

INFRAESTRUTURA AZUL EM MALHA URBANA ADENSADA: PROPOSTA DE REABILITAÇÃO HIDRODINÂMICA DO RIO ARAPOGI SEM ALTERAÇÃO DA SEÇÃO TRANSVERSAL

Diego Sebastian Carvalho de Souza¹, Julia Graziella Costa Vidal², Thiago Sebastian Carvalho de Souza³, Danielle Marçal Vilameá de Souza⁴

¹ Universidade do Estado do Rio de Janeiro - DEAMB, Rio de Janeiro, Brasil (dscs.gp@gmail.com)

² Universidade do Estado do Rio de Janeiro - PEAMB, Resende, Brasil(juliagraziella8@gmail.com)

³ A Universidade Federal Fluminense - PPGEF, Niterói, Brasil(tsebastian@id.uff.br)

⁴ Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro, Brasil, Brasil(danielle.marcal.souza@uerj.br)

Resumo: Analisa-se a reabilitação do Rio Arapogi via SbN em área adensada. Avaliou-se o impacto do Coeficiente de Manning ($n=0,040$) na dissipação de energia sem alterar as seções. Resultados indicam redução da capacidade de escoamento nos três trechos: de 16,4 m³/s para 5,33 m³/s (T1); 19,2 m³/s para 6,23 m³/s (T2) e 25,3 m³/s para 8,22 m³/s (T3). A dissipação auxilia na oxigenação e estabilidade, qualificando o ambiente. Conclui-se ser estratégia viável para infraestrutura azul resiliente.

Palavras-chave: Soluções baseadas na Natureza (SbN); Bioengenharia de Solos; Coeficiente de Manning; Drenagem Urbana; Resiliência Urbana.

INTRODUÇÃO

Segundo Abreu (2013) o processo de adensamento dos bairros da zona da Leopoldina no Rio de Janeiro é marcado pela implantação da ferrovia (1886) e posteriormente da avenida Brasil, e de conjuntos habitacionais como o da Vila Guanabara, em Brás de Pina no Rio de Janeiro Abreu.

Com isso naturalmente, ocorreu a modificação do espaço, de forma higienista, na área formal e desordenada, com a nascimento das comunidades, que fazem parte do bairro.

Como quase todos os bairros da cidade do Rio de Janeiro, Brás de Pina, tem sua população em crescimento como apresentado nos censos de 45.048 pessoas e 22.369, domicílios, em uma área de 352,22 há. Isso significa que Brás de Pina possui uma densidade de 128 hab/ha, o que é o dobro da média da cidade do Rio, confirmando um adensamento intenso provocado pela proximidade com a ferrovia. (IBGE 2022).

Para Sucupira (2021) o processo de urbanização sempre esteve atrelado a ao leito dos rios e, gerando uma degradação nos corpos hídricos. Por isso, é explicado, a solução escolhida a para os córregos e risos como o Arapogi, ou seja, a formação de galerias e canais de concreto, de acordo com o arcabouço teórico de saneamento apresentado em época.

Neste contexto, entende-se que o Rio Arapogi, tenha sofrido um processo de canalização, realizado já na urbanização da Vila Guanabara (1920), e depois disso, intervenções sucessivas dentro da mesma concepção, para evitar as enchentes na localidade (Santos, 2024).

No Rio de Janeiro, o Rio Arapogi exemplifica essa dinâmica predatória: sua retificação para viabilizar o adensamento de Brás de Pina resultou na supressão de serviços ecossistêmicos e no agravamento de ilhas de calor (Spirn, 1995). Esse modelo de urbanização desenfreada rompeu a conectividade entre os habitantes e o meio natural, degradando a qualidade ambiental do subúrbio.

Como alternativa ao paradigma tradicional, as Soluções Baseadas na Natureza (SBN) emergem para equilibrar as demandas antrópicas e a integridade ecológica (Herzog; Freitas; Wiedman, 2022). Em áreas densamente ocupadas como a bacia do Arapogi, deve-se estudar meios para melhorar a dinâmica ecológica e os serviços ecossistêmicos, possíveis.

