

REENCONTRO COM AS ÁGUAS: Proposta de revitalização em trecho urbano do rio Monjolinho, São Carlos/SP

Pedro Henrique da Silva Roque¹ ; Renata Bovo Peres²

RESUMO – A urbanização acelerada e a impermeabilização do solo resultaram na degradação da bacia do rio Monjolinho e no aumento sistemático da vulnerabilidade a inundações, dinâmicas severamente agravadas pelo atual cenário de mudanças climáticas. Este **trabalho técnico** apresenta uma proposta de aplicação de técnicas de revitalização para um trecho urbano do rio Monjolinho, entre a UFSCar e o Parque do Kartódromo, em São Carlos/SP, integrando a gestão de riscos hidrológicos à requalificação da paisagem. A metodologia adotada fundamentou-se nas diretrizes do Programa de Drenagem Sustentável e Revitalização de Rios Urbanos (PDSRR) da UGRHI 13, aliada ao uso de ferramentas de geoprocessamento para a modelagem espacial e leitura da paisagem de alguns pontos do trecho estudado. A análise espacial demonstrou a urgência de substituir o paradigma higienista de canalização por infraestruturas verdes. Como resultados, foram propostas intervenções de soluções baseadas na natureza que visam não apenas o amortecimento das cheias e a infiltração das águas pluviais, mas também o resgate da percepção ambiental, promovendo a reconexão da população com o corpo hídrico. Conclui-se que a aplicação do PDSRR atua como uma estratégia fundamental de adaptação climática, essencial para superar o modelo de engenharia cinza, promovendo a resiliência urbana e a reconexão da cidade com o rio.

cheo

Palavras-Chave – Revitalização de rios; Planejamento ambiental; Gestão hídrica.

ABSTRACT– Accelerated urbanization and soil sealing have resulted in the degradation of the Monjolinho River basin and a systematic increase in vulnerability to flooding, dynamics severely aggravated by the current climate change scenario. This technical paper presents a proposal for applying revitalization techniques to an urban stretch of the Monjolinho River, between UFSCar and the Parque do Kartódromo in São Carlos/SP, integrating hydrological risk management with landscape requalification. The methodology adopted was based on the guidelines of the Sustainable Drainage and Urban River Revitalization Program (PDSRR) of UGRHI 13, combined with the use of geoprocessing tools for spatial modeling and landscape assessment of specific points within the study area. Spatial analysis demonstrated the urgency of replacing the hygienist channelization paradigm with green infrastructures. As results, nature-based solution interventions were proposed, aiming not only at flood buffering and rainwater infiltration but also at restoring environmental perception, promoting the population's reconnection with the water body. It is concluded that the application of the PDSRR acts as a fundamental climate adaptation strategy, essential for overcoming the gray engineering model, while promoting urban resilience and the city's reconnection with the river.

Key-words – River revitalization; Environmental planning; Water management

¹Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Bacharelado em Gestão e Análise Ambiental. Rodovia Washington Luis, km 235, São Carlos, SP, Brasil. CEP: 13565-905. Telefone: 16 3306-6799. E-mail: henriquesr.pe@gmail.com

²Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Departamento de Ciências Ambientais (DCAm). Rodovia Washington Luis, km 235, São Carlos, SP, Brasil. CEP: 13565-905. Telefone: 16 3306-6799. E-mail: renataperes@ufscar.br

INTRODUÇÃO

A urbanização acelerada tem promovido a impermeabilização do solo, a canalização de rios e a ocupação desordenada de áreas de preservação permanente, transformando cursos d'água urbanos em receptores de esgoto e condutores de águas pluviais, dentro de uma lógica higienista e de engenharia cinza (Cabral e Moura, 2021). Seus efeitos se traduzem em poluição hídrica, intensificação de inundações e perda de biodiversidade, tornando as cidades progressivamente vulneráveis a eventos hidrológicos extremos (Alencar, 2017; Rezende e Tognetti, 2021). Em resposta, as Soluções Baseadas na Natureza (SbN) e as técnicas de Engenharia Natural emergem como alternativas viáveis para superar esse paradigma, conciliando a recuperação de funções ecossistêmicas com a requalificação paisagística e social dos rios urbanos (Eubanks e Meadows, 2002; Petts, 2007; Schenk e Peres, 2021).

