

## **XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**

### **RESERVAS HÍDRICAS DO IGUAÇU**

*Autor: Raul Alberto Marcon<sup>1</sup> ; Co-Autor: Ester Amélia de Assis Mendes<sup>2</sup> ; Co-Autor: Arnaldo Giovane Rech<sup>3</sup> ; Co-Autor: Antônio Cavalcante de Sousa Junior<sup>4</sup> ; Co-Autor: Adriana Sousa Trigo<sup>5</sup> ; Co-Autor: Carlos Alberto Takashi Onuki<sup>6</sup> ; Co-Autor: Rafael Avila Leal Medeiros<sup>7</sup>*

**Abstract:** The Iguaçu Water Reserves (RHigu) project aims to carry out environmental interventions to improve the quality of the waters of the Iguaçu River, using nature-based solutions (NbS). The project prioritizes the Upper Iguaçu basin, the protection of 3,000 hectares of floodplains and proposes a new approach to guarantee water security for this important source. Its design focuses on urban sustainability, adaptation to climate change and consists of interconnecting old sand mining pits to form “Wetland Complexes”. “Wetlands” are understood as natural ecosystems, such as marshes that have the capacity to filter and purify water. Furthermore, in this case, these complexes have the capacity to mitigate flood waves of the Iguaçu River, guarantee water reserves for drought events, reduce the direct impact of the discharge of treated effluents and protect the floodplain areas from disorderly occupation. It is worth noting that a pilot project was carried out in the WA5 pit complex, which has already shown promising results with increased water availability for treatment at the Iguaçu WTP, flood buffering capacity and serving as a replicable model for the development of the RHigu project. The project also incorporates important socio-environmental concepts such as environmental education, social inclusion and the importance of the sanitation sector in the management of natural resources.

**Keywords** – Sustainability, Wetlands, Water Security

**Resumo:** O projeto Reservas Hídricas do Iguaçu (RHigu) tem por objetivo realizar intervenções ambientais para melhorar a qualidade das águas do Rio Iguaçu, utilizando-se de soluções baseadas na natureza (SbN). O projeto prioriza a bacia do Alto Iguaçu, a proteção de 3.000 hectares de várzeas e propõe uma nova abordagem para garantir segurança hídrica deste importante manancial. A sua concepção tem por foco a sustentabilidade urbana, adaptação às mudanças climáticas e consiste na interligação de antigas cavas de mineração de areia, para formação de “Complexos de Wetlands”. Entende-se como “wetlands” (zonas úmidas) os ecossistemas naturais, como banhados que possuem a capacidade de filtrar e purificar água. No caso estes complexos possuem capacidade de mitigar ondas de cheias do Rio Iguaçu, garantir reservas hídricas para eventos de estiagem, reduzir o impacto direto do lançamento de efluentes tratados e proteger as áreas de várzeas quanto a ocupação desordenada. Destaca-se que, foi realizado um projeto piloto no complexo de cavas denominadas de WA5, que mostrou resultados promissores com o aumento da disponibilidade hídrica para tratamento na ETA Iguaçu, capacidade de amortecimento de cheias e servindo de modelo replicável para elaboração do projeto RHigu. O projeto também incorpora conceitos socioambientais importantes como a educação ambiental, inclusão social e a importância do setor do saneamento na gestão de recursos naturais.

**Palavras-Chave** – Sustentabilidade, *Wetlands* , Segurança Hídrica

1) Afiliação: Raul Alberto Marcon, Companhia de Saneamento do Paraná, (SANEPAR), [ramarcon@sanepar.com.br](mailto:ramarcon@sanepar.com.br)

2) Afiliação: Ester Amélia Assis Mendes, Companhia de Saneamento do Paraná, (SANEPAR), [esteram@sanepar.com.br](mailto:esteram@sanepar.com.br)

3) Afiliação: Arnaldo Giovane Rech, Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), [arnaldogrech@sanepar.com.br](mailto:arnaldogrech@sanepar.com.br)

4) Afiliação: Antônio Cavalcante de Sousa Junior, Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), [asouza@sanepar.com.br](mailto:asouza@sanepar.com.br)

5) Afiliação: Adriana Sousa Trigo, Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar), [adrianast@sanepar.com.br](mailto:adrianast@sanepar.com.br)

6) Afiliação: Carlos Alberto Takashi Onuki, Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar), [carlos.onuki@sanepar.com.br](mailto:carlos.onuki@sanepar.com.br)

7) Afiliação: Rafael Avila Leal Meireles, Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar), [rafael.meirelles@sanepar.com.br](mailto:rafael.meirelles@sanepar.com.br)

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o setor de infraestrutura em saneamento básico tem papel central na solução dos problemas de sustentabilidade urbana. Contudo, estes ativos possuem longos ciclos de vida, ou seja, as decisões tomadas hoje terão impacto por décadas à frente (Brasil, 2022).