A transição para uma infraestrutura azul resiliente busca o planejamento de comunidades sustentáveis centradas na água, por isso a utilização de conceitual da Soluções Baseadas na Natureza (SBN) (Novotny et al., 2010).

As SBN(s) surgem como um novo paradigma para o planejamento urbano, propondo intervenções que mimetizam processos ecossistêmicos para resolver desafios ambientais e sociais. Ao contrário da engenharia tradicional, que prioriza o escoamento rápido através de canais de concreto, as SBN focam na restauração da funcionalidade hidrológica (Marques et al., 2021).

No contexto da Zona da Leopoldina, o Rio Arapogi exemplifica a degradação gerada pela infraestrutura convencional: um canal de drenagem segregado de seu entorno, que contribui para o aumento das ilhas de calor e a perda de biodiversidade em uma região de alta densidade demográfica.

Conforme Carvalho (2020), perante quadros de deterioração das águas citadinas e do crescimento de cheias, surgem planos de recuperação hídrica com variadas táticas. Cura, reforma, correção, revitalização e renaturalização compõem o léxico acadêmico, sendo estes dois finais os modelos mais usuais e práticos

Este trabalho analisa a viabilidade de transição desse modelo de drenagem para uma infraestrutura azul resiliente, utilizando o aporte teórico das SBN para promover a recuperação do curso d'água. O estudo foca na aplicação da Equação de Manning para avaliar como a alteração controlada do coeficiente de rugosidade (SBN) — através da introdução de técnicas de engenharia natural — pode reduzir a velocidade do fluxo e dissipar energia. Busca-se demonstrar que a substituição de superfícies impermeáveis por elementos naturais não apenas estabiliza o sistema hidráulico, mas também favorece a oxigenação da água, integrando benefícios ecológicos à gestão de cheias urbana.

Os resultados revelam que a reabilitação hidrodinâmica, por meio do aumento controlado da rugosidade, atua como um mecanismo de auxílio à recuperação do Rio Arapogi, promovendo a dissipação de energia e a redução das velocidades do fluxo.

Verificou-se que, ao elevar o coeficiente de Manning de 0,013 para 0,040, ocorre uma dissipação de energia que favorece a estabilidade hidráulica e a oxigenação da água, sem a necessidade de alterar a seção transversal do rio. Tais achados demonstram a viabilidade técnica de converter o Rio Arapogi em uma infraestrutura azul resiliente, integrando a gestão de cheias à recuperação de serviços ecossistêmicos em áreas de alta densidade urbana.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização foi realizada análise documental da Fundação Rio Águas do Rio de Janeiro, medição em expedito e as Equações de Maning (Eq1); Area Molhada (Eq2) e Perímetro molhado (Eq.3), apresentadas por Chow (1959).

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{1/2} \quad (1)$$

onde;

V: Velocidade média do fluxo (m/s);

n: Coeficiente de rugosidade de Manning (0,013), que representa a resistência ao fluxo oferecida pelas paredes e leito do canal;

Rh: Raio hidráulico (m), que expressa a eficiência da seção do canal;

S: Declividade da linha de energia ou do fundo do canal (m/m).

$$A = \frac{B+b}{2} * y \quad (2)$$

onde:

A: Área molhada (m²);

b: Largura da base inferior do canal (m)

.z: Coeficiente de inclinação lateral das margens (talude), que representa a projeção horizontal para cada unidade de altura vertical (z:1).

$$P = b + 2 * \sqrt{y^2 + \left(\frac{B-b}{2}\right)^2} \quad (3)$$

onde:

A: Área molhada (m²);

b: Largura da base inferior do canal (m)

z: Coeficiente de inclinação lateral das margens (talude), que representa a projeção horizontal para cada unidade de altura vertical (z:1).

A intervenção proposta para o Rio Arapogi não configura um processo de renaturalização plena do curso d'água, mas sim uma estratégia de aumento controlado da rugosidade hidráulica, por meio da introdução de materiais naturais no leito e nas margens, tais como cascalho, seixos e blocos de pedra. Essa abordagem é amplamente empregada em intervenções de qualificação hidráulica de canais urbanos, com o objetivo de reduzir as velocidades de escoamento, aumentar a dissipação de energia e favorecer a melhoria dos serviços ecossistêmicos associados à água, incluindo oxigenação, retenção de sedimentos e melhoria das condições hidráulicas do habitat.