Experiências nacionais e internacionais consolidam esse potencial. A revitalização do rio Cheonggyecheon, na Coreia do Sul, e as intervenções de bioengenharia no rio Marden, na Inglaterra, são referências da literatura sobre transformação urbana orientada pelas águas (Cabral e Moura, 2021; Moreira e Ribeiro, 2022). No Brasil, o Programa Novo Rio Pinheiros demonstrou que investimentos em saneamento combinados à requalificação das margens produzem melhorias mensuráveis na qualidade da água e na funcionalidade urbana, ainda que a crítica aponte para a necessidade de uma restauração ecológica mais profunda (Alencar *et al.*, 2025). Tais experiências reforçam que a revitalização fluvial é uma estratégia estrutural para a construção de cidades resilientes às mudanças climáticas (Postel e Barton, 2005).

O rio Monjolinho, que é o principal curso d'água urbano de São Carlos-SP, reflete esse histórico de intervenções desconexas. Apesar da existência de instrumentos normativos como a Lei das Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais (APREM, Lei Municipal nº 13.944/2006), o Plano Diretor Municipal (Lei Municipal nº 18.053/2016) e o Plano Diretor de Drenagem urbana (Lei Municipal nº 19.940/2020), o rio apresenta trechos retificados, margens erodidas, assoreamento e supressão de vegetação ciliar (Figura 1), revelando a ausência de uma política específica de revitalização ecológica e paisagística.



Figura 1 – Diferença da área de vegetação e adensamento de APP do rio monjolinho próximo ao parque do Kartódromo (Fotos A e B) e logo após o represamento do lago da UFSCar (Foto C).

O programa de Drenagem Sustentável e Revitalização de Rios Urbanos (PDSRR) da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 13 - UGRHI 13 (Tietê-Jacaré), por meio de seu Compêndio de Revitalização de rios urbanos (Lima *et al.*, 2025), oferece o arcabouço técnico-conceitual necessário para preencher essa lacuna, sistematizando técnicas de Engenharia Natural - como biorrollos, paredes Krainer e defletores vivos - aplicáveis ao contexto são-carlense.

O presente trabalho técnico tem por objetivo apresentar propostas de intervenção de Engenharia Natural desenvolvidas para seis pontos analisados ao longo do trecho urbano do rio Monjolinho, delimitado entre a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e o Parque do Kartódromo. As propostas foram fundamentadas na leitura da paisagem integrada, combinando geotecnologias, levantamento de campo e as fichas de caracterização do PDSRR levando em consideração as fragilidades e potencialidades específicas de cada trecho, bem como a possibilidade de adaptação das soluções às condicionantes ambientais e socioespaciais do território. Dessa forma, o trabalho demonstra a viabilidade técnica das SbN como alternativa à engenharia cinza, oferecendo subsídios para a formulação de políticas públicas de revitalização fluvial em municípios de médio porte na UGRHI 13.

MÉTODO

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de abordagem qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, estruturado para viabilizar a leitura integrada da paisagem e a proposição de técnicas de revitalização fluvial adaptadas à realidade local. O estudo concentrou-se no trecho urbano a montante do rio Monjolinho (Figura 2), localizado no município de São Carlos-SP, compreendido entre a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) (ponto 1 de análise) e o Parque do Kartódromo (ponto 6 de análise) Essa delimitação justifica-se por representar uma zona de

transição crítica, que permite observar contrastes significativos entre áreas com maior preservação ecológica e trechos submetidos à intensa pressão da urbanização.