Nesse contexto, a segurança hídrica é afetada pelas adversidades tais como mudanças climáticas, subdesenvolvimento econômico e pressões sobre a biodiversidade, onde estes são os fatores limitantes do desejado desenvolvimento sustentável nos centros urbanos. (Robért, 2017, p.17)

Um dos maiores desafios para o setor de saneamento básico consiste nos investimentos sustentáveis, que permitam reduzir o hiato no desenvolvimento de uma determinada região, preservar os recursos naturais e promover a segurança hídrica aos centros urbanos (Brasil, 2022).

Diante da complexidade entre as interações das infraestruturas de saneamento básico com a sociedade e o meio ambiente, torna-se imprescindível a atuação do setor na mitigação de impactos ambientais e sociais, advindos da operação dos seus sistemas de abastecimento de água ou de esgotamento sanitário (Marcon; Gregório; Gobbi, 2025).

Na bacia hidrográfica do Alto Iguaçu observa-se os fortes impactos gerados pelas atividades antrópicas, que impõem ao concessionário a crescente necessidade de criar soluções inovadoras que vão além dos seus processos tradicionais do saneamento básico.

No projeto Reservas Hídricas do Iguaçu, as ações relacionadas a mitigação da degradação ambiental dos recursos naturais, tem foco na preservação do principal insumo da atividade de saneamento básico que é a água *in-natura*, através de soluções baseadas na natureza.

As “*wetlands*” são consideradas soluções baseadas na natureza (SbN) que podem fornecer um número infinito de serviços com grande valor social, econômico e ambiental (THORSLUND et al. 2017). Por exemplo, melhorar a segurança hídrica e oferecer co-benefícios vitais em todos os aspectos do desenvolvimento sustentável.

Segundo Kadlec e Wallace (2009), “*wetlands*” podem ser definidas como áreas inundadas ou saturadas por água superficial ou do lençol freático em frequência ou duração suficientes para proporcionar a inundação e que, em circunstâncias normais, sustentam o predomínio de vegetação tipicamente adaptada à vida em condições de solos saturados, denominada macrófitas aquáticas.

Considerando o fluxo atual econômico e social, Dierwechter e Wessells (2013) destacam que trabalhar os corpos hídricos de forma mais abrangente, como áreas verdes que podem oferecer benefícios ambientais e sociais, representa obter vantagens competitivas as cidades e em especial, ao setor do saneamento básico sob diversos aspectos.

Otto (2019) complementa que, promover a revitalização de rios em áreas urbanas e periurbanas, requer estratégias que incluem parcerias público-privadas, provisionamento recursos financeiros para atrair investimentos e para unificar conceitos de infraestruturas verdes, urbanismo e bem-estar social.

## 2 PROJETO RESERVAS HIDRICAS DO IGUAÇU

O projeto RH Iguaçu engloba o desenvolvimento de ações voltadas a resiliência e adaptação às mudanças climáticas. Onde, sucintamente incluem a interligação das antigas cavas do Rio Iguaçu para a formação de complexos de “*wetlands*” e áreas de amortecimento de lançamento de efluentes.

Para elaboração deste projeto foram consideradas diversas abordagens, como a pressão por ocupação populacional, cenários de seca e estiagem, melhoria da qualidade de água, vulnerabilidade socioambiental (mitigação de cheias), pressão por demanda hídrica, mineração, preservação e conservação ambiental.



Encontra-se no escopo do projeto elementos urbanísticos e sua integração com os recursos hídricos, incluindo áreas para recreação e lazer, como forma de disciplinar a ocupação das cabeceiras e várzeas, com a proteção da vegetação existente. São apresentadas, também, áreas relevantes para recarga de aquífero e áreas de refúgio de fauna e flora, estes elementos em conjunto permitem a formação de corredores de biodiversidade.