Nesse contexto, Čubanová et al. (2025) analisaram canais com incremento de rugosidade obtido por meio da introdução de elementos naturais no leito, caracterizados como canais do tipo nature-like, e determinaram o coeficiente de rugosidade de Manning com base no método de Cowan, considerando fatores como irregularidade do leito, variação da seção transversal e presença de obstruções. Os autores obtiveram valores de n predominantemente situados na faixa de 0,040 a 0,055, compatíveis com canais artificiais modificados por materiais naturais e irregularidades geométricas.

Dessa forma, para o cenário proposto de aumento da rugosidade hidráulica do Rio Arapogi, adotou-se o valor $n = 0,040$, por representar uma condição conservadora e tecnicamente fundamentada, coerente com os resultados apresentados por Čubanová et al. (2025) e com metodologias consagradas de

estimativa de rugosidade hidráulica. A adoção desse valor permite avaliar os efeitos hidráulicos da intervenção e os potenciais ganhos em termos de serviços ecossistêmicos da água, sem pressupor a restauração integral das condições naturais do curso d'água.

A capacidade hidráulica dos trechos foi estimada com base na equação clássica de Manning. Para a comparação entre o cenário existente e o cenário com aumento de rugosidade hidráulica, considerou-se que a geometria da seção transversal, o raio hidráulico e a declividade longitudinal permanecem inalterados, sendo o coeficiente de rugosidade o único parâmetro variável. Nessas condições, a variação da capacidade hidráulica decorre diretamente da relação inversa entre a vazão e o coeficiente de Manning.

Segundo Neves (2021), a bacia hidrográfica da Baía de Guanabara possui uma área aproximada de 4.081 km², abrangendo um conjunto expressivo de sub-bacias fortemente influenciadas por processos de urbanização intensa e histórica. Inserido nesse contexto, o bairro de Brás de Pina, localizado na Zona Norte do município do Rio de Janeiro, é atravessado por três cursos d'água principais — os rios Arapogi, Irajá e Quitungo — todos integrantes da sub-bacia do Rio Irajá.

O objeto central deste estudo é o Rio Arapogi, um curso d'água de pequena extensão, com aproximadamente 1,8 km de comprimento, que desempenha papel relevante na drenagem local (Neves, 2021).

O rio está situado nas coordenadas geográficas 22°49'53.22"S; 43°17'24.87"O, conforme apresentado na Figura 1, a qual também identifica os pontos de intervenção selecionados para a análise.

Ao longo de seu percurso, o Rio Arapogi encontra-se inserido em um ambiente urbano altamente consolidado, caracterizado por elevado adensamento populacional e ocupação intensiva de suas margens. (Neves, 2021).

A presença predominante de edificações residenciais implantadas muito próximas ao leito do rio, muitas vezes em desacordo com as faixas marginais de proteção legalmente estabelecidas.

A ocupação contribui para a redução da seção hidráulica efetiva, a impermeabilização do solo e o aumento do escoamento superficial, intensificando os riscos de alagamentos e inundações recorrentes, especialmente durante eventos de precipitação intensa.