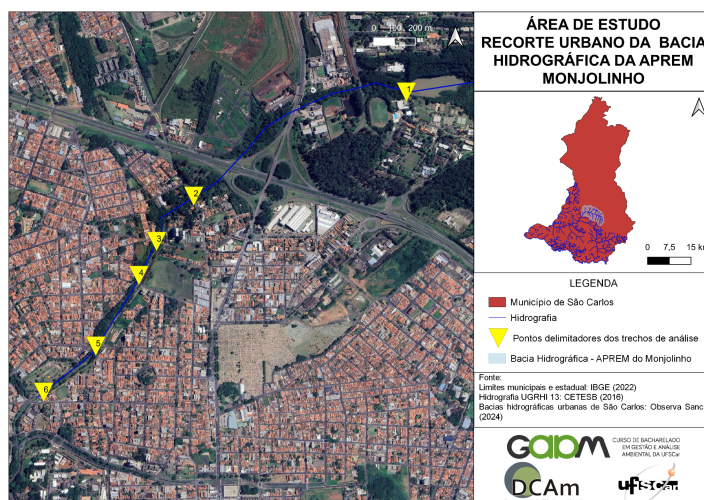


Figura 2 – Mapa com a delimitação da área de estudo e indicação dos pontos de análise.

Para atingir os objetivos propostos, a metodologia foi estruturada em duas etapas principais, diretamente alinhadas ao foco do trabalho técnico: (i) diagnóstico ambiental por meio da leitura técnica da paisagem e (ii) formulação de propostas de intervenção fundamentadas na Engenharia Natural.

i. Diagnóstico ambiental e leitura integrada da paisagem

A primeira etapa consistiu no levantamento e análise das condições físicas, ecológicas e de uso e ocupação do solo na área de estudo. O trecho selecionado foi segmentado em seis pontos de controle estratégicos, definidos com base em critérios de acessibilidade logística e representatividade espacial das diferentes tipologias de ocupação das margens e graus de intervenção antrópica.

O processo de diagnóstico combinou ferramentas de geotecnologia e levantamento de dados primários in loco. Inicialmente, procedeu-se à delimitação da área de estudo por meio da criação de polígonos georreferenciados (formato KMZ), abrangendo a microbacia correspondente ao trecho. Esse mapeamento prévio subsidiou a roteirização analítica das visitas de campo.

Durante as visitas, a coleta de dados foi guiada por fichas estruturadas de leitura da paisagem, adaptadas da metodologia proposta pelo Programa de Drenagem Sustentável e Revitalização de Rios Urbanos (PDSRR) da UGRHI 13. A observação considerou aspectos fundamentais, tais como: tipologia do canal (natural, retificado ou canalizado); estado de conservação das margens e da vegetação ciliar (Áreas de Preservação Permanente - APPs);

eficiência do sistema de microdrenagem superficial; usos e apropriação do espaço público; e identificação de fontes de poluição e processos erosivos.

A documentação visual foi realizada mediante registros fotográficos georreferenciados, os quais foram posteriormente integrados a bases cartográficas (como QGIS e Google Earth) e sobrepostos ao mapeamento de áreas críticas da Defesa Civil municipal. Esse cruzamento de dados permitiu identificar e classificar espacialmente as "potencialidades" (espaços livres e áreas verdes permeáveis com vocação para múltiplos usos) e os "pontos críticos" (locais com erosão ativa, inundações frequentes, assoreamento e contaminação).

ii. Formulação de Proposta e Diretrizes de Intervenção

Com base nas vulnerabilidades e oportunidades mapeadas no diagnóstico, a segunda etapa destinou-se à elaboração de um prognóstico de intervenção para os seis pontos analisados. A formulação das propostas seguiu a lógica conceitual do PDSRR, priorizando o uso de SbN e técnicas de Engenharia Natural capazes de mitigar os impactos da urbanização, como o aumento do escoamento superficial e a produção de sedimentos, ao mesmo tempo em que promovem a reintegração paisagística e social do rio. Ressalta-se, ainda, que para trechos específicos, as propostas buscaram convergência com projetos de requalificação urbana já delineados pelo Grupo de Trabalho de Planejamento dos Parques Urbanos (GTPU), fortalecendo a visão de um sistema de parques lineares para o município.