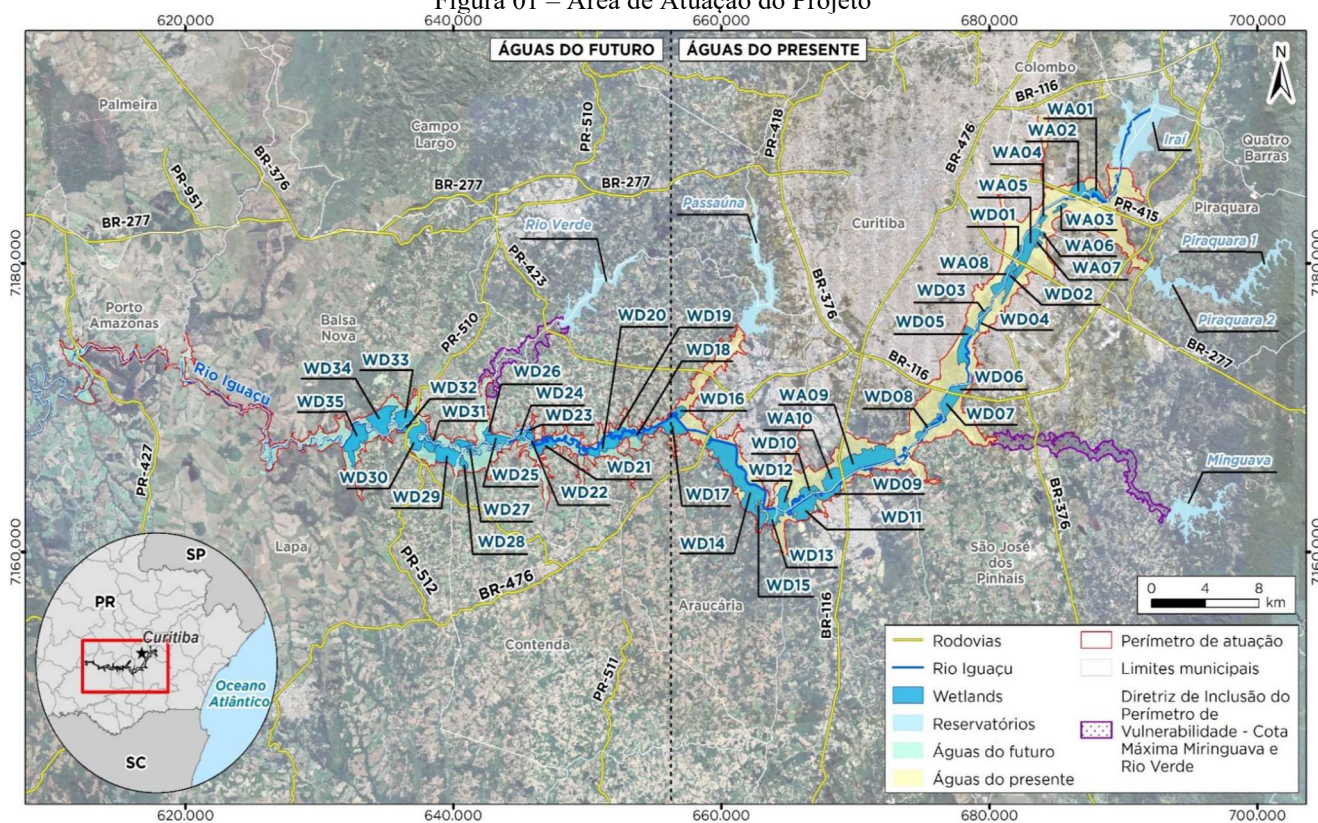
O primeiro mapeamento da Reserva Hídrica estabeleceu uma área de atuação ao longo do Rio Iguaçu, subdividindo-a em duas grandes áreas chamadas de águas do presente e águas do futuro. Para conceber o projeto com essa configuração, foi necessário adotar algumas premissas técnicas que levaram às definições: “*wetlands*” para abastecimento e “*wetlands*” para diluição.

As “*wetlands*” de abastecimento (WA) são assim classificadas pela qualidade de suas águas, por estarem mais a montante na bacia do Alto Rio Iguaçu, onde as várzeas e as cavas apresentam potencial de reservas hídricas, naturais ou adaptadas, para servirem como alternativa em épocas de secas ou intercorrências na qualidade das águas dos mananciais, ora utilizadas ao abastecimento público.

Já as “*wetlands*” de diluição (WD) estão situadas mais a jusante na bacia, sob influência significativa da densa ocupação antrópica, onde as águas do Rio Iguaçu já apresentam cargas de poluição mais elevadas, provenientes de lançamento de efluentes tratados e diferentes fontes difusas, que atualmente superam a capacidade de autodepuração do rio.

As áreas de interesse estão selecionadas e constam na Figura 01. Estes complexos são os formadores uma reserva hídrica estratégica, para os períodos em que houver escassez de água, bem como, dispositivos de contenção de cheias do Rio Iguaçu.

Figura 01 – Área de Atuação do Projeto



(Fonte: Sanepar, 2024)

Em resumo, o projeto visa promover a recuperação de complexos de cavas naturais e originadas da extração mineral na região metropolitana de Curitiba, através de Soluções baseadas na Natureza – SbN. E com isso, intensificar suas características de “*wetlands*”, visando a melhoria ambiental do Rio Iguaçu, com ganhos relacionados à segurança hídrica e sustentabilidade urbana.

Busca promover a recuperação de áreas úmidas do Rio Iguaçu, proporcionando a formação de corredores hídricos e de biodiversidade, a partir da região montante da Bacia do Alto Iguaçu até a região da escarpa devoniana no município de Porto Amazonas-PR.

Trata-se de um projeto de intervenção socioambiental de grande extensão territorial, que busca identificar as oportunidades e vulnerabilidades relacionadas ao gerenciamento hídrico da bacia do Alto Iguaçu, com vistas a melhorar as condições ambientais quanto ao abastecimento público e a diluição de efluentes.