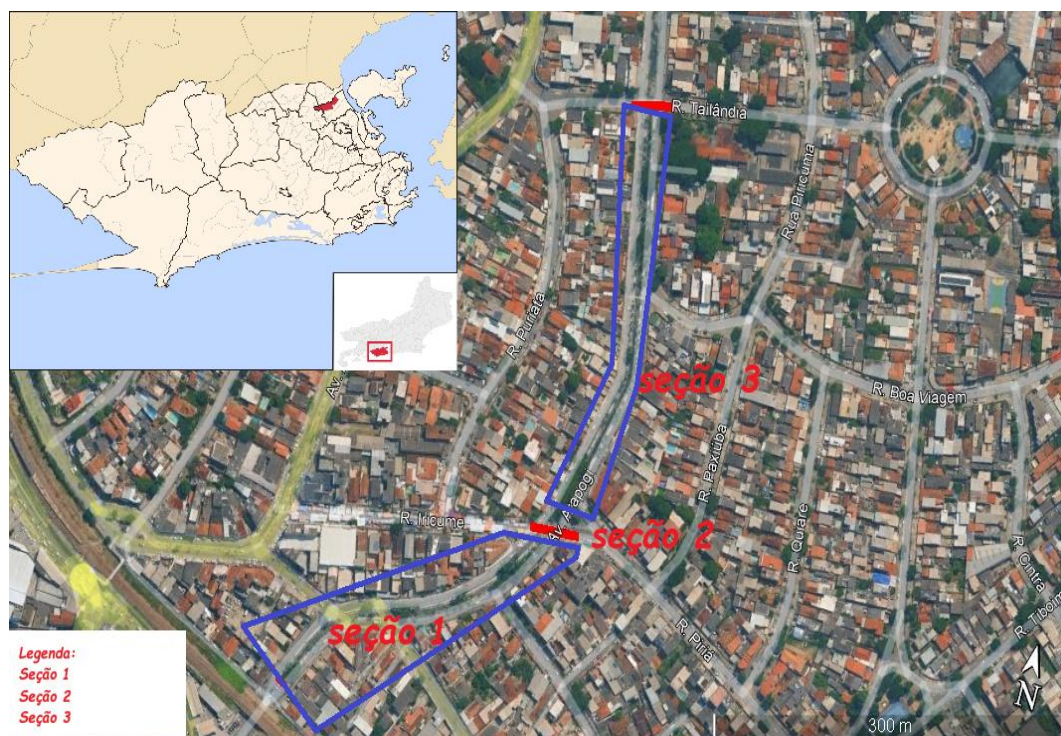


Figura 1. Localização e Seções.

Fonte: Adaptado de Google (2025)

O adensamento urbano nas margens do Rio Arapogi está associado à supressão da vegetação ciliar, à retificação de trechos do canal e à presença de lançamentos irregulares de efluentes e resíduos sólidos, fatores que agravam a degradação ambiental do curso d'água e comprometem sua capacidade de autodepuração.

Dessa forma, o rio reflete de maneira clara as pressões antrópicas típicas de microbacias urbanas em áreas metropolitanas consolidadas, reforçando a relevância de estudos que avaliem intervenções hidráulicas, ambientais e urbanísticas integradas nesse tipo de contexto.

O Rio Arapogi tem sua nascente no Morro do Sereno (ao Sul da planta), e escoar ao longo de galerias fechadas até emergir como canal aberto em meio a um quarteirão residencial no bairro de Brás de Pina (próximo à Rua Bento Cardoso e ao Ramal Gramacho da Flumitrens).

Após travessia sob linha férrea, o curso d'água então escoar em canal em concreto ao longo da Avenida Arapogi, até seu desague na margem direita do Rio Irajá, no trecho ao longo da Avenida Schutz Wenk. (Neves, 2021).

Segundo a Prefeitura do Rio de Janeiro (2025), o corpo hídrico em análise apresenta características hidráulicas e geométricas específicas, as quais estão sistematizadas na Tabela 1.

De modo geral, as seções transversais do Rio Arapogi são classificadas como canais abertos, com geometria predominantemente trapezoidal, resultado de intervenções de engenharia realizadas ao longo do processo de urbanização da bacia.

Essas seções trapezoidais foram concebidas com o objetivo de conferir maior capacidade de escoamento às vazões de cheia, buscando compatibilizar o curso d'água com o espaço urbano disponível e reduzir a ocorrência de extravasamentos.

No entanto, tais configurações apresentam variações ao longo do trecho estudado, tanto em termos de largura de fundo, taludes laterais e profundidade, quanto em relação ao estado de conservação das estruturas.

As seções de canal aberto identificadas constituem o foco central da análise desenvolvida neste trabalho, uma vez que nelas se concentram os principais problemas associados ao desempenho hidráulico do rio, especialmente sob condições de eventos pluviométricos intensos.

A avaliação dessas seções permite compreender de forma mais precisa as limitações da capacidade hidráulica atual, os efeitos do adensamento urbano adjacente e as possíveis interferências decorrentes de ocupações irregulares, assoreamento e deposição de resíduos sólidos.