A seleção das técnicas baseou-se no Compêndio de Revitalização de Rios Urbanos da UGRHI 13, avaliando-se a pertinência de cada solução frente aos conflitos específicos identificados em campo (por exemplo: biorrollos para retenção de sedimentos e estabilização de margens; paredes Krainer para contenção de taludes sob pressão de uso; e defletores vivos para diversificação de habitat e manejo de fluxo).

Por fim, as intervenções foram sistematizadas em fichas de propostas individuais para cada área, relacionando o problema diagnosticado à técnica adequada. O delineamento das soluções foi norteado pelos princípios fundamentais da revitalização de rios urbanos estabelecidos pela literatura especializada, assegurando a melhoria da qualidade hídrica, o aumento da segurança e do acesso público, a promoção da integração social e a busca pela recuperação da morfologia natural do curso d'água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da leitura ambiental dos seis pontos analisados ao longo do rio Monjolinho, os resultados apresentam propostas de intervenção que comprovam a aplicabilidade prática das diretrizes do PDSRR. A sistematização dessa leitura revela que SbNs e a engenharia cinza são uma alternativa tecnicamente viável e essencial para mitigar as fragilidades locais identificadas.

Ponto 1 - Barragem do Lago da UFSCar

Este ponto apresenta um cenário crítico de eutrofização e acúmulo de sedimentos, agravado pela deficiência na microdrenagem superficial (Figura 3). O diagnóstico visual revelou turbidez elevada e presença de odores. A proposta prioriza a estabilização biotécnica por meio de Biorrollos (Biorretentores de Fibra de Coco) associados à Estacaria Viva. Tais técnicas visam proteger o pé do talude e filtrar o escoamento superficial antes que atinja o lago, funcionando como um laboratório vivo de educação ambiental no campus.



Figura 3 - Comparativo dos quadros de leitura da paisagem com o de proposição de técnicas para o primeiro ponto

Ponto 2 - Rua Bernardino Fernandes Nunes (Parque Delta):

Caracteriza-se por uma APP relativamente preservada, mas ameaçada pela interface direta com a via urbana, que transporta sedimentos e resíduos sem tratamento (Figura 4). Para mitigar esse aporte, propõe-se a implantação de Túneis de Planta (Plant Roll) na faixa de transição e a aplicação de Biorrollos nos pontos de erosão ativa, garantindo que a vegetação nativa existente possa exercer plenamente seu papel de corredor ecológico.



Figura 4 - Comparativo dos quadros de leitura da paisagem com o de proposição de técnicas para o segundo ponto

Ponto 3 – Rua Indalécio de Campos (Jardim Paulistano):

Identificou-se uma situação de conflito severo devido ao uso da APP para manejo animal (estábulo), resultando em solo exposto e compactado (Figura 5). A solução técnica proposta é a construção de um Muro de Suporte Vivo (Parede Krainer), que oferece resistência mecânica imediata contra o pisoteio, combinada à Siltação Viva para filtrar dejetos e reduzir a velocidade do escoamento contaminado.



Figura 5 - Comparativo dos quadros de leitura da paisagem com o de proposição de técnicas para o terceiro ponto

Ponto 4 – Avenida Liberdade:

Este trecho revela uma apropriação social consolidada, porém informal e de risco. O lazer comunitário ocorre sobre taludes instáveis e sem infraestrutura (Figura 6). A intervenção foca na consolidação de um Parque Linear estruturado com Grade Viva (Live Lattice) para contenção profunda e Tapetes Vegetados para eliminar o solo exposto, qualificando o uso público e servindo como âncora para educação ambiental.



Figura 6 - Comparativo dos quadros de leitura da paisagem com o de proposição de técnicas para o quarto ponto

Ponto 5 – Avenida dos Heliotropos:

Ponto de alta visibilidade cênica, mas subutilizado e degradado por resíduos de construção e pela ineficiência do sistema de drenagem (Figura 7). A intervenção proposta neste ponto alinha-se às diretrizes do GTPU, tratando a travessia como um marco visual e de acesso ao sistema de parques lineares. Tecnicamente, recomenda-se o Enrocamento Vivo (Joint Planting) nos encontros da ponte para garantir proteção estrutural e estética, além de Biorrolos nas margens de aproximação para interromper as linhas de escoamento superficial pluvial.