### **3 METODOLOGIA PROJETO PILOTO (AW3)**

Como a área total com potencial de intervenção direta foi estimada em 20.000 hectares, sendo estas as áreas de estudo do projeto RHIGu. Verificou-se que estes complexos de cavas possuem características distintas de fauna, flora, ocupação, área inundada e emersa, além das áreas de vegetação passíveis de recuperação.

No caso, tem-se um fator limitante importante, quanto a inviabilidade econômica de realizar o diagnóstico para caracterização da área total de 20.000 hectares. Desta forma, para mitigação do fator limitante, optou-se em constituir o projeto em módulos “replicáveis”, com base nos conceitos de modelagem paramétrica, denominado de “*urbanismo paramétrico*” (Amorim, 2016, p.483).

Suscintamente, este modelo paramétrico denominado de “módulos replicáveis”, trata-se de representar de uma forma consistente e sem ambiguidades, mesmo que genérica, mas que a metodologia adotada permita a modelagem de vários tipos de complexos de cavas, visando selecionar as áreas de maior interesse socioambiental do projeto RHIGu.

O módulo replicável focaliza a modelagem paramétrica proposta, baseadas em critérios técnicos que caracterizam a origem, as principais características das cavas, condições de entorno, ocupação, vegetação e com a representação das soluções disponíveis mais adequadas, isso para geração de serviços ambientais.

Como resultado do método paramétrico obteve a seleção de 3.000 hectares com potencial para implantação de *wetlands*, sejam com a funcionalidade de “*abastecimento ou diluição*” para o projeto. Isso considerando dados secundários quanto os aspectos hidrológicos, fundiários, conurbação, zoneamento e legislação ambiental, visando subsidiar o desenvolvimento do projeto RHIGu na escolha preliminar das áreas de estudo.

Outro fator limitante encontrado durante o desenvolvimento do projeto RHIGu, consistiu na formação das composições de custos, isso quanto a intervenções necessárias e de manutenção dos complexos de cavas, para tal recorreu-se a implementação de um projeto piloto, denominado AW3.

De acordo com Kitchenham et al. (1995), justifica-se a adoção de um projeto piloto tendo em vista a necessidade de se avaliar os benefícios a serem alcançados, quais métodos de manejo destes complexos de cavas e quais critérios construtivos devem ser adotados, além de ser uma forma econômica e efetiva para assegurar que o projeto propiciará os resultados desejados.

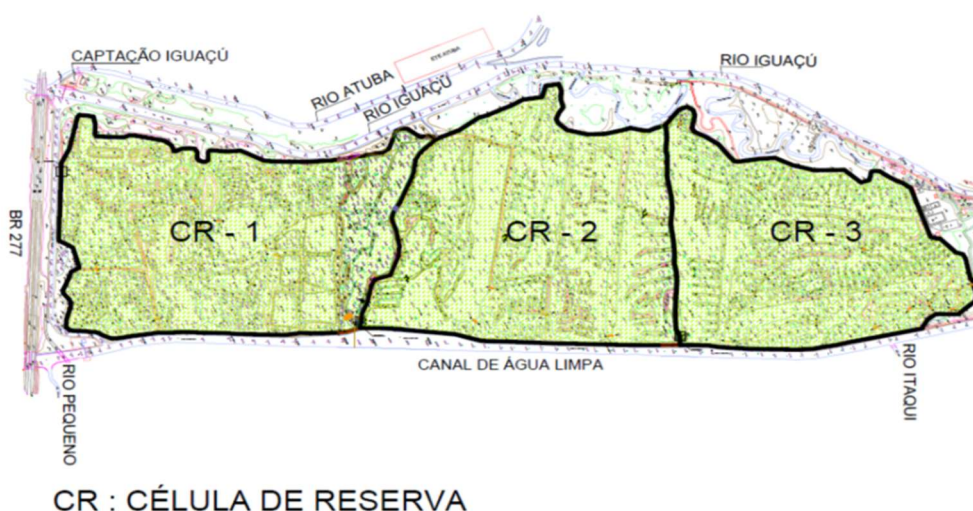
Desta forma, almejando desenvolver as metodologias aplicáveis a região, foi antecipada a implantação de um conjunto de cavas denominado AW3, servindo como referencial para os produtos estabelecidos como mínimos no projeto das Reservas Hídricas do Iguaçu.



Na Figura 2 ilustra-se o conjunto de cavas denominadas complexo AW3, onde para triagem de cada complexo de cavas, utilizou-se como critérios de similaridade e/ou continuidade da vegetação nativa existente, morfologia, condições geológicas, condições de entorno, localização, situação fundiária e conurbação, que sejam semelhantes e/ou contínuas, no sentido de montante para jusante nas várzeas do Rio Iguaçu.