Dessa forma, a caracterização detalhada apresentada na Tabela 1, subsidia a análise técnica proposta, servindo como base para a comparação entre a capacidade teórica de escoamento do canal e as vazões estimadas para diferentes cenários hidrológicos, além de orientar a proposição de medidas de adequação hidráulica e ambiental ao longo do trecho estudado.

Tabela 1. Dados do corpo Hídrico e Seções.

Seção	Descrição do Trecho	Extensão (m)	Decliv. (m/m)	Tipologia	Área (m ²)	Área Dren (km ²)	Cap. Exist. (m ³ /s)
1	Av. Arapogi até Rua Iricumé	256	0,0057	Canal trapezoidal	5,46	1,2	16,4
2	Travessia Rua Iricumé	16	0,0057	Galeria trapezoidal	4,86	1,2	15,2
3	Av. Arapogi (Iricumé-Tailândia)	312	0,0028	Canal trapezoidal	9,64	1,2	25,3

Fonte: Adaptado. Prefeitura do Rio (2025)

O rio canalizado possui também partes que foram utilizadas manilhas circulares de concreto e canal retangular, mais para efeito de análise, para este trabalho serão verificadas a canalização trapezoidal, apresentadas na Tabela 1, a intervenção, não tem como objetivo, diminuir o escoamento previsto as seções.

No rio Arapogi, não há mais mata ciliar ou vegetação nativa, apenas paisagística, arbórea de pequeno porte de forma espaça.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir da aplicação da Equação de Manning para os diferentes trechos do Rio Arapogi são apresentados na Tabela 2, que sintetiza a comparação entre o cenário existente, caracterizado por canalização em concreto, e o cenário proposto, fundamentado no aumento controlado da rugosidade hidráulica por meio da introdução de materiais naturais no leito e nas

margens. Em ambos os cenários, foram mantidas constantes a geometria da seção transversal, o raio hidráulico e a declividade longitudinal, de modo que as diferenças observadas decorrem exclusivamente da variação do coeficiente de rugosidade de Manning.

Tabela 2. Resultados hidráulicos para os trechos analisados do Rio Arapogi nos cenários existente e com aumento de rugosidade hidráulica.

Trecho analisado	n (existente)	Q existente (m³/s)	n (SbN)	Q com SbN (m³/s)
Av. Arapogi – Rua Iricumé	0,013	16,4	0,04	5,33
Travessia Rua Iricumé	0,013	15,2	0,04	4,94
Av. Arapogi (Iricumé–Tailândia)	0,013	25,3	0,04	8,22

Fonte: Elaboração própria (2025)

A análise comparativa apresentada na Tabela 2 revela que a transição do revestimento de concreto ($n=0,013$) para superfícies de maior rugosidade via SbN ($n=0,040$) promove uma redução expressiva na capacidade de escoamento em todos os trechos. No primeiro segmento (Av. Arapogi – Rua Iricumé), a vazão decresce de 16,4 m³/s para 5,33 m³/s, enquanto no trecho mais extenso a jusante, a capacidade é reduzida de 25,3 m³/s para 8,22 m³/s.

A análise do Trecho 2 (Rua Iricumé – Praça Anibal Canejo) é crucial por representar a transição morfológica do sistema. Nele, a aplicação do coeficiente $n=0,040$ reduz a capacidade de escoamento de 19,2 m³/s para 6,23 m³/s. Embora este trecho possua restrições físicas severas, a dissipação de energia aqui obtida é estratégica para reduzir a velocidade do fluxo que chega ao trecho final (Trecho 3), funcionando como um amortecedor hidrodinâmico que auxilia na estabilidade das margens e na retenção temporária, conforme as premissas de SbN discutidas por Marques et al. (2021)."

