



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Re-planning with the Landscape: a multi-method approach to adopting green infrastructure for urbanizing watershed

Edimilson Rodrigues dos Santos Junior¹, Rhennan Mecca Bontempi², Marcel Fantin³

¹ Mestrando em Ciências da Engenharia Ambiental na Universidade de São Paulo (USP); Bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); Av. João Dagnone, 43 - Santa Angelina, São Carlos - SP, 13568-250, Universidade de São Paulo, Engenharia Ambiental; edimilson.rodrigues.santos@usp.br (autor correspondente). ² Doutorando em Ciências da Engenharia Ambiental na USP; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); Av. João Dagnone, 43 - Santa Angelina, São Carlos - SP, 13568-250, Universidade de São Paulo, Engenharia Ambiental; rbontempi@gmail.com. Professor Doutor do Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAU) da Universidade de São Paulo (USP); Av. Trab. São Carlsense, 400 - Parque Arnold Schmidt, São Carlos - SP, 13566-590; mfantin@sc.usp.br.

Artigo recebido em 02/11/2021 e aceito em 27/04/2022

ABSTRACT

This article is part of a framework of approaching different practical and conceptual matrices to interventions in the landscape. Considering the context of the Córrego Mineirinho watershed, in São Carlos (SP), the objectives focused on discussing and systematizing local urban-environmental problems; and identify locational alternatives to the installation of green infrastructure based on the provision of ecosystem services. For this, a methodological design was drawn, starting with a adapted Systematic Bibliographic Review about the study site; the construction of a hydrological model to analyze the installation of green infrastructure; and walks in the basin with a view to forming impressions about preferred locations for the adoption of these technologies. The results indicated the insufficiency of the practical-conceptual matrix that has guided interventions in Mineirinho, as well as highlighting the potential of alternatives based on green infrastructure

Keywords: Green Infrastructure, Ecosystem Services, Landscape.

Replanejar com a Paisagem: uma abordagem multimétodo sobre a adoção de infraestrutura verde para bacias hidrográficas em urbanização

RESUMO

Este artigo se insere num quadro de aproximação de diferentes matrizes práticas e conceituais à intervenção na paisagem. Considerando-se o contexto da bacia do Córrego Mineirinho, em São Carlos (SP), os objetivos se concentraram em discutir e sistematizar as problemáticas urbano-ambientais locais; e identificar alternativas locais à instalação de infraestrutura verde com base no oferecimento de serviços ecossistêmicos. Para isso, foi traçado um desenho metodológico iniciado por uma Revisão Bibliográfica Sistemática adaptada sobre o local de estudo; a construção de um modelo hidrológico comparativo à instalação de infraestrutura verde; e caminhadas na bacia com vistas à formação de impressões sobre localidades preferenciais à adoção dessas tecnologias. Os resultados indicaram a insuficiência da matriz prático-conceitual que tem orientado as intervenções no Mineirinho, como também iluminaram o potencial de alternativas fundamentadas na infraestrutura verde.

Palavras-chave: Infraestrutura verde, Serviços Ecossistêmicos, Paisagem.

Introdução

Diante da instalação de situações urbanas que ativam consequências sociais e econômicas negativas em decorrência de enchentes, movimentos de terra e da degradação ambiental, múltiplas aproximações têm sido desenvolvidas pela academia tanto para fomentar alternativas ao cotidiano das cidades e sua sintonia aos ciclos ecológicos (Cheshmehzangi et al., 2021; Washbourne, 2022); quanto para consolidar tipologias de intervenções no meio que atuem à compatibilização de fluxos materiais e energéticos em obediência a objetivos de desenvolvimento

urbano (Acsehrad, 2009) ou em benefício humano (Semeraro et al., 2021).

Uma gradação de práticas pode ser localizada nesse íterim, tendo como traço comum a mobilização de sistemas técnicos acumulados sobre o espaço (Santos, 2006). Este, para o caso geral, não corresponde exclusivamente a um substrato natural, mas a uma obra coletiva das sociedades que o transformaram e imprimiram uma hibridização entre natural e humano (Besse, 2014).

Pensando no contexto das cidades, Spirm (1995) sugere que um habitat urbano benéfico pode

ser constituído se o seu desenho for incrementado por atributos do ambiente natural, compreendidos não apenas enquanto dimensão ornamental, mas também como estrutura dinâmica em favor de condições de vida e interação social. Tal convite para ações compatibilizadoras é reiterado por Ahern (2013), que estimula a experimentação de possibilidades e estratégias de ampliação da resiliência urbana como a adoção de infraestrutura verde. Zuniga-Teran et al. (2020, 2021) argumentam que esta é uma alternativa com características sociais e ambientais que sustentam uma melhoria ecológica das cidades, mas os autores também alertam que sua adoção pode corroborar injustiças ambientais evidenciadas na sua distribuição locacional desigual.

Tal contexto suscita a oportunidade de um encontro de diferentes abordagens sobre o que se admite como “problemas ambientais” às cidades e o que tem sido oferecido pela academia para superá-los. O presente artigo toma uma das transversais desse campo, debruçando-se sobre a bacia hidrográfica do córrego Mineirinho, em São Carlos (SP), procurando construir uma leitura que trate de sua paisagem segundo diferentes marcos conceituais. Neste estudo de caso, pretende-se constituir uma abordagem compatível com as indicações de Ramyar, Ackerman e Johnston (2021) sobre o uso de infraestrutura verde no planejamento urbano de modo integrado a emergências ambientais contemporâneas.