O complexo de cavas AW3 é formado por 03 módulos replicáveis (células) com área total de 183 hectares. A escolha provê da sua posição estratégica, próxima a captação Iguaçu, a qualidade das suas águas, Classe I (CONOMA 357/2005) e as condições hidráulicas favoráveis para seu aproveitamento como vazão incremental para o manancial.

Figura 02 – Complexo de Cavas AW3



Sucintamente, foram realizadas intervenções nas dinâmicas hídricas neste complexo de cavas, caracterizadas como uma iniciativa piloto e balizadora para os estudos posteriores. Foram realizadas interligações entre cavas e instalados dispositivos reguladores de nível e vazão, que suportam até 4.000 L/s, isso para enfrentamento dos períodos de cheias do Rio Iguaçu e possibilitar a gestão das águas entre as células (módulos replicáveis).

Na figura 03, observa-se a os dispositivos controladores de nível e vazão, assim como, as aberturas de valas para permitir a circulação das águas e seu direcionamento conforme tipo de evento climático e período de cheias ou secas.

Figura 03 – Imagem das Interligações dos Complexos de Cavas

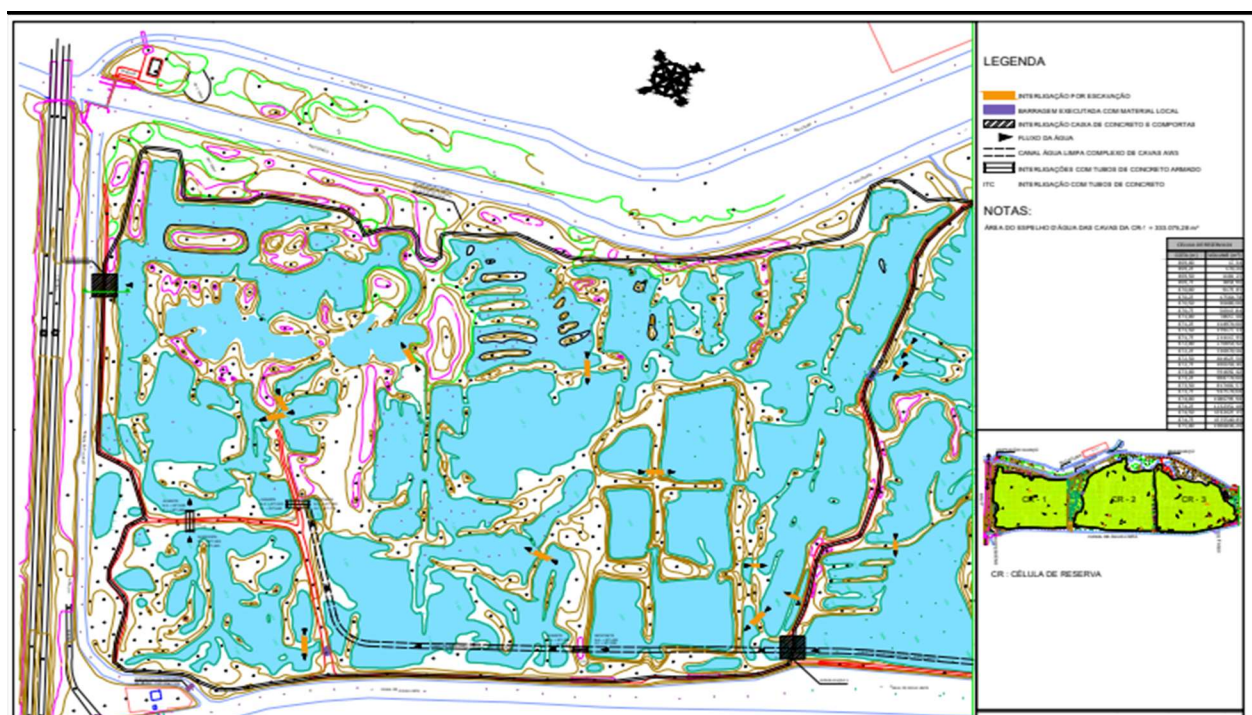


(fonte: SANEPAR,2025)

A execução do projeto piloto AW3 admitiu os necessários testes e ensaios técnicos-científicos, ora relacionados a métodos de interligação de complexos de cavas, estudos hidrológicos, levantamento florístico de vegetações aquáticas, qualidade das águas e seus possíveis uso, entre outros aspectos relevantes.

Segue, na Figura 04, o croqui de implantação de uma das célula CR -1, onde observa-se os dispositivos de controle de nível/vazão, o canal a céu aberto para direcionamento das águas e as interligações escavadas e tubuladas entre cavas.

Figura 04 – Croqui CR-1 complexo de cavas AW3



(Fonte: SANEPAR, 2025)

#### 4 RESULTADOS PARA O PROJETO RHIGU

Resumidamente, as ações implementadas no projeto piloto AW3 consistem na execução de parte das estruturas necessárias para o funcionamento destas “wetlands”, ora destinadas para abastecimento público e que subsidiaram o desenvolvimento dos projetos para os 3000 hectares na região de interesse das Reservas Hídricas do Iguaçu.