Sob a ótica da reabilitação, essa queda na vazão é o mecanismo que viabiliza a dissipação da energia específica e a redução das velocidades médias, transformando o fluxo acelerado em um regime hidráulico menos agressivo. Tais resultados confirmam que, mesmo sem alterar a geometria das seções transversais, o incremento da rugosidade atua como um suporte técnico para aumentar o tempo de residência da água, favorecendo a oxigenação e a

estabilidade do sistema necessárias para a reintegração de serviços ecossistêmicos no leito

Os resultados quantificados na Tabela 2, demonstram que a estratégia de elevar a rugosidade para $n=0,040$ viabiliza a reabilitação hidrodinâmica sem intervenções estruturais. A redução da vazão no Trecho 1, 2 e 3 evidencia uma dissipação de energia que, conforme defendido por Sucupira et al. (2021) e observado na análise espacial de Neves (2021), é fundamental para estabilizar o leito. Essa mudança no regime de escoamento qualifica o ambiente para o desenvolvimento de micro-habitats, transformando o canal higienista descrito por Abreu (2013) em uma infraestrutura azul funcional e resiliente.

No setor compreendido entre a Avenida Arapogi e a Rua Iricumé, a redução das velocidades decorrente do aumento da rugosidade caracteriza um regime hidráulico menos agressivo, marcado por maior dissipação de energia ao longo do curso d'água. Esse comportamento tende a atenuar processos erosivos pontuais e a intensificar a interação entre o escoamento e o leito, promovendo condições mais equilibradas para o desempenho hidráulico e ambiental do sistema. Dinâmica semelhante é observada no trecho correspondente à travessia da Rua Iricumé, no qual, apesar da reduzida extensão, a diminuição da energia do escoamento desempenha papel relevante na mitigação de acelerações localizadas do fluxo, frequentemente associadas a estruturas de transição e travessias em ambientes urbanos.

No segmento situado entre a Rua Iricumé e a Avenida Tailândia, que apresenta maior capacidade hidráulica no cenário existente, os resultados indicam que o aumento da rugosidade assume papel determinante na dissipação da energia ao longo de um trecho mais extenso. A diminuição das velocidades médias nesse setor contribui para a regularização do regime de escoamento e para a redução da transferência de energia para jusante, aspecto particularmente significativo em microbacias urbanas densamente ocupadas e marcadas por sucessivas intervenções de canalização.

Sob o enfoque das Soluções Baseadas na Natureza e do conceito de infraestrutura azul, os efeitos hidráulicos observados constituem o suporte

fundamental para a ampliação dos serviços ecossistêmicos fornecidos pelo curso d'água. A diminuição controlada das velocidades médias favorece o prolongamento do tempo de permanência da água no canal, estabelecendo condições mais propícias aos processos de reaeração natural e ao aprimoramento da oxigenação da lâmina d'água. Ademais, o aumento da rugosidade hidráulica contribui para a estabilidade do leito e das margens, reduzindo o potencial de transporte de sedimentos finos e estimulando a retenção controlada de partículas sólidas e matéria orgânica.

Tais processos elevam a complexidade hidráulica do sistema e viabilizam o surgimento de micro-habitat aquáticos, mesmo em um contexto fortemente artificializado e inserido em malha urbana consolidada. Nesse sentido, a hidráulica deixa de desempenhar exclusivamente a função de escoamento acelerado e passa a atuar como ferramenta de qualificação ambiental, incorporando benefícios ecológicos à gestão da drenagem urbana.

De forma geral, os resultados apresentados na Tabela 2 evidenciam que o aumento controlado da rugosidade hidráulica, sem modificações na seção transversal existente, configura uma alternativa tecnicamente consistente para a reabilitação de canais urbanos como o Rio Arapogi. Ao intensificar a dissipação de energia e reduzir as velocidades médias do escoamento, a intervenção promove simultaneamente a melhoria do comportamento hidráulico e a ampliação dos serviços ecossistêmicos associados ao curso d'água, reforçando o potencial das Soluções Baseadas na Natureza como contraponto qualificado ao modelo tradicional e estritamente higienista de drenagem urbana.