A conjugação de processos que combinam o planejamento da paisagem urbana a dimensões ambientais não é nova, mas constitui um desafio frequentemente reformulado sob a ótica de cada campo disciplinar (Matsler et al., 2021; Mertens; Stiles; Karadeniz, 2022). Nesse sentido, Freitas (2020) filia-se a uma perspectiva que aponta à paisagem como possibilidade de conjugação harmônica entre ambientes, um conceito integrador que viabiliza incursões projetuais. Isso seria, para Besse (2014), uma das “portas da paisagem”, isto é, um caminho que exige a mobilização de um referencial demarcador de uma teoria e ação sobre a paisagem em um exercício de testemunhar e modificar, ou ainda, “descrever e inventar” revelando o que já existe e desvendando um novo plano de uma realidade pensada que adquire movimento a partir da noção de espaço (Schenk, 2008).

Sobre esse último aspecto, consideramos como um ponto de apoio conceitual aquele fornecido por Santos (2006), que concebe o espaço como uma agência entre sistemas de objetos e sistemas de ações que permite noções como a de

forma-conteúdo e hegemonia. Esta, por sua vez, nos autoriza a reconhecer que a racionalidade do espaço emerge das condições do mundo contemporâneo e assim espacializa e difunde aspectos da vida econômica, social e política à constituição do território, como evidenciam García e Sierra (2021); mas sobretudo nos convida a ressaltar o não esgotamento de alternativas fincadas sobre contra-racionalidades, que podem inclusive incorporar as lógicas vigentes de modo instrumental à resolução de problemas locais (Manetta, 2021; Rizzatti; Silva, 2017).

Enseja-se também uma amarração entre o espaço e os acontecimentos (como quer a ideia de formas-conteúdo), não sendo o primeiro apenas um receptáculo ao segundo; e tampouco o segundo independente do primeiro. Assumindo esse contato, de espaço e concretização de práticas, o processo de intervir na paisagem pode também ser alimentado por estratégias metodológicas como a realizada por Lima e Schenk (2020), que se filiam a uma perspectiva fenomenológica de apreensão do mundo vivido na escala do caminhante. Essa abordagem procura evitar que sejam borradas as “paisagens de borda”, como também permite complementar o olhar sobre os problemas locais através de uma visão preliminar, de sobrevoo, fornecida pelo uso de geotecnologias conforme o trabalho de Oyama et al. (2021).

Neste artigo, aprofunda-se particularmente esta segunda dimensão, tendo-se em vista o potencial de tal geografia aérea em denunciar o “estado do mundo” (Besse, 2014) à formação de novos referenciais ao contexto da Bacia do Mineirinho. Busca-se, em alguma medida, encontrar meios de concentrar a atenção para localidades que contribuam à procura de alternativas de resolução às problemáticas ambientais instaladas na bacia e discutidas pela literatura acadêmica. Espera-se que tal esforço constitua um exemplo para o contexto de São Carlos (SP) e outras microbacias em franco processo de urbanização precária e orientada por interesses do mercado imobiliário analogamente às evidências para o caso do município (Schenk; Peres; Fantin, 2016, 2018). Além disso, pretende-se fornecer subsídios para atividades multidisciplinares que ofereçam, enfim, entradas projetuais coletoras desses fragmentos de saberes à composição da Paisagem no Mineirinho segundo a objetividade de problemas comuns do quadro urbano para bacias em urbanização.

Múltiplos suportes metodológicos constituem o caminho percorrido neste trabalho

para uma apreensão de características locais. São mobilizados conceitos e modelos associados à hidrologia e às noções pertinentes ao campo de estudos da infraestrutura verde atentando-se particularmente à incorporação de componentes existentes da paisagem conforme advogam Mertens, Stiles e Karadeniz (2022). Utilizamos também o instrumental da linguagem de serviços ecossistêmicos para fins de comparação sob o ponto de vista das externalidades ambientais em direção à promoção de justiça ambiental conforme indicam Calderón-Argelich et al. (2021).

De um ponto de vista operacional, no sentido de viabilizar alternativas de projeto, o conceito de infraestrutura verde aproxima-se do adotado por Herzog (2013, p. 111), que conjuga aspectos de ecologia da paisagem à ecologia urbana e compreende a “cidade como um sistema socioecológico, por meio de uma visão holística, sistêmica”. Essa espécie de mecanismo inovador e alternativo, conforme Botelho (2011), guarda um vínculo com práticas historicamente aplicadas para diferentes campos disciplinares e têm assumido novas roupagens articuladas à economia e ambiente na forma de serviços ecossistêmicos, caracterizados como sendo os benefícios adquiridos pelas sociedades a partir de funções desempenhadas pelos sistemas ambientais (MEA, 2001).

Considerando arcabouço conceitual e o contexto apresentado, as hipóteses deste trabalho são as seguintes: (i) as publicações acadêmicas sobre a bacia hidrográfica em estudo não enfrentam problemáticas ambientais passíveis de serem captadas pela experiência da paisagem; e (ii) na Bacia do Mineirinho existem ambientes privilegiados à intervenção na paisagem que, potencializadas pela convergência de múltiplas estratégias metodológicas, permitem maximizar os benefícios ambientais à população local na forma de serviços ecossistêmicos hídricos.

Os objetivos assim elaborados são o de analisar e discutir quais são as problemáticas urbano-ambientais tratadas na literatura acadêmica publicada sobre a Bacia do Mineirinho, em São Carlos (SP); e identificar alternativas de localidades preferenciais na bacia à instalação de infraestrutura verde, dimensionando seu impacto na drenagem local.

Material e métodos

Área de Estudo

A microbacia do córrego Mineirinho abrange uma superfície aproximada de 5,89 km², sendo majoritariamente urbana e situada sobre um dos vetores de expansão da cidade de São Carlos (SP) em direção a novos empreendimentos imobiliários e à Rodovia Washington Luiz. Ela conta com múltiplas atividades e usos de seu território, conjugando a presença de um shopping, um campus da Universidade de São Paulo (USP), condomínios residenciais e diferentes contextos socioeconômicos. Suas fronteiras físicas beiram os limites urbano-rurais indicados por documentos de ordenamento territorial, como o Plano Diretor Municipal (São Carlos, 2016).

