RESERVAS HIDRICAS DO IGUAÇU

Raul Alberto Marcon [1]
Bacharel em Engenharia Civil - UFPR, Pós-graduação em Medicina, Meio Ambiente e Segurança do Trabalho - UTFPR (lato-sensu), Mestre em Meio Ambiente Urbano e Industrial - UFPR (stricto-sensu), Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR).
Ester Amélia de Assis Mendes [2]
Bacharel em Geologia, Esp. Gestão da Qualidade, atua na Companhia de Saneamento do Paraná, (SANEPAR).
Arnaldo Giovani Rech [3]
Bacharel em Administração, Mestre em Recursos Hídricos UTFPR (stricto-sensu), atua na Companhia de Saneamento do Paraná, (SANEPAR).
Philipe Ratton[4]
Bacharel em Engenharia Civil - UFPR, Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, atua Coordenador Setorial de Projetos · UFPR – ITTI**.**
Adriana Sousa Trigo [5]
Bacharel em Biologia - UEPG, Esp. Gestão Ambiental – FAE, Esp. Biologia - UEPG, atua na Companhia de Saneamento do Paraná, (SANEPAR).
Endereço(1): Av. Engenheiros Rebouças, 1376 - Rebouças - Curitiba - Paraná - CEP: 80215-900 - Brasil - Tel: +55 (41) 3582-2020 - Fax: +55 (41) 3330-3000 - e-mail: ramarcon@sanepar.com.br

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 na sustentabilidade urbana, adaptação às mudanças climáticas e consiste na interligação de antigas cavas de mineração de areia para formação de complexos de *"wetlands"*. Esses complexos possuem capacidade de mitigar ondas de cheias, 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. Para tal, foi realizado um projeto piloto no complexo de cavas denominadas de RN5, que já mostrou resultados promissores com o aumento da disponibilidade hídrica para tratamento na ETA Iguaçu, na capacidade de amortecimento de cheias e servindo de modelo replicável para implantação das Reservas Hidricas do Iguaçu. Destaca-se que 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. 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.

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 à 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).

Em especial 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.

A ocupação urbana da região de Curitiba, assim como em outras regiões do Brasil, priorizou a fundação de cidades próximas a rodovias, resultando no estabelecimento de grande parte das cidades em regiões de divisores de águas das bacias hidrográficas, locais onde, especificamente, há uma menor disponibilidade hídrica. Esse fator contribui de maneira determinante para os desafios enfrentados na gestão de recursos hídricos, que se tornam mais críticos diante do crescimento urbano acelerado e desordenado (UNILIVRE,2025).

A escassez de água decorre de dois aspectos interligados: a quantidade utilizada nas atividades humanas e a qualidade dessa água. Em Curitiba, esses fatores são agravados pelo uso e ocupação do solo, com desmatamento, poluição, contaminação e expansão urbana sobre planícies de inundação, impactando negativamente áreas produtoras de água (UNILIVRE,2025).

Na região, a situação é preocupante na bacia do Alto Iguaçu, que representa apenas 1,37% das águas superficiais do Paraná e sofre com a urbanização. Estudos estimam que o crescimento desordenado reduziria em 39% o potencial hídrico da região (FUNPAR/SANEPAR, 2019). Essa condição compromete tanto o abastecimento quanto a preservação de ecossistemas essenciais.

O Rio Iguaçu, o maior do Paraná, se origina da confluência dos rios Iraí e Atuba, na região leste de Curitiba, e deságua nas Cataratas do Iguaçu. Apesar de sua relevância, trechos do rio, especialmente próximos às nascentes e na bacia do Alto Iguaçu, apresentam águas comprometidas em termos de qualidade. A coloração escura, mau cheiro e presença de resíduos sólidos urbanos evidenciam a degradação hídrica, comprometendo ecossistemas e qualidade de vida.

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 do emprego de soluções baseadas na natureza (SbN).

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 socioeconômico, 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, 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 de infraestruturas para atrair investimentos e diferentes níveis de esforços para unificar conceitos de infraestruturas verdes, urbanismo e bem-estar social, embelezando o ambiente construído.

2. PROJETO RESERVAS HIDRICAS DO IGUAÇU

O projeto RHIgu 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 promover proteção das áreas contra ocupação desordenada, com criação de parques 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.
Estão no escopo do projeto elementos urbanísticos e de integração com os recursos hídricos, incluindo áreas para recreação e lazer, como forma de disciplinar a ocupação das cabeceiras e várzeas, e proteção da vegetação existente.

