0,04291
Ribeirão do Pinhal	0,02094	0,00212	0,00106	0,00000	0,00000	0,02159	0,00097	0,04668
Santa Amélia	0,00798	0,00080	0,00099	0,00000	0,00000	0,00259	0,00280	0,01516
Santa Mariana	0,01908	0,00442	0,00089	0,00001	0,00000	0,00270	0,02257	0,04967
Santo Antônio da Platina	0,07924	0,00559	0,02034	0,00005	0,00000	0,07146	0,00702	0,18370
Tomazina	0,00736	0,00486	0,00077	0,00010	0,00000	0,05037	0,00286	0,06632
Wenceslau Braz	0,02795	0,00381	0,00163	0,00000	0,00000	0,01937	0,01431	0,06707
Total	0,65466	0,05640	0,12037	0,13625	0,34637	0,56326	0,21790	2,09521

1 Abastecimento urbano - AU; 2 Abastecimento rural - AR; 3 Indústria de transformação - IT; 4 Mineração - M; 5 Geração termoeletrica - GT; 6 Dessedentação animal - DA; e, 7 Agricultura irrigada - AI.

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas (2018) e Agência Nacional de Águas (2019).

ANEXO III - Demanda de retirada de água, por setor, dos municípios que compõe a bacia hidrográfica do Rio das Cinzas, referente ao ano de 2021.

Município	Demanda de retirada de água (m³/s)							Total
	AU ¹	AR ²	IT ³	M ⁴	GT ⁵	DA ⁶	AI ⁷	
Abatiá	0,01317	0,00156	0,00049	0,00000	0,00000	0,01405	0,00210	0,03137
Andirá	0,05853	0,00066	0,00306	0,00000	0,00000	0,00296	0,02419	0,08940
Arapoti	0,04023	0,00302	0,03851	0,00005	0,00000	0,09961	0,00715	0,18857
Bandeirantes	0,11737	0,00267	0,00566	0,00002	0,00000	0,01264	0,00936	0,14772
Barra do Jacaré	0,00473	0,00079	0,00051	0,00000	0,00000	0,01074	0,00500	0,02177
Conselheiro Mairinck	0,00483	0,00140	0,00001	0,00000	0,00000	0,02082	0,01407	0,04113
Cornélio Procópio	0,11567	0,00071	0,01471	0,00081	0,00000	0,02366	0,00444	0,16000
Figueira	0,01232	0,00118	0,00071	0,19935	0,30580	0,00682	0,00005	0,52623
Guapirama	0,00518	0,00095	0,00121	0,00005	0,00000	0,02231	0,00066	0,03036
Ibaiti	0,04905	0,00497	0,00515	0,00000	0,00000	0,07538	0,00975	0,14430
Jaboti	0,00582	0,00200	0,00105	0,00000	0,00000	0,01583	0,00196	0,02666
Japira	0,00581	0,00201	0,00143	0,00000	0,00000	0,01941	0,00220	0,03086
Joaquim Távora	0,01830	0,00253	0,02115	0,00000	0,00000	0,04917	0,03418	0,12533
Jundiá do Sul	0,00288	0,00164	0,00000	0,00000	0,00000	0,03183	0,00324	0,03959
Nova Fátima	0,01095	0,00158	0,00032	0,00000	0,00000	0,01474	0,05192	0,07951
Pinhalão	0,00727	0,00209	0,00061	0,00000	0,00000	0,01562	0,00052	0,02611
Quatiguá	0,01430	0,00065	0,00451	0,00002	0,00000	0,02235	0,00394	0,04577
Ribeirão do Pinhal	0,02019	0,00170	0,00094	0,00001	0,00000	0,02499	0,00092	0,04875
Santa Amélia	0,00730	0,00065	0,00089	0,00000	0,00000	0,00309	0,00270	0,01463
Santa Mariana	0,01807	0,00395	0,00087	0,00002	0,00000	0,00291	0,01979	0,04561
Santo Antônio da Platina	0,08136	0,00491	0,01792	0,00012	0,00000	0,08039	0,00746	0,19216
Tomazina	0,00698	0,00421	0,00064	0,00011	0,00000	0,05674	0,00236	0,07104
Wenceslau Braz	0,02747	0,00332	0,00137	0,00000	0,00000	0,02210	0,01250	0,06676
Total	0,64778	0,04915	0,12172	0,20056	0,30580	0,64816	0,22046	2,19363