Figura 7 - Comparativo dos quadros de leitura da paisagem com o de proposição de técnicas para o quinto ponto

Ponto 6 – Parque do Kartódromo:

Cenário de maior complexidade urbana, com canal retificado e intenso fluxo de pessoas (Figura 8). Para reverter esse quadro, a intervenção proposta busca transformar o curso d'água em protagonista do espaço público, alinhando-se integralmente às diretrizes do GTPU para a criação do Parque Orla do Monjolinho. Tecnicamente, propõe-se a instalação de Defletores Vivos (Esporões) para aprofundar o leito e criar refúgios para a fauna, além de Plant Rolls para um acabamento visual imediato e seguro nas margens de uso intenso.



Figura 8 - Comparativo dos quadros de leitura da paisagem com o de proposição de técnicas para o sexto ponto

A análise conjunta desses seis pontos demonstra que a diversidade de técnicas de Engenharia Natural disponíveis no PDSRR permite o enfrentamento customizado das diferentes tipologias de degradação encontradas ao longo do gradiente urbano do Rio Monjolinho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa demonstrou que a revitalização do trecho urbano do Rio Monjolinho é tecnicamente viável por meio da operacionalização das diretrizes do PDSRR. A transição do paradigma da "engenharia cinza" para o uso de SbNs e Engenharia Natural mostrou-se capaz de conciliar a gestão de riscos hidrológicos, como o controle de processos erosivos e do assoreamento, com a recuperação da funcionalidade ecológica e a valorização social do curso d'água.

A síntese da viabilidade técnica aponta que a eficácia dessas intervenções reside na sua capacidade de adaptação às condicionantes específicas de cada trecho, permitindo que o rio deixe de ser visto apenas como um canal de drenagem e passe a ser integrado à paisagem como um ativo ambiental e de lazer. A convergência das propostas apresentadas com os projetos de requalificação urbana delineados pelo GTPU, como o Parque Orla do Monjolinho, reforça a importância da articulação entre o diagnóstico técnico e o planejamento territorial para a construção de um sistema de parques lineares robusto.

Conclui-se que o trabalho oferece subsídios práticos para a formulação de políticas públicas de revitalização fluvial em municípios de médio porte, demonstrando que a infraestrutura verde é uma estratégia estruturante para a resiliência urbana frente às mudanças climáticas. Por fim, ressalta-se que a implementação efetiva dessas soluções requer o detalhamento de projetos executivos complementares e a continuidade de ações de educação ambiental, garantindo que a recuperação do ecossistema fluvial seja acompanhada pelo engajamento e apropriação por parte da comunidade.