Os estudos realizados no projeto piloto AW3 expandiram-se no projeto RHIGU, em especial quanto ao levantamento de flora e fauna, dinâmica hidráulica das cavas, simulações por meio de modelos matemáticos quali-quantitativos, monitoramento do crescimento de macrófitas por meio de imageamento com drones, estudos geológicos, alcançando a desejada tipificação, abastecimento ou diluição, para cada complexo de cavas mapeados e agrupados no projeto RHIGU.

Destaca-se aqui os estudos hidrológicos, onde observou-se que estas cavas possuem 03 tipos de recarga, que são provenientes da regularidade das chuvas, das vazões de cheias sazonais do rio Iguaçu e outra significativa contribuição derivada de um aquífero aluvial aflorante.

Este afloramento advém, principalmente, da intensa exploração mineral de areia no local, jazidas estas atualmente esgotadas comercialmente, mas que expõem um aquífero com capacidade de recarga e armazenamento significativo de águas nas cavas, para o enfrentamento de eventos climáticos severos de secas.



Em decorrência da implementação do projeto piloto AW3, tem-se que as células denominadas CR 2 e CR 3 tem a finalidade de reservas hídricas, para períodos de estiagem ou abastecimento emergencial da ETA Iguaçu, e a CR 1 foi adequada para o amortecimento de ondas de cheias quando de eventos pluviométricos significativos.

E com isso, especificamente para o complexo de cavas AW3, obteve-se o incremento de disponibilidade hídrica de até 150 L/s para captação na ETA Iguaçu, detalhada na Tabela 01, considerado o período de estiagem severa (TR 100 anos), que ocorreu entre os anos de 2019 e 2021, ou seja, em um cenário conservador.

E ainda, em relação à segurança hídrica, obteve-se a formação de uma reserva emergencial, onde com pequenas intervenções permite-se o abastecimento da ETA Iguaçu, com uma vazão de até 3.000 L/s por 46 horas.

Tabela 01 – Cálculo Vazões Incrementais e Emergencial para ETA Iguaçu – AW3

TEMPO DE ABASTECIMENTO - VAZÃO MÍNIMA DE ESTIAGEM (TR 100 ANOS)					
CR-2			CR-3		
Dados	Unidade	Quantidade	Dados	Unidade	Quantidade
Cota N.A.	m	873,228	Cota N.A.	m	873,228
Cota N.A. + Reserva	m	873,528	Cota N.A. + Reserva	m	873,528
Cota N.A. Canal de Água Limpa	m	872,837	Cota N.A. Canal de Água Limpa	m	872,839
Volume Total das Cavas	m <sup>3</sup>	837.282,02	Volume Total das Cavas	m <sup>3</sup>	665.302,38
Área Úmida das Cavas (espelho água)	m <sup>2</sup>	410.309,17	Área Úmida das Cavas (espelho água)	m <sup>2</sup>	304.019,92
Vazão de projeto	l/s	150	Vazão de projeto	l/s	150
Cálculos			Cálculos		
Volume Reservado	m <sup>3</sup>	123.092,75	Volume Reservado	m <sup>3</sup>	91.205,98
Volume Útil de Contribuição	m <sup>3</sup>	283.318,48	Volume Útil de Contribuição	m <sup>3</sup>	209.317,71
Tempo de abastecimento (150 L/s)	dias	22	Tempo de abastecimento (150 L/s)	dias	16
Tempo de abastecimento (3000 L/s)	hs	26	Tempo de abastecimento (3000 L/s)	hs	20

(Autores,2025)