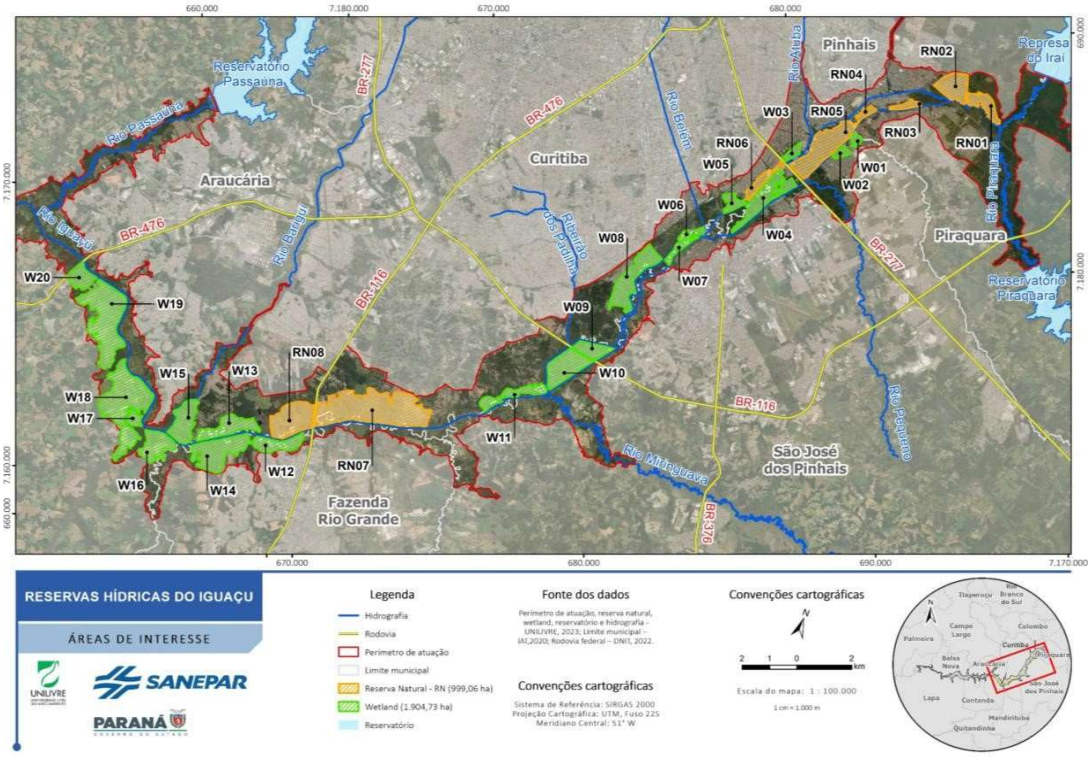
São apresentadas, também, áreas relevantes para recarga de aquífero e áreas de refúgio de fauna e flora, formadores de corredores de biodiversidade.

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.

Esses complexos de cavas foram identificados e agrupados por área de interesse e divididos em Wetlands ou Reservas Naturais (Figura 1). As 40 áreas denominadas Wetlands são áreas destinadas à melhoria da qualidade da água do rio Iguaçu ou afluentes. As 08 áreas destinadas para Reservas Naturais têm a função de contribuir para o abastecimento emergencial em momentos de escassez hídrica.

Os complexos são os formadores uma reserva hídrica estratégica para os períodos em que houver escassez de água, possibilitam a mitigação de impactos provenientes de poluição difusa, bem como, servem como dispositivos de contenção de cheias do Rio Iguaçu.

Figura 01 – Área de Atuação do Projeto



(Fonte: SANEPAR; UNILIVRE, 2025)

As **Rersevas Naturais (RN)** ou “wetlands” para abastecimento: 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 servirem como reservas hídricas, naturais ou adaptadas, para servirem como alternativa em épocas de secas ou intercorrências na qualidade das águas dos mananciais utilizadas ao abastecimento público.

Já as **“Wetlands” (W)** ou “wetland´s” para diluição: 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.

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, para intensificar suas características de "wetlands", visando a melhoria ambiental do Rio Iguaçu e os ganhos relacionados à segurança hídrica.

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 de segurança hídrica quanto ao abastecimento público e a diluição de efluentes.

3. PROJETO PILOTO RN5

Como fator limitante, tem-se o impeditivo econômico-financeiro de se realizar o diagnóstico de caracterização da área total de 20.000 hectares, onde o projeto em andamento visa obter o grau de detalhamento suficiente para elaboração dos devidos projetos executivos para até 3.000 hectares.

Como a área total de complexos com potencial de intervenção direta foi estimada em 3.000 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.