AGRADECIMENTO

Agradecemos o apoio institucional e financeiro da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), por meio da Pró-Reitoria de Pesquisa, por viabilizar as pesquisas iniciais que fundamentam este trabalho técnico. Estendemos os agradecimentos ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré (CBH-TJ) e toda equipe organizadora do PDSRR, material que serviu como guia fundamental para a proposição das técnicas de revitalização no âmbito do rio Monjolinho.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, J. C. **Potencial de corpos d'água em bacias hidrográficas urbanizadas para renaturalização, revitalização e recuperação: um estudo da bacia do Jaguaré.** 2017. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em:
<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-01092017-150153/pt-br.php>.
- ALENCAR, J. C. et al. Programa Novo Rio Pinheiros: desafios e perspectivas. **Revista DAE**, v. 70, 2025.
- CABRAL, J. J. S. P.; MOURA, L. S. Análise das Abordagens de Revitalização de Rios Urbanos em Casos Nacionais e Internacionais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 24., 2021, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Porto Alegre: ABRHidro, 2021. Disponível em:
<https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=13260>. Acesso em: 15 fev. 2025.
- EUBANKS, Charlotte; MEADOWS, Dexter. **A soil bioengineering guide for streambank and lakeshore stabilization.** US Department of Agriculture Forest Service, Technology and Development Program, 2002. Disponível em:
https://books.google.com.br/books?id=_7kDhKmFRU0C&ots=lCDKSgDZJS&dq=A%20Soil%20Bioengineering%20Guide&lr&hl=pt-BR&pg=PR7#v=onepage&q=A%20Soil%20Bioengineering%20Guide&f=false
- LIMA, T. Q. et al. Compêndio de Revitalização de Rios Urbanos. In: BECO, L. A. R. (Org.). **Programa de Drenagem Sustentável e Revitalização de Rios Urbanos.** Jaú: Comitê da Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré, 2025.
- MOREIRA, P. A. P.; RIBEIRO, A. I. Revitalização, reabilitação, renaturalização, reinserção e recuperação de rios urbanos. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 2, p. 9245-9263, 2022. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/43702>. Acesso em: 28 jul. 2025.
- PETTS, J. Learning about learning: lessons from public engagement and deliberation on urban river restoration. **The Geographical Journal**, v. 173, n. 4, p. 300-311, 2007.
- POSTEL, S. L.; BARTON, H. T. Watershed protection: Capturing the benefits of nature's water supply services. **Natural Resources Forum**, v. 29, p. 98-108, 2005.
- REY, F. et al. Soil and water bioengineering: Practice and research needs for reconciling natural hazard control and ecological restoration. **Science of The Total Environment**, v. 648, p. 1210-1218, 2019. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969718331814>. Acesso em: 22 jul. 2025.
- REZENDE, J.; TOGNETTI, É. R. Drenagem sustentável e revitalização de rios urbanos no âmbito do Comitê da Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré. **Engenharia Urbana em Debate**, v. 2, n. 1, p. 36-52, 2021. Disponível em:
<https://www.engurbdebate.ufscar.br/index.php/engurbdebate/article/view/6>. Acesso em: 27 jul. 2025.
- SÃO CARLOS (Município). Lei nº 13.944, de 12 de dezembro de 2006. Institui as Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais do Município de São Carlos (APREM/SC) e dá outras providências. Diário Oficial do Município, São Carlos, 2006. Disponível em:
<https://leismunicipais.com.br/SP/SAO.CARLOS/LEI-13944-2006-SAO-CARLOS-SP.pdf>. Acesso

em: 2 set. 2025.

SÃO CARLOS (Município). Lei nº 16.884, de 20 de novembro de 2013. Aprova o Plano Municipal de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Município de São Carlos. Diário Oficial do Município, São Carlos, 2013. Disponível em:

https://saaesaocarlos.com.br/saaesc/docs/portalttransparencia/legislacao/lei_municipal_16.884_20.11.2013_plano_municipal_de_agua_e_esgoto.pdf. Acesso em: 2 set. 2025.

SÃO CARLOS (Município). Lei nº 18.053, de 19 de dezembro de 2016. Institui o Plano Diretor do Município de São Carlos e dá outras providências. Diário Oficial do Município, São Carlos, 2016. Disponível em:

https://www.saocarlosoficial.com.br/diariooficial/001/DO_28122016_HNGB66.pdf. Acesso em: 2 dez. 2025.

SÃO CARLOS (Município). Lei nº 19.940, de 8 de dezembro de 2020. Institui o Plano Diretor de Drenagem Urbana de São Carlos e dá outras providências. Diário Oficial do Município, São Carlos, 2020. Disponível em: <https://saaesaocarlos.com.br/wp/institucional/legislacao/leis/leis-e-decretos/>. Acesso em: 2 dez. 2025.

SÃO CARLOS (Município). Plano Municipal de Saneamento Básico de São Carlos: relatório final. São Carlos: Prefeitura Municipal de São Carlos, 2012. Disponível em: <http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/meio-ambiente/159636-plano-municipal-de-saneamento.html>. Acesso em: 22 jul. 2025.

SCHENK, L. B. M.; PERES, R. B. Planejamento da paisagem e mudanças climáticas: uma abordagem multidisciplinar em São Carlos. *Ambiente & Sociedade*, v. 24, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/KnmXFt5dHbJndthLTY4ZF/?lang=pt>. Acesso em: 2 dez. 2025.