O exutório do Mineirinho localiza-se em um nó na hidrografia da cidade, ponto de acumulação de vazões advindas das microbacias do Gregório, Tijuco Preto, Santa Maria do Leme e cabeceira do Monjolinho. Uma visualização possível desta condição pode ser observada no trabalho de Pires et al. (2016), que tratam de modo mais abrangente o contexto da drenagem urbana municipal. Nesta escala, Borges (2006) registra a ampla e cíclica ocorrência anual de inundações nos vales urbanos da cidade e Eiras (2017) localiza pontos críticos desses eventos, registrando na saída do Mineirinho uma alta chance de ocorrência de tais situações.

Uma diversidade de estudos elaboram cartografias de uso e ocupação local, como é o caso de Amorim (2004), que identifica um processo de adensamento populacional nas imediações de traços dos cursos d'água do município e, no Mineirinho, um avanço acelerado da substituição de usos agrícolas ou de coberturas vegetais por tipologias com alto potencial de impactos sobre os sistemas ambientais, com redução de permeabilidade dos latossolos vermelho-amarelo que predominam na bacia; remoção de matas de galeria; e inclusive aumento da disseminação de vetores e doenças de veiculação hídrica.

Neste artigo, indicamos a localização da bacia na Figura 1 e procuramos elaborar sua carta de uso e ocupação atual obedecendo a uma classificação compatível à realização de modelos hidrológicos. A Figura 2 mostra o crescimento urbano na bacia a partir de 1985. Os dados do Mapbiomas (2021) mostram que a bacia passou de 1,03 km² para 4,13 km² de áreas urbanizadas. A Tabela 1 aponta alguns dos dados físicos locais.

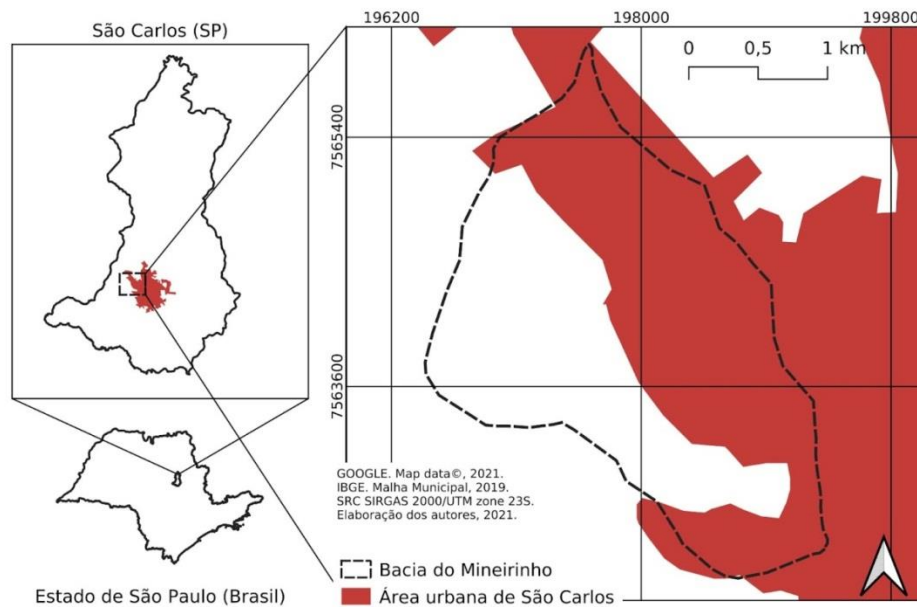


Figura 1. Indicação da localização da Bacia do Mineirinho.

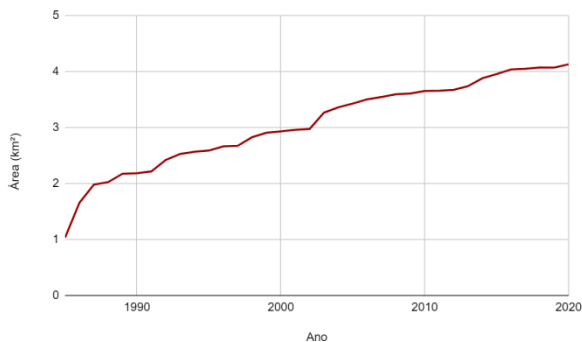


Figura 2. Crescimento urbano na Bacia do Mineirinho. Elaboração dos autores a partir de dados do Mapbiomas (2021), Coleção 6.

Tabela 1. Aspectos físicos da bacia.

DADOS FÍSICOS	MEDIDAS
Comprimento do talvegue principal (L)	4.948,14 m
Diferença de cotas entre o ponto mais alto e o exutório	92 m
Área da bacia	5,89 km ²
Área urbana da bacia em 2020	4,13 km ²

Revisão Bibliográfica Sistemática adaptada

Foi desenvolvida uma revisão bibliográfica de publicações sobre a bacia em questão a partir de diferentes bases de dados, aproximando-se de um procedimento sistemático simplificado, como evidenciado na Tabela 2. O procedimento geral obedeceu ao delineamento metodológico sugerido pela Collaboration for

Environmental Evidence, versão 5.0 (CEE, 2018). De modo esquemático, prosseguiu-se as seguintes etapas: (i) estabelecimento de uma pergunta norteadora da revisão; (ii) seleção base de busca e palavras-chave para a obtenção de publicações; (iii) elaboração de um critério de elegibilidade, permitindo a escolha das publicações; (iv) análise crítica dos textos resgatados na busca através de técnicas de análise de conteúdo; e (v) divulgação e discussão dos resultados obtidos.