Outro fator limitante encontrado durante o desenvolvimento do projeto RHIgu, consistie 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 RN5.

Observa-se a importância de se constituir o projeto RHIgu em módulos "replicáveis", que é representar de uma forma consistente e sem ambiguidades, que permita a modelagem de vários tipos de áreas, visando selecionar as áreas de maior interesse socioambiental ao projeto. Isso com base nos conceitos de modelagem paramétrica, denominado de "urbanismo paramétrico" (Amorim, 2016, p.483).

O módulo replicável de até 100 hectares enfoca na modelagem paramétrica da proposta, baseadas em critérios técnicos que caracterizam as cavas conforme sua origem, suas principais características naturais e antrópicas, condições de entorno, ocupação, vegetação e das soluções baseadas na natureza disponíveis, ora mais adequadas para geração de serviços socioambientais desejados.

Desta forma, para desenvolver as metodologias aplicáveis a região, foi antecipada a implantação de um conjunto de cavas denominado RN5, formada por 03 modulos replicáveis de aproximadamente 60 hectares cada, servindo como referencial para escolha dos complexos de cavas formadores das RHIgu.

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 sem adotados, além de ser uma forma econômica e efetiva para assegurar que o projeto propiciará os resultados desejados.

Com a implantação de parte das intervenções e interligação de cavas na área RN5, esta iniciativa serviu como referencial para os produtos estabelecidos como mínimos no projeto das Reservas Hídricas do Iguaçu e propiciou um ambiente adequado para diversos estudos técnicos-científicos, como: a definição de métodos de manejo, mensuração dos volumes de vegetação gerados, modelos matemáticos quali-quantitativos, treinamento de inteligência artificial para reconhecimento e identificação das plantas aquáticas por meio de imagens de drone.

A área do projeto piloto (RN5) compreende uma região de interesse estratégico para a Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), que possui elevado potencial de reserva hídrica para períodos de estiagem. Essa área (RN05) está localizada entre o Rio Iraí e o Canal Extravasor, entre a Avenida Iraí (a montante) e a BR-277 (a jusante).

A extremidade sudoeste dessa área delimitada corresponde ao ponto de convergência dos rios Iraí e Atuba, próximo ao início do Rio Iguaçu, conforme ilustrado na Figura 2. A área em estudo (RN05) possui 197 ha, dos quais

aproximadamente 91 ha são formados por cavas (áreas úmidas), ou seja, 46% da área total e aproximadamente 78% das áreas das cavas (70 ha) estão cobertas por macrófitas.

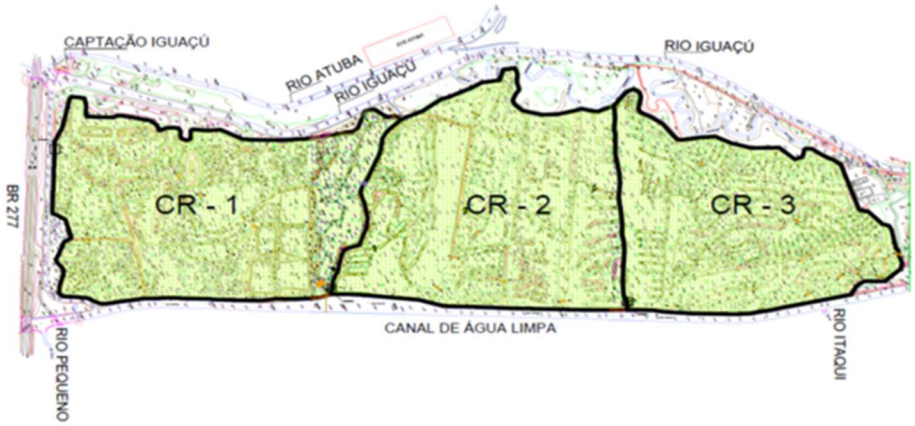
Figura 2 – Complexos de Cavas RN5



(Fonte: Autores,2025)

A área do complexo de cavas RN5 foi subdividida em seus modulos replicáveis de até 100 hectres, denominados de célula de reserva, (CR - 1, CR - 2, CR – 3), conforme ilustrado na Figura 03. Para um melhor entendimento, resume-se que cada célula de reservação é um módulo replicável aplicado ao complexo, com aproximadamente 60 hectares cada, formadores do complexo de cavas - RN5.

Figura 3 – Células de Reserva CR



(Fonte: SANEPAR,2025)

Foram realizadas intervenções neste complexo de cavas RN5 (Figura 4), caracterizadas como uma iniciativa piloto e balizadora para os devidos estudos em andamento da RHIgu. Como principal premissa destas intervenções, foi definida que as interligações entre as celulas de reserva (CR1 – CR2 – CR3) devam suportar até 4.000 L/s de vazão, isso para enfrentamento dos períodos de cheias do Rio Iguaçu e a devida gestão de águas entre os modulos replicáveis (celulas de reserva).