1 Abastecimento urbano - AU; 2 Abastecimento rural - AR; 3 Indústria de transformação - IT; 4 Mineração - M; 5 Geração termoeletrica - GT; 6 Dessedentação animal - DA; e, 7 Agricultura irrigada - AI.

Fonte: Adaptado de agência Nacional de Águas (2018) e Agência Nacional de Águas (2019).

ANEXO IV - Pontuação atribuída aos quesitos da dimensão de desempenho do sistema de gerenciamento de recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio das Cinzas.

Indicador	Quesito	Valor	Pontuação
Comitê de bacia hidrográfica	Nenhuma ação no sentido de criação do comitê na bacia	0	
	Existência de Decreto de criação do comitê de bacia hidrográfica	0,25	X
	Existência de informações sobre composição do comitê, contendo: entidades, membros, mandatos e informações de contato	0,25	X
	Composição do comitê de bacia hidrográfica de acordo com o estabelecido no Art. 8 da Resolução nº 5/2000 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos	0,25	X
	Disponibilização de informações sobre atuação do Comitê: atas de reuniões, convocatórias e/ou relatórios de atividades	0,25	X
Plano de recursos hídricos	Nenhuma ação no sentido de elaboração do plano de recursos hídricos da bacia	0	
	Proposta ou elaboração de plano de recursos hídricos da bacia em análise pelo comitê de bacia hidrográfica	0,25	
	Plano de recursos hídricos da bacia aprovado pelo comitê de bacia hidrográfica	0,40	X
	O plano de recursos hídricos da bacia contempla os requisitos mínimos apontados no Art. 7 da Lei das Águas	0,30	X
	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	X
Outorga	Nenhuma ação no sentido de implantação da outorga na bacia	0	
	Sistema de cadastro de outorgas e usuários, disponibilizando informações sobre volumes outorgados	0,25	X
	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 comitê de bacia hidrográfica e conselho de recursos hídricos	0,25	X
	Implementados critérios e normas para outorga, estabelecidos pela agência de águas	0,25	X
	Implementados critérios para os usos considerados insignificantes e não sujeitos a outorga, estabelecidos pela agência de águas	0,25	X
Cobrança	Nenhuma ação no sentido de implantação da cobrança na bacia	0	
	Proposta ou elaboração de cobrança em análise pelo comitê de bacia hidrográfica	0,25	X
	Cobrança aprovada pelo comitê de bacia hidrográfica	0,40	
	Cobrança aprovada pelo conselho de recursos hídricos	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 ou elaboração de enquadramento em análise pelo comitê de bacia hidrográfica	0,25	
	Enquadramento aprovado pelo comitê de bacia hidrográfica	0,40	X
	Enquadramento aprovado pelo conselho de recursos hídricos	0,30	X
	Definição de classes de corpos de água em dispositivos legais, estabelecidas pelo comitê de bacia hidrográfica e/ou pela agência de águas	0,30	X
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	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
Média			0,875

Fonte: Autoria própria (2024).

ANEXO V - Valores obtidos para o indicador “Atendimento de água”, no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, referente ao período de 2017 a 2021.