As palavras-chave escolhidas foram aplicadas às buscas considerando os resumos, títulos e palavras-chave das bases consultadas. Através de tal levantamento, buscou-se responder à seguinte pergunta norteadora: como a bacia do córrego Mineirinho é abordada pela literatura acadêmica? A partir dos arquivos resgatados, foram eleitos para serem analisados os documentos que indicaram alguma abordagem do contexto urbano e ambiental da bacia ou mencionaram sua paisagem nas seções de resultados e discussões. Os textos obtidos passaram por uma análise de conteúdo obedecendo a técnicas indicadas por Bardin (2016) a partir de um processo de sistematização temática dos resultados conforme as seguintes questões auxiliares:

- Quais os objetivos desenhados para cada trabalho/publicação?
- Quais os problemas urbano-ambientais identificados nos resultados e discussões dos trabalhos acessados e como a paisagem é abordada?
- Quais as indicações ou soluções apontadas aos problemas identificados?

Alerta-se que o objetivo da revisão não foi o de esgotar as possibilidades de interpretações dos estudos obtidos, mas sim de identificar um panorama sobre as publicações envolvendo a Bacia do Mineirinho.

Os resultados para cada uma das perguntas acima foram agrupados a partir de categorias emergidas da análise, como indica Franco (2005). A busca recuperou arquivos publicados até 10 de abril de 2022

Tabela 2. Bases de busca e operadores lógicos à revisão bibliográfica.

BASES DE BUSCA	TIPO DE DOCUMENTO	TERMOS DE BUSCA
Sci Verse Scopus (Elsevier) (www.scopus.com)	Artigos e “conference papers”	"mineirinho" AND "São Carlos"
Banco de teses USP (Universidade de São Paulo) (https://www.teses.usp.br/)	Dissertações e teses	
Banco de Trabalhos de Conclusão de Curso da USP (http://www.tcc.sc.usp.br/)	Trabalhos de Conclusão de Curso	“mineirinho”
Repositório da UFSCAR (Universidade Federal de São Carlos) (https://repositorio.ufscar.br/)	Dissertações e teses	

Visitas e caminhadas na Bacia do Mineirinho

Analogamente ao trabalho desenvolvido por Frechette et al. (2020), parte deste artigo é suportada por uma aproximação à fenomenologia na medida em que é considerada a experiência interpretativa dos pesquisadores de modo qualitativo, servindo como alternativa para incorporar o conteúdo de impressões sobre a paisagem urbana no modelo hidrológico da bacia em estudo. Nesse sentido, procurou-se articular um ponto de vista qualitativo à modelagem desenvolvida. Em termos práticos, isso significa que a seleção locacional de pontos preferenciais à instalação de infraestrutura verde foi intermediada pela percepção da paisagem a partir de visitas de campo, analogamente ao Método Cartográfico discutido por Schenk e Lima (2019), mas complementado pela racionalidade que sustenta as noções de hidrologia que foram aplicadas.

Foram realizadas duas visitas de campo atravessando diferentes pontos da bacia. As caminhadas buscaram registrar diferentes perspectivas sobre as adjacências da hidrografia, visualizando-se pontos críticos e processos ambientais (como a ocorrência de erosões, assoreamentos, solos expostos, etc.) auxiliados pelas indicações colhidas na bibliografia utilizada. Registros do contexto local, anotações de percurso e imagens foram os produtos desta etapa metodológica.

Esse processo contribuiu à seleção de localidades candidatas à intervenções de maneira dinâmica ao longo das visitas. As alternativas de locação foram escolhidas privilegiando (i) ações em ambientes visualmente degradados; (ii) espacialidades públicas (como praças e áreas livres de construção); e (iii) contextos sociais precários (identificadas com ausência de qualificação urbana – em situação de abandono, por exemplo).

Modelo adotado ao cálculo hidrológico

Buscou-se construir uma leitura dos Serviços Ecossistêmicos hídricos (SEh) locais, em especial sobre a retenção da vazão gerada por escoamento superficial conforme o trabalho de Soares et al. (2017) em associação à amplitude de SE advindos da infraestrutura verde (Gómez-Baggethun, 2013). Para isso, hidrogramas da bacia foram elaborados assumindo que as condições de drenagem na bacia constituem um indicador do oferecimento de SEh. Dessa forma, foram comparadas as respostas do modelo hidrológico segundo o quadro ambiental atual e as alternativas fundamentadas na adoção de infraestrutura verde.

Os procedimentos de modelagem foram realizados segundo o Método Soil Conservation Service (SCS), com equações descritas na Tabela 3. A partir de cuidados apontados por Santos (2009), foram observadas indicações de Kim (2016) e Oyama (2019) e utilizada a distribuição de chuva ao longo do tempo conforme o Método de

HUFF (1967) para bacias urbanas (1º Quartil, ajustado para 50% de probabilidade de ocorrência) obedecendo a apontamentos de Abreu, Sobrinha e Brandão (2017). Analogamente ao procedimento realizado por Paulino (2014), foi adotada a condição de umidade média dos solos, identificados como sendo do tipo hidrológico B, haja vista a predominância de Latossolos

Vermelho-amarelo, com profundidades entre 100 e 200 cm.

A Tabela 5 indica os valores do Curve Number (CN) para os usos e coberturas identificados pela análise de imagens de satélite do Google Maps (2021) e da bibliografia consultada. A Tabela 4 indica os valores de CN adotados à confecção de hidrogramas sob influência de tipologias previstas de infraestrutura verde à bacia.