Figura 4 – Interligações dos Complexos de Cavas



(Fonte: SANEPAR,2025)

4. RESULTADOS

Resumidamente, as ações implementadas no projeto piloto RN5 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 demais 3.000 hectares, inseridos na região de interesse das Reservas Hídricas do Iguaçu.

Os estudos realizados no projeto piloto RN5 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 aqüífero 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 nas cavas, importante fator para o enfrentamento de eventos climáticos severos de secas.

Em decorrência da implementação do projeto piloto RN5, 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 da ocorrência de eventos pluviométricos significativos.

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.

E com isso, especificamente para o complexo de cavas RN5, 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 para ETA Iguaçu – RN5

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	m³	837.282,02	Volume Total das Cavas	m³	665.302,38
Área Úmida das Cavas (espelho água)	m²	410.309,17	Área Úmida das Cavas (espelho água)	m²	304.019,92
Vazão de projeto	l/s	150	Vazão de projeto	l/s	150
Cálculos			**Cálculos**		
Volume Reservado	m³	123.092,75	Volume Reservado	m³	91.205,98
Volume Útil de Contribuição	m³	283.318,48	Volume Útil de Contribuição	m³	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)

Desta forma, pode-se afirmar que o projeto piloto RN5 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 balisamento preliminar de custos, tanto de implantação como de operação destes sistemas.

Quanto ao custo estimado por hectare de recuperação e adequação dos complexos de cavas selecionados, sejam estas destinadas como reservas naturais ou para a diluição de efluentes, estima-se um valor de aproximadamente R$ 68.000,00/ ha. Neste custo foram previstas 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 das "*wetlands*" por 10 anos.

E quanto aos produtos componentes do Projeto Reservas Hídricas do Iguaçu tem-se: Proposta de Metodologia; Definição do Perímetro e Área de Atuação; Mapeamento do Usos e Ocupação do Solo; Levantamento Cadastral Fundiário; Levantamento Morfológico e Hidrológico; Definição dos Complexos de Cavas Estudo Técnico Prelimina; Anteprojeto e Estudo de Alternativas; Elementos para Licenciamento Ambiental.

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 desejada segurança hídrica em seus processos.

Entende-se que o projeto Reservas Hídricas do Iguaçu apresenta-se como uma alternativa de impacto positivo, contribuindo para a melhoria da qualidade da água na bacia do Alto Iguaçu e aumento da disponibilidade hídrica, em uma das regiões com maior disputa por estes recursos naturais.

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

Destarte, quanto a viabilidade técnica de implantação, ora referente aos critérios e métodos, estes foram superficialmente descritos no presente artigo e não retratam a totalidade da sua abrangência, mas são perfeitamente exequíveis conforme a experiência de implantação do projeto piloto RN5.

E quanto a viabilidade econômica os custos de implantação e operação destas estruturas de "wetlands" estão estimados em R$ 3.400,00/L/ ano, sejam estas destinadas a abastecimento ou diluição, não se afastando dos valores OPEX/CAPEX aceitáveis para o setor.

Desta forma, as quantidades obtidas por meio da modularização do projeto correspondem a uma estimativa confiável, sendo estas informações balizadoras e referências confiáveis de custos.

Ressalta-se que o projeto RHIgu abarca o enfrentamento de riscos externos, relacionados especialmente as mudanças climáticas, facilita a administração de ativos e passivos socioambientais gerados pelas atividades de saneamento básico.

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

A proposta introduz diferentes perspectivas ao setor e possibilita a abertura de novos negócios e serviços. E ainda, tem como foco o desenvolvimento socioeconômico inclusivo de determinada região, isso por meio conservação e educação ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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).

2. 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.

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

4. FUNPAR (2019). Fundação da Universidade Federal do Paraná para o Desenvolvimento da Ciência, da Tecnologia e da Cultura; SANEPAR. Companhia de Saneamento do Paraná. Diretrizes para um Programa Estadual de Conservação de Mananciais. Curitiba: SANEPAR, 135 p.

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

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

7. KADLEC,H.R.; WALLACE,D.S. “Treatment Wetlands”. (2009). CRC Press, 2.ed., p. 965

8. KEIL, R.; DESFOR, G. (2003). Ecological modernisation in Los Angeles and Toronto. Local Environment 8, p.27-44.

9. 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.

10. 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

11. 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.

12. 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.