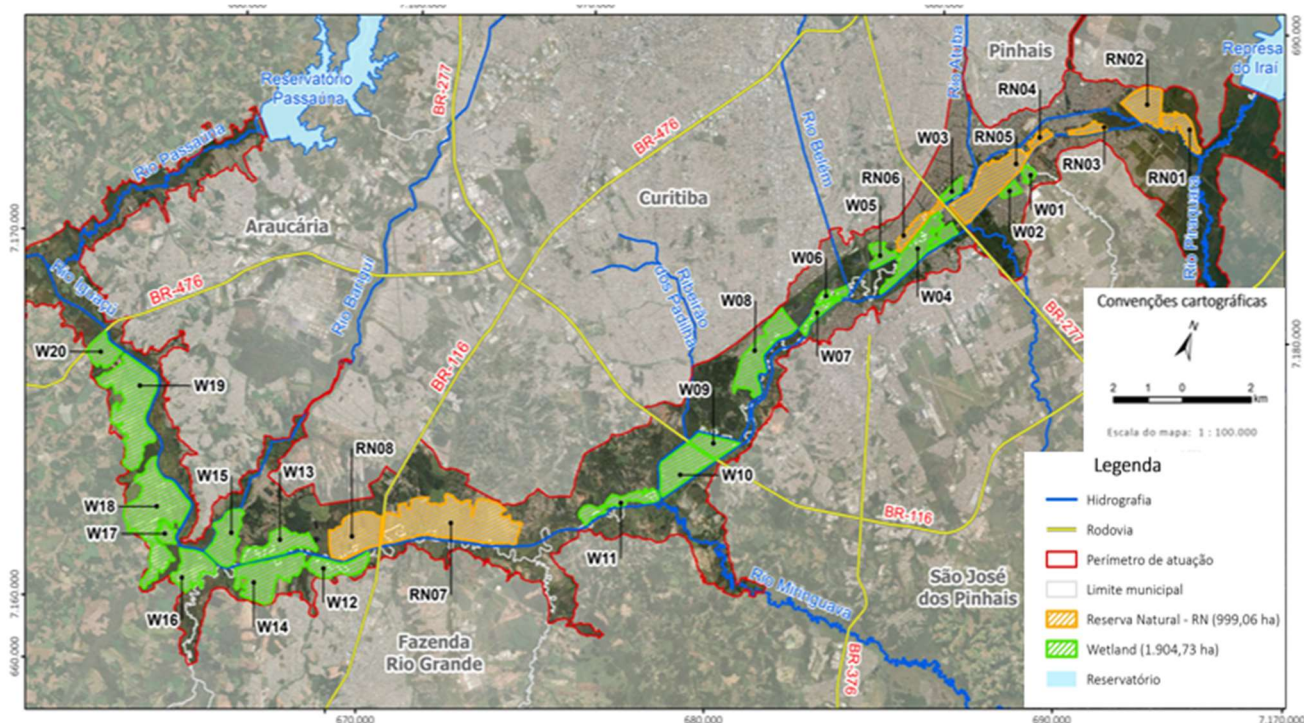
Para obtenção do volume útil de contribuição, adotou-se o limite de 0,691 metros como depleção máxima do nível natural das água nas células de reservação CR 2 e CR 3. Este limite foi estabelecido conforme estudos hidrológicos e observações dos níveis em réguas linimétricas, isso durante o período de estiagem (TR 100 anos), entre anos de 2020 e 2021, de forma a preservar as condições ambientais e mitigar impactos sobre a biota existente durante sua operação.

Desta forma, pode-se afirmar que o projeto piloto AW3 atingiu os objetivos pretendidos, onde foi possível visualizar quais estudos deveriam compor o Projeto das Reservas Hídricas do Iguaçu. Assim como, subsidiou a seleção dos 3.000 hectares de complexos de cavas e seu detalhamento, conforme Mapa Resumo dos Projeto Reservas Hídricas do Iguaçu, ilustrado nas Figura 05.

Quanto aos produtos componentes do Projeto Reservas Hídricas do Iguaçu tem-se:

- i. Proposta de Metodologia
- ii. Definição do Perímetro e Área de Atuação
- iii. Mapeamento do Usos e Ocupação do Solo
- iv. Levantamento Cadastral Fundiário
- v. Levantamento Morfológico e Hidrológico
- vi. Definição dos Complexos de Cavas
- vii. Estudo Técnico Preliminar
- viii. Anteprojeto e Estudo de Alternativas
- ix. Elementos para Licenciamento Ambiental

Figura 05 – Mapa Resumo dos Projeto Reservas Hídricas do Iguaçu



(Fonte: UNILIVRE; SANEPAR, 2025)

Portanto, obteve-se a identificação das áreas de interesse com maior potencial de viabilidade técnica-econômica e benefícios socioambientais, conforme premissas estabelecidas durante o desenvolvimento dos produtos componentes do projeto das Reservas Hídricas do Iguaçu, baseados nos experimentos do projeto piloto AW3, atualmente denominada de Reserva Natural - RN 05.

Quanto ao custo estimado por hectare de recuperação e adequação dos complexos de cavas, sejam estas destinadas como Reservas Naturais (abastecimento) ou como “*Wetland's*” (diluição de efluentes), estima-se um valor de aproximadamente R\$ 68.000,00/ ha.

Nestes custos foram previstos todas as intervenções necessárias como: legalização das áreas, interligações, dispositivos de controle de fluxo, cercas, conservação florestal, recuperação de passivos ambientais, manutenção da vegetação aquática e operação hídrica por 10 anos.

## 5 CONCLUSÃO

Quando se fala em construir “*wetlands*” ou adaptar áreas naturais visando à melhoria da qualidade da água *in-natura* de forma controlada, tem-se como base soluções baseadas na natureza (*SbN*). Estes conceitos mostram-se inovadores frente aos métodos tradicionais utilizados pelas companhias de saneamento na busca da tão desejada segurança hídrica em seus processos.