Município	Atendimento de água (%)				
	IN055_AE				
	2017	2018	2019	2020	2021
Abatiá	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Andirá	93,89	93,89	93,89	93,89	93,89
Arapoti	92,94	94,21	95,01	96,42	98,14
Bandeirantes	88,19	88,19	88,64	100,00	100,00
Barra do Jacaré	88,47	92,48	93,96	95,11	95,68
Conselheiro Mairinck	84,20	84,86	85,93	89,47	96,12
Cornélio Procópio	99,99	99,99	99,99	99,99	99,99
Figueira	99,99	99,99	99,99	99,99	99,99
Guapirama	99,99	99,99	99,99	99,99	99,99
Ibaiti	90,02	92,24	92,95	94,08	95,42
Jaboti	96,40	99,28	99,99	99,99	99,99
Japira	67,70	69,97	72,83	75,21	76,85
Joaquim Távora	99,98	99,98	99,98	99,98	99,98
Jundiá do Sul	82,42	86,52	86,85	90,39	91,69
Nova Fátima	95,74	100,00	81,39	82,28	83,12
Pinhalão	85,56	89,55	91,69	94,02	96,55
Quatiguá	99,99	99,99	99,99	99,99	99,99
Ribeirão do Pinhal	99,98	99,98	99,98	99,98	99,98
Santa Amélia	95,84	99,99	99,99	99,99	32,07
Santa Mariana	99,98	99,98	99,98	99,98	99,98
Santo Antônio da Platina	99,85	99,98	99,98	99,98	99,98
Tomazina	55,62	59,62	61,33	63,47	65,35
Wenceslau Braz	90,35	93,52	95,50	96,53	98,32
Média	91,61	93,23	93,04	94,38	92,31

Fonte: Adaptado de Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (BRASIL, 2017; BRASIL, 2018; BRASIL, 2019; BRASIL, 2020a; BRASIL, 2021).

ANEXO VI - Valores obtidos para o indicador “Perda de água na rede”, no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, referente ao período de 2017 a 2021.

Município	Perda de água na rede (%)				
	IN049_AE				
	2017	2018	2019	2020	2021
Abatiá	43,41	41,86	37,82	31,90	26,69
Andirá	60,51	67,62	61,96	60,77	20,01
Arapoti	28,48	27,75	25,19	24,71	24,13
Bandeirantes	64,09	62,99	62,04	60,15	63,46
Barra do Jacaré	29,07	31,02	32,80	30,18	39,09
Conselheiro Mairinck	33,42	28,67	31,97	22,07	23,15
Cornélio Procópio	35,57	36,88	33,70	33,47	36,36
Figueira	40,03	36,59	30,42	31,82	31,77
Guapirama	27,46	24,93	21,88	25,55	29,04
Ibaiti	35,04	33,24	29,76	30,88	32,19
Jaboti	31,19	24,69	26,56	26,92	26,68
Japira	33,93	30,12	32,11	27,66	30,56
Joaquim Távora	36,65	30,23	23,74	20,78	19,11
Jundiá do Sul	24,19	21,02	18,12	22,77	19,60
Nova Fátima	4,35	4,35	57,25	56,47	48,17
Pinhalão	28,13	24,54	23,65	24,70	15,49
Quatiguá	32,90	29,86	25,53	24,90	24,08
Ribeirão do Pinhal	22,76	26,35	32,41	32,12	39,07
Santa Amélia	37,96	36,76	41,22	35,95	39,47
Santa Mariana	34,49	37,17	29,54	30,28	38,29
Santo Antônio da Platina	34,70	34,19	36,33	37,40	38,07
Tomazina	19,51	19,41	20,54	18,27	15,93
Wenceslau Braz	27,16	27,77	27,38	25,35	27,16
Média	33,26	32,09	33,13	31,96	30,76

Fonte: Adaptado de Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (BRASIL, 2017; BRASIL, 2018; BRASIL, 2019; BRASIL, 2020a; BRASIL, 2021).

ANEXO VII - Valores obtidos para o indicador “Atendimento de esgoto”, no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, referente ao período de 2017 a 2021.