CONCLUSÃO

O intenso processo de urbanização e adensamento da Zona da Leopoldina, associado à ocupação histórica das margens dos cursos d'água, resultou na artificialização do Rio Arapogi e na adoção de soluções de drenagem baseadas predominantemente na canalização em concreto. Os resultados apresentados na Tabela 2 demonstram que o aumento controlado da rugosidade hidráulica, sem alteração da seção transversal existente, promove redução consistente das velocidades médias e da energia específica do escoamento ao longo dos trechos

analisados. Essa modificação hidráulica favorece a dissipação de energia e contribui para a estabilidade do sistema, sem comprometer sua funcionalidade estrutural. Sob a ótica das Soluções Baseadas na Natureza, a diminuição das velocidades amplia o tempo de residência da água, potencializando processos de reaeração natural e melhoria da oxigenação da lâmina d'água. Adicionalmente, o incremento da rugosidade favorece a retenção de sedimentos e matéria orgânica, bem como a formação de micro-habitats aquáticos, ampliando a complexidade ecológica do canal. Dessa forma, a proposta analisada evidencia que a requalificação hidráulica de canais urbanos consolidados pode integrar eficiência técnica e ganhos ambientais. Conclui-se que o aumento controlado da rugosidade hidráulica constitui estratégia viável para a transição de um modelo estritamente higienista para uma infraestrutura azul mais resiliente e funcional em áreas urbanas densamente ocupadas.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Maurício de Almeida. **A evolução urbana do Rio de Janeiro. 4. ed. Rio de Janeiro**: Instituto Pereira Passos, 2013.
- CARVALHO, Juliana Wilse Landolfi Teixeira de; MARANGON, Fernando Helmuth Syring; SANTOS, Irani dos. **Recuperação de rios urbanos: da interdependência e sincronicidade dos processos de desnaturalização em rios e bacias hidrográficas urbanas**. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, v. 40, p. 110-124, 2020. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg>. Acesso em: 22 maio 2024.
- CHOW, Ven Te. **Open-channel hydraulics**. New York: McGraw-Hill, 1959. (Obra clássica para a fundamentação da Equação de Manning).
- ČUBANOVÁ, Lea; RUMANN, Ján; RUTZKÁ, Adela; VIDOVÁ, Alexandra; DUŠIČKA, Peter. **Verification of the Manning's roughness coefficient of fish pass riverbeds using drone-based photogrammetry**. Water, Basel, v. 17, n. 9, p. 1409, 2025. DOI: 10.3390/w17091409
- HERZOG, Cecília P.; FREITAS, Cláudia G.; WIEDMAN, G. **Soluções baseadas na natureza para cidades resilientes**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022: População e domicílios: primeiros resultados**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 03 jan. 2026.

MARQUES, G. et al. **Soluções Baseadas na Natureza (SbN) para a gestão de águas pluviais: conceitos, diretrizes e benefícios**. Revista de Gestão de Água da América Latina (REGA), Porto Alegre, v. 18, n. 23, p. 1-25, 2021.

NEVES, Suellen Cristinne Lima. **Entre padrões: Uma investigação projetual em Brás de Pina**. 2021. 104 f. Trabalho de Final de Graduação (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

NOVOTNY, V.; AHERN, J.; BROWN, P. **Water centric sustainable communities: planning, retrofitting and constructing the next urban environment**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2010.

RIO DE JANEIRO (Prefeitura). **Data.Rio: Portal de Dados Abertos da Cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Ippuerj, 2025. Disponível em: <https://www.data.rio>. Acesso em: 08 jan. 2025.

SANTOS, Alessandra Dias Ribeiro dos. **(Re)descobrimos a princesinha da Leopoldina: Brás de Pina, da Villa Guanabara aos conjuntos habitacionais**. In: AMOROSO, Mauro Henrique de Barros; REIS, Thiago de Souza dos (org.). Anais do 21º Encontro de História da ANPUH-Rio: História, Democracia, Igualdade e Diversidade. Rio de Janeiro: ANPUH-Rio, 2024.

SPIRN, Anne Whiston. **O jardim de granito: a natureza no desenho da cidade**. São Paulo: Edusp, 1995.

SUCUPIRA, Alana de Azevedo Motta; ANDREA, Theresa Raquel Lopes de; OKAWA, Cristhiane Michiko Passos. **Renaturalização de rios: um caminho rumo à sustentabilidade urbana**. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, Florianópolis, v. 10, n. 3, p. 306-324, 2021.