Tabela 3. Parametrização do modelo hidrológico.

VARIÁVEIS	EQUAÇÕES
Tempo de concentração (Tc), calculado pela equação de Kirpich conforme indicações de Kim (2016).	$Tc = 57 \cdot (L^3/H)^{0,385}$, com Tc em (min); L em (Km); e H em (m).
Intensidade da chuva (I), com coeficientes indicados pela Secretaria Municipal de Obras Públicas de São Carlos segundo Cavalcanti, Silva e Reis (2015).	$I = (1681,8 \cdot Tr^{0,199}) / (t + 16)^{0,916}$, com I em (mm/h); Tr (tempo de retorno) = 50 anos; t (duração do evento de chuva) = 2h.
Precipitação (P)	$P = I \cdot t$, com P em (mm).
Tempo de resposta (t _L)	$t_L = 0,6 \cdot Tc$, com T _L em (min).
Tempo de pico (t _p)	$t_p = 0,5 \cdot t'_r + T_L$, com T _L em (min).
Tempo de base (t _B)	$t_B = 2,67 \cdot t_p$, com T _L em (min).
Vazão de pico (Q _p)	$Q_p = 2,08 \cdot A/t_p$, com T _L em (min).
Infiltração potencial máxima (I)	$S = 25,4 \cdot 1000 / (CN - 10)$, para S em (mm) e CN adotado.
Infiltração inicial (I _a)	$I_a = 0,2 \cdot S$, para I _a em (mm).
Precipitação efetiva (Pe)	$Pe = (P - I_a)^2 / (P - I_a + S)$, se $P > I_a$ $Pe = 0$, se $P \leq I_a$. Pe em (mm).

Tabela 4. CNs adotados à confecção do modelo hidrológico segundos os diferentes usos.

USO E OCUPAÇÃO	CN
Áreas de estacionamento	98
Ferrovia	85
Shopping	98
Sistema viário com drenagem pluvial	98
Zonas abertas em más condições de drenagem	82
Zonas abertas não construídas (permeáveis) com cobertura em más condições de drenagem	61
Zonas abertas não construídas (permeáveis) sem cobertura e em más condições de drenagem	79
Zonas abertas permeáveis em geral com cobertura de gramíneas e vegetação urbana	69
Zonas com cobertura campestre muito esparsa	66
Zonas com cobertura florestal densa	52
Zonas com cobertura florestada esparsa	68
Zonas de usos agrícolas sem conservação dos solos	81
Zonas urbanas de usos institucionais com média impermeabilização e áreas arborizadas	68
Zonas urbanas de usos institucionais, residenciais, comerciais e lotes menores que 500m ² e densamente impermeabilizados	92

Tabela 5. CNs adotados para as tipologias de infraestrutura verde. Valores de CN aproximados de CNT (2020).

INTERVENÇÕES	CN
(A) Ações de reflorestamento, descompactação dos solos, armazenamento de vazão	50
(B) Adequações de áreas de estacionamento	60
(C) Áreas com instalações de telhados verdes e alternativas similares	60
(D) Pequenas praças, corredores verdes e ações de arborização	60
(E) Praças com cobertura vegetal, valas de infiltração, experimentação de projetos análogos	60
(F) Valas de retenção de sedimentos e infiltração	60

Resultados e discussão

Resultados da Revisão Bibliográfica

A Tabela 6 resume a quantidade de arquivos obtidos na revisão. Os textos encontrados (N1) foram aqueles diretamente obtidos das plataformas de busca; os textos analisados (N2) foram os que passaram pelo processo de categorização semântica por serem compatíveis ao critério de elegibilidade utilizado. As monografias foram os arquivos mais abundantes, bem como as teses de doutorado advindas da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e as dissertações

de mestrado, tanto da Universidade de São Paulo (USP), quanto da UFSCar. Dos 46 arquivos obtidos, 24 passaram pela análise completa a partir das questões auxiliares que orientaram a categorização.

Tabela 6. Quantidades e tipos de trabalhos analisados.

BASES	TIPO	N1	N2
Sci Verse Scopus	Artigo ou "Conference paper"	4	4
Banco de Teses USP	Dissertação de mestrado	8	7
	Tese de doutorado	1	1
Banco de TCCs USP	Monografia	13	5
Repositório UFSCar	Dissertação de mestrado	13	3
	Tese de doutorado	5	0
Total		44	22

Foi levantada uma variedade de abordagens sobre o contexto do Mineirinho, sendo a mais usual associada à escala da bacia enquanto

unidade de planejamento e gestão de recursos hídricos (Amorim, 2004; Benini, 2005; Janducci e Brandão, 2010; Aprígio e Brandão, 2011; Aprígio, 2012; Pontremolez, 2013; Aprígio e Brandão, 2013; Paulino, 2014; Benini e Mediondo, 2015; Kim, 2016; Carvalho, 2016; Silva, 2016; Pinto, 2019). Vale mencionar que todo esse corpo de referências têm um enfoque sobre a problemática das enchentes típicas do município.

Trabalhos com objetivos desse tipo são diversos: Paulino (2014) expressou como objetivo geral a análise da sensibilidade do método SCS em relação à classificação do uso e ocupação do solo à determinação do tempo de concentração e à distribuição temporal de chuvas de projeto; Aprígio (2012) e Aprígio e Brandão (2013) conduziram análises sobre os recursos hídricos segundo diferentes cenários de uso e ocupação através de ferramentas de geoprocessamento e modelagens; Janducci e Brandão (2010) aplicaram práticas semelhantes, incorporando aspectos físicos e sociais à análise desenvolvida; e Kim (2016) contribuiu para uma avaliação de modelos empíricos à definição de coeficientes hidrológicos ajustados à Bacia do Mineirinho. Uma síntese de conteúdos apresentados pelos objetivos dos documentos resgatados é apresentada na Figura 3.

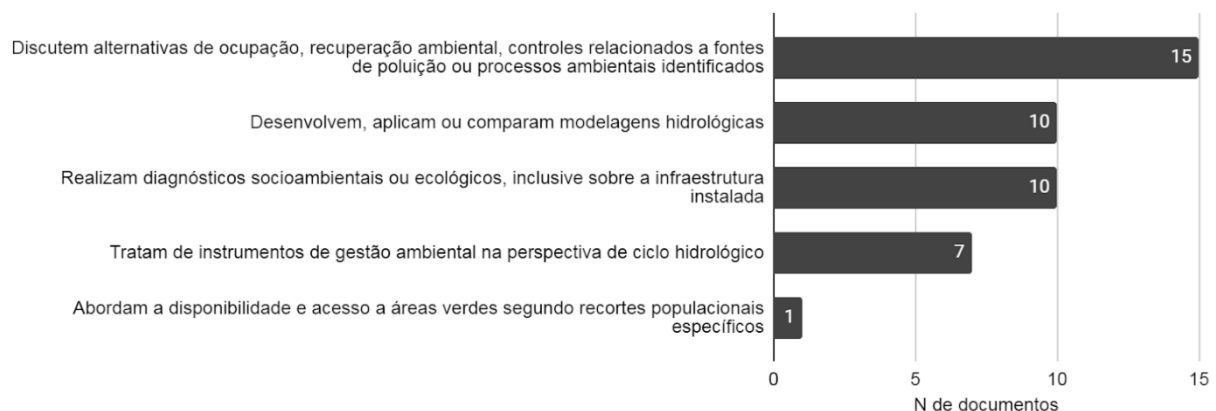


Figura 3. Síntese dos resultados da revisão segundo objetivos dos estudos sobre a bacia.

Também foi observada a temática de poluição difusa em alguns estudos (Aprígio e Brandão, 2011; Lemos, 2016; Martins, 2017; Pinto, 2019; Resende et al., 2020) e a proposição de métodos de controle sobre tais fontes. Lemos (2016), nesse sentido, avalia o potencial de utilização de sistemas de 'wetlands' construídas como alternativa de retenção e adequação de águas pluviais. Pinto (2019), complementado por Resende et al. (2020), através do Protocolo de Avaliação Integrada e Monitoramento de Nascentes de Cursos d'Água (PANÁgua), concluiu

que as nascentes do Mineirinho apresentam notas entre 1 e 2 na escala de Likert, indicando um nível de qualidade ambiental "ruim". Os autores argumentam que os principais fatores são o despejo de esgoto irregular; a concentração e empoçamento de águas pluviais; os intensos processos erosivos; a impermeabilização do solo; a disposição inadequada de resíduos sólidos; e a remoção da cobertura de vegetação natural.

Ainda sobre esse eixo temático, Aprígio e Brandão (2011) destacam a carência de adequação nas políticas de ordenamento territorial e a

necessidade de implementação de infraestrutura urbana para propiciar o desenvolvimento local sem impactos drásticos sobre o ciclo hidrológico e possibilitando a melhoria da qualidade de vida da população. Analogamente, Peres e Schenk (2021) compartilham suas experiências com ordenamento territorial em São Carlos através do Grupo de Trabalho de Planejamento dos Parques Urbanos (GTPU) observando deficiências nas políticas de ordenamento e destacando a situação crítica relacionada às inundações com contribuição de águas do Mineirinho.

As carências de ordenamento e as problemáticas de drenagem urbana revelaram áreas de alta suscetibilidade de erosão, conforme apresentadas por Acosta (2020). Em seu trabalho, destaca-se que a rápida urbanização da região somada à implantação do campus universitário favoreceu a formação de micro-regiões críticas, notadamente sujeitas a erosão. Vivaldini (2021) alerta que grande parte das soluções aplicadas nessas localidades consistem em métodos mecânicos, a exemplo de dissipadores de energia, que não passam pela devida manutenção. Detalhando essas tecnologias, Rodríguez (2019) avalia 26 bacias de retenção em São Carlos (SP), das quais 4 estão situadas na bacia em estudo. Suas conclusões colocam um alerta para o baixo aproveitamento das características da paisagem ao lazer. A partir de tal trabalho, apenas 3 bacias de retenção (nenhuma do Mineirinho) foram avaliadas como adequadas para essa função.

Não sendo declarada a noção de paisagem, o conteúdo dos excertos analisados aproxima-se de uma perspectiva ecológica que procura fundamentar processos decisórios segundo critérios de eficiência à conservação de recursos hídricos, particularmente através da abordagem de cenários, como Carvalho (2016). Sob essa perspectiva, as áreas verdes são temas centrais em alguns estudos e assim são relatadas tanto a necessidade de recomposição de vegetação na bacia e a importância do controle de erosão nas margens dos córregos locais; quanto demonstrados os efeitos do descarte de resíduos sólidos à drenagem local (Amorim, 2004; Tarpani, 2008; Jacob, 2011; Nakahata, 2012; Benini e Mediondo, 2015; Honda, 2015; Gonçalves, 2018).

Com o diferencial de considerar a renda das populações, Gonçalves (2018) traz uma análise da distribuição espacial, funcionalidade e atratividade antrópica a áreas verdes públicas na cidade de São Carlos (SP), em um inventário dessas localizações. Verifica-se uma correlação

entre a distribuição de tais áreas e as condições socioeconômicas de recortes populacionais, além da percepção dessas parcelas sobre tais espacialidades. Tal trabalho não é exclusivamente sobre a Bacia do Mineirinho, mas tendo sido recolhido segundo os critérios de elegibilidade aplicados, nota-se sua relevante contribuição à discussão de problemas urbano-ambientais no contexto de São Carlos. Suas asserções dão ensejo para que localmente as clivagens socioespaciais e econômicas sejam inseridas no debate ambiental na cidade, alertando-se a outras camadas de informações não recolhidas por outros arquivos até aqui. De forma sintética, a Figura 4 apresenta um agrupamento quantitativo dos principais enunciados de problemáticas ambientais locais resgatados na revisão

Depreende-se do levantamento realizado que a consideração do Plano Diretor do município de São Carlos SP como referência para projeções de cenários de ocupação do uso do solo é uma nítida demanda por planejamento com maior grau de detalhamento e viabilidade prática (Benini, 2005; Tarpani, 2008; Aprígio e Brandão, 2011; Pontremolez, 2013; Benini e Mediondo, 2015; Honda, 2015; Carvalho, 2016). Um aspecto recorrente nesse referencial é uma chamada à real implantação de previsões adequadas de planejamento urbano-ambiental. O caso de Benini e Mediondo (2015) chama a atenção, pois verifica-se que mesmo a adoção de diretrizes explícitas no ordenamento local não é suficiente à contenção de inundações típicas. Dessa forma, são oferecidos elementos que mostram um problema sistêmico do município, evidenciando a necessidade de melhoria de processos de planejamento e tomada de decisão de modo alternativo ao praticado historicamente na cidade.

A Figura 5 apresenta uma síntese quantitativa de alternativas à resolução de problemáticas locais exploradas pela literatura acessada e categorizada pela análise de conteúdo. A maior parte das recomendações apontam para a necessidade de ajustes de gestão e intervenções tecnológicas com vistas à recuperação de qualidades ambientais da bacia sob a perspectiva do ciclo hidrológico. Também salta aos olhos o número de textos que não oferecem indicações a possíveis soluções às problemáticas ambientais apontadas. Vale mencionar ainda que a menor quantidade de soluções indicadas na Figura 5 são aquelas que incorporam a dimensão social e econômica da população local na resolução de problemáticas da bacia.



Figura 4. Síntese dos resultados da revisão quanto a indicação de problemáticas ambientais instaladas na bacia.



Figura 5. Síntese dos resultados quanto a possíveis alternativas de soluções a partir das problemáticas instaladas.

Resultados das visitas e caminhadas no Mineirinho

Extraíu-se das caminhadas os pontos indicados na Figura 6, que serviram para orientar uma perspectiva crítica acerca da necessidade de intervenções projetuais no Mineirinho. O caminho na bacia foi iniciado no seu exutório. Optou-se por começá-lo à esquerda, assumindo-se o traço do córrego e suas margens como guia inicial do percurso. Bem como aponta Gonçalves (2018), essa parcela do território é servida de infraestrutura

recente e constitui um acesso privilegiado de áreas condominiais à Área 2 da USP São Carlos. Nessas localidades, o acesso às áreas verdes às margens do córrego do Mineirinho é direto e combinado às benfeitorias reservadas aos condomínios de alto padrão. À medida que se avança pela bacia, os condomínios são substituídos pela visão do campus, vazios urbanos, a ferrovia e o campo de atividades agrícolas, atravessado por uma estrada que conecta esse setor da cidade a empreendimentos residenciais privados em fase de

implantação em 2022. Nos pontos da parte superior da bacia se visualizam tanto as localidades centrais da cidade, quanto porções rurais do município, além dos conjuntos residenciais pouco conectados ao tecido urbano.

A descida de retorno logo alcança um trecho notadamente adensado e compatível à segregação detectada parcialmente pelo levantamento bibliográfico, tendo usos públicos concentrados em praças ou locais de academias comunitárias. Os trechos próximos à universidade

mantêm-se enquanto depósito irregular de resíduos em um mosaico de áreas abertas ou de servidão que recebem manejo de moradores do bairro. Neste lado da bacia, verifica-se o avesso da qualidade condominial em construção do lado oposto; ao mesmo tempo que também são sinalizadas outras espécies de organizações sociais e complexidades não passíveis de serem captadas por uma visão de sobrevoo.



Figura 6. Pontos visitados no trajeto na Bacia do Mineirinho. (A) Topo da bacia com trecho urbano em implantação. (B) Trecho da bacia próximo a nascentes e com acúmulo de resíduos. (C) Visão de sobrevoo com marcação dos pontos visitados. (D) Parcela condominial do lado esquerdo da bacia. (E) Exutório do mineirinho com processos erosivos, assoreamento e perda de cobertura vegetal.

Resultados para o modelo hidrológico da bacia

Os cálculos hidrológicos permitiram a comparação de intervenções em localidades visualizadas como candidatas à qualificação urbana e ambiental a partir do arranjo metodológico da presente pesquisa. A Figura 7

indica a carta de uso e ocupação elaborada à modelagem. As Tabelas 7 e 8 apresentam os coeficientes adotados e o valor de CN médio calculado para cada caso, antes e depois da instalação de infraestrutura verde nos locais selecionados a partir das caminhadas na bacia.

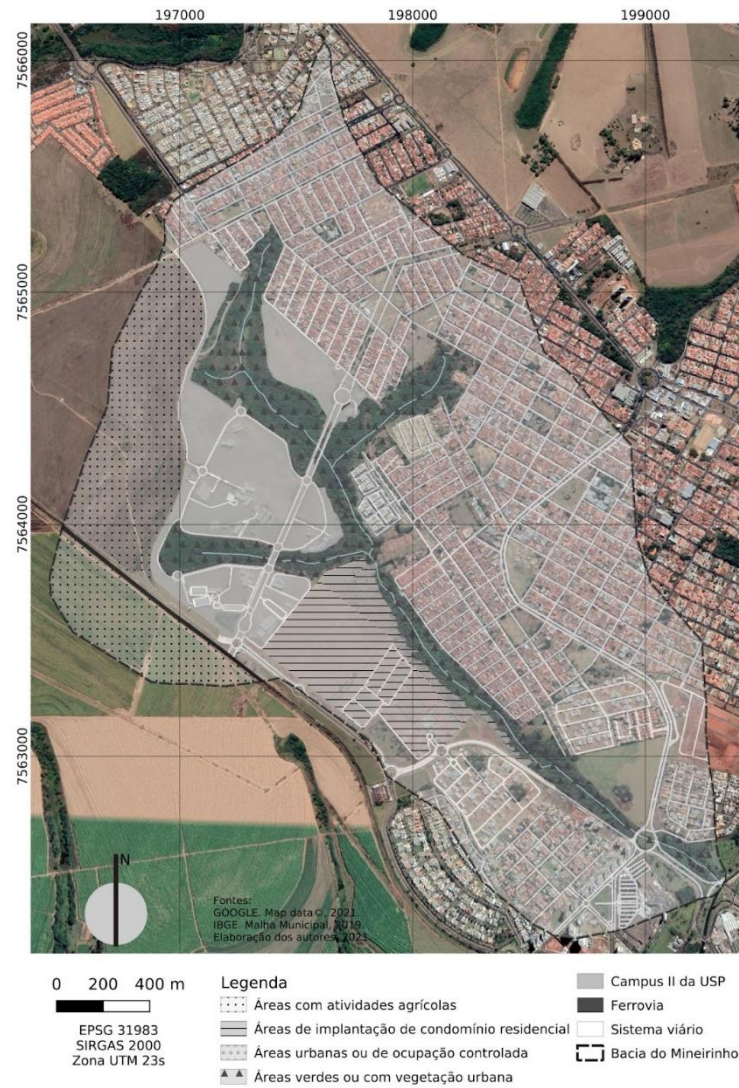


Figura 7. Carta de uso e ocupação da Bacia do Mineirinho para o ano de 2021.

Tabela 7. Cálculo do CN médio para a elaboração dos hidrogramas da bacia.

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	CN	ÁREA (Km²)	CN x ÁREA
Áreas de estacionamento	98	0,012	1,184
Ferrovia	85	0,019	1,597
Shopping	98	0,028	2,724
Sistema viário com drenagem pluvial	98	0,640	62,674
Zonas abertas em más condições de drenagem	82	0,030	2,465
Zonas abertas não construídas (permeáveis) com cobertura em más condições de drenagem	61	0,311	18,962
Zonas abertas não construídas (permeáveis) sem cobertura e em más condições de drenagem	79	0,089	6,995
Zonas abertas permeáveis em geral com cobertura de gramíneas e vegetação urbana	69	1,006	69,388
Zonas com cobertura campestre muito esparsa	66	0,082	5,384
Zonas com cobertura florestada densa	52	0,629	32,692
Zonas com cobertura florestada esparsa	68	0,066	4,459
Zonas de usos agrícolas sem conservação dos solos	81	0,682	55,250
Zonas urbanas de usos institucionais com média impermeabilização (E. E. Bento da Silva César)	68	0,009	0,594
Zonas urbanas de usos institucionais, residenciais, comerciais e lotes menores que 500m² e densamente impermeabilizados	92	2,286	210,270
CN médio sem infraestrutura verde (ponderado pela área)			80,645

A partir do processo desenvolvido, foram adicionadas cerca de 0,688 Km² de áreas preferenciais à instalação de diferentes tipologias de infraestrutura verde. Conforme a Tabela 8, estas estão distribuídas com tipologias diversificadas (identificadas com as letras de A a F), mas hidrologicamente adotadas como similares. Sua localização está apresentada na Figura 8.

Vale mencionar que seu impacto em termos de drenagem foi refletido no valor do CN médio, que passou de 80,645 nas condições iniciais para 78,825 a partir das alterações propostas. Ainda

que a diferença obtida entre os valores de CN tenha sido pouco expressiva, ressalta-se que as previsões locais não incorporaram áreas urbanas consolidadas. Nesse sentido, gera-se a oportunidade de complementar o modelo desenvolvido adicionando outras localidades na bacia.

A Figura 8 apresenta os resultados finais em termos de disponibilidade de SEh segundo as condições de drenagem local e a Figura 9, os hidrogramas comparados.

Tabela 8. Cálculo do CN médio considerando a instalação de infraestrutura verde.

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO COM ALTERNATIVAS DE INFRAESTRUTURA VERDE	CN	ÁREA (KM ²)	CN x ÁREA
Áreas de estacionamento	98	0,009	0,909
Ferrovia	85	0,019	1,597
(A) Infraestrutura verde - Ações de reflorestamento, descompactação dos solos, armazenamento de vazão	50	0,097	4,857
(B) Infraestrutura verde - Adequações de áreas de estacionamento	60	0,003	0,168
(C) Infraestrutura verde - Áreas com instalações de telhados verdes e alternativas similares	60	0,048	2,858
(D) Infraestrutura verde - Pequenas praças, corredores verdes, arborização	60	0,292	17,504
(E) Infraestrutura verde - Praças, valas de infiltração, experimentação de projetos análogos	60	0,034	2,062
(F) Infraestrutura verde - Valas de retenção de sedimentos e infiltração	60	0,215	12,883
Shopping	98	0,028	2,724
Sistema viário com drenagem pluvial	98	0,640	62,669
Zonas abertas em más condições de drenagem	82	0,028	2,269
Zonas abertas não construídas (permeáveis