Município	Atendimento de esgoto (%)				
	IN056_AE				
	2017	2018	2019	2020	2021
Abatiá	15,45	17,32	17,43	18,22	18,34
Andirá	49,59	74,01	74,22	74,61	56,15
Arapoti	63,93	68,59	70,56	71,19	75,00
Bandeirantes	87,31	88,19	88,64	100,00	100,00
Barra do Jacaré	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Conselheiro Mairinck	64,28	76,11	77,46	77,92	83,22
Cornélio Procopio	99,99	99,99	99,99	99,99	99,99
Figueira	11,91	12,42	12,42	12,66	12,97
Guapirama	1,07	56,47	74,51	85,84	91,37
Ibaiti	17,19	18,51	20,21	20,44	20,65
Jaboti	0,00	0,00	9,08	8,75	8,93
Japira	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Joaquim Távora	84,40	91,65	91,90	92,60	93,34
Jundiá do Sul	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nova Fátima	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pinhalão	3,60	3,71	3,67	3,61	3,61
Quatiguá	48,92	54,42	55,54	64,79	65,14
Ribeirão do Pinhal	58,70	64,15	73,84	74,59	76,03
Santa Amélia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Santa Mariana	57,40	62,25	64,87	69,41	70,69
Santo Antônio da Platina	91,91	94,28	95,73	98,70	99,29
Tomazina	42,74	46,00	47,74	49,30	50,76
Wenceslau Braz	29,26	35,86	47,98	59,85	60,86
Média	35,98	41,91	44,60	47,06	47,23

Fonte: Adaptado de Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (BRASIL, 2017; BRASIL, 2018; BRASIL, 2019; BRASIL, 2020a; BRASIL, 2021).

ANEXO VIII - Valores obtidos para o indicador “Coleta de esgoto”, no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, referente ao período de 2017 a 2021.

Município	Coleta de esgoto (%)				
	IN015_AE				
	2017	2018	2019	2020	2021
Abatiá	25,48	25,02	24,81	6,18	7,93
Andirá	54,27	48,43	63,90	82,63	39,04
Arapoti	67,79	70,78	73,02	73,20	74,47
Bandeirantes	94,91	94,94	86,48	90,93	90,40
Barra do Jacaré	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Conselheiro Mairinck	76,39	83,64	89,48	88,18	86,86
Cornélio Procópio	92,28	92,76	92,00	90,90	90,96
Figueira	11,83	11,66	11,77	11,82	11,41
Guapirama	0,12	28,07	60,64	65,32	70,69
Ibaiti	18,77	21,64	23,14	23,09	22,67
Jaboti	0,00	0,00	8,70	8,50	8,57
Japira	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Joaquim Távora	80,79	78,83	81,89	80,50	79,64
Jundiá do Sul	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nova Fátima	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pinhalão	4,31	4,13	3,83	3,82	3,59
Quatiguá	31,13	44,14	45,09	46,42	51,78
Ribeirão do Pinhal	59,18	60,25	62,67	66,15	65,20
Santa Amélia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Santa Mariana	52,53	56,79	59,34	61,83	63,44
Santo Antônio da Platina	91,90	93,59	94,14	93,70	92,73
Tomazina	75,66	78,44	78,29	79,25	78,44
Wenceslau Braz	34,11	37,67	45,13	58,17	62,98
Média	37,89	40,47	43,67	44,81	43,51

Fonte: Adaptado de Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (BRASIL, 2017; BRASIL, 2018; BRASIL, 2019; BRASIL, 2020a; BRASIL, 2021).

Recebido: 03 nov. 2024.

Aprovado: 27 nov. 2024.

DOI: 10.3895/rbpd.v14n2.18540

Como citar: TOFFOLLI, T. N.; ANTONELI, V. Aplicação de indicadores de sustentabilidade hídrica na bacia hidrográfica do Rio das Cinzas do estado do Paraná. **R. Bras. Planej. Desenv.** Curitiba, v. 14, n. 02, p. 369-405, mai./ago. 2025. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbpd>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Talles Neves de Toffoli

Praça Santos Andrade, 01 - Centro, Ponta Grossa - PR

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença CreativeCommons-Atribuição 4.0 Internacional.