Desta forma, o projeto Reservas Hídricas do Iguaçu apresenta-se como uma alternativa de impacto positivo, porque visa contribuir na melhoria da qualidade das águas na bacia do Alto Iguaçu, com a diminuição dos impactos provenientes da poluição difusa, e conseqüentemente, proporciona um aumento da disponibilidade hídrica, isso em uma das regiões brasileiras com maior disputa por estes recursos naturais.

Quanto a inclusão social, vislumbra-se que a ressignificação destas áreas degradadas, o potencial de implantação de parques lineares e a valorização das áreas lindeiras no entorno, e ainda, promovendo a segurança da população no enfrentamento de eventos climáticos severos.



Destaca-se a viabilidade técnica de implantação, frente aos métodos adotados, onde estes foram superficialmente descritos no presente artigo e não retratam a totalidade da sua abrangência, mas são perfeitamente exequíveis, uma vez testados conforme a experiência de implantação do projeto piloto AW3.

Quanto a viabilidade econômica, os custos de implantação e operação destas infraestruturas de “wetlands” estão estimados em R\$ 3.400,00 / L/s para um período de 10 anos. Sejam estas estruturas destinadas a reservas naturais visando abastecimento público ou para diluição de efluentes tratados, não se afastando dos valores CAPEX e OPEX aceitáveis para o setor.

Conclui-se que, as quantidades e estimativas de custos obtidas por meio da modularização e replicabilidade, baseadas na experiência do projeto piloto AW3, correspondem a uma estimativa confiável, sendo que estas informações foram balizadoras do desenvolvimento do projeto RHigu.

Ressalta-se ainda, o projeto RHigu abarca o enfrentamento de riscos externos relacionados especialmente as mudanças climáticas, propõem a administração de ativos e passivos socioambientais gerados pelas atividades relativas ao saneamento básico e sugere uma nova fronteira de negócios ao saneamento ambiental.

O projeto Reserva Hídrica do Iguaçu traz a discussão o papel do setor de saneamento básico no que tange ao devido macro gerenciamento dos recursos naturais, quanto a minimização dos impactos gerados por suas atividades e a possibilidade de realização novos tipos de empreendimentos em infraestrutura urbana.

A proposta introduz novas perspectivas ao setor, tendo em vista seu caráter inovador, com abertura de negócios e/ou serviços, na promoção do desenvolvimento socioeconômico inclusivo e sustentável de determinada região, isso por meio de ações de conservação ambiental, em bacias hidrográficas com grande densidade demográfica e demanda hídrica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DE AMORIM, A. L. (2016). Cidades Inteligentes e City Information Modeling. In *XX Congreso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital (SIGraDi)* (pp. 481-488).

BRASIL, (2022). Avaliação dos atributos de sustentabilidade dos projetos de infraestrutura no Brasil, Disponível em: <https://investimentos.dth.mdic.gov.br/sustentabilidade.html>. Acessado em 15/10/2024.

COSTA, H. A. X., MAFFEO, B., & DPALMEIDA SANCHEZ, M. L. (1998). *SAME-protótipo de um sistema de apoio a modelagem da essência baseado no reuso em larga escala*. PUC.

DIERWECHTER, Y.; WESSELLS, A.T. (2013). The uneven localisation of climate action in metropolitan Seattle. *Urban Studies*, p.1368-1385.

ICMBio, (2022). Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente. Mosaicos e Corredores Ecológicos.

KADLEC, R. H.; KNIGHT, R. L.(1996). *Treatment “wetlands”*. Boca Raton, Florida: Lewis Publishers. p.893

- KADLEC,H.R.; WALLACE,D.S. “Treatment Wetlands”. (2009). CRC Press, 2.ed., p. 965
- KEIL, R.; DESFOR, G. (2003). Ecological modernisation in Los Angeles and Toronto. Local Environment 8, p.27-44.
- KITCHENHAM, B.; PICKARD, L.; PFLEEGER, S.L. (1995) Case studies for method and tool evaluation. IEEE Software, Vol. 12, Issue 4, p. 52-62.
- MARCON, A. R; GREGORIO JR, R.; GOBBI, E. F. (2025). Infraestrutura sustentável: sistema de monitoramento socioambiental. Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade. 13. P.14-28. 10.22169/mas.v13i27.1180.
- OTTO, J. (2019). “A River runs through it”: Using small urban Rivers as catalysts for revitalization in post-industrial New England cities. Projections, p.14. <https://doi.org/10.1162/00c13b77.7817f0e9>
- PHILLIPI, L. S.; SEZERINO, P. H. (2004) Aplicação de Sistemas Tipo “wetlands” no Tratamento de Águas Residuárias: Utilização de filtros plantados com macrófitas. p.144.
- ROBÉRT, K.; BROMAN, G. I.; (2017) A framework for strategic sustainable development. Journal of Cleaner Production, n. 140, p. 17-31.
- THORSLUND et al. (2017) - “Wetlands” As Large-Scale Nature-Based Solutions: Status And Challenges For Research, Engineering And Management. Ecol. Eng., 108, pp. 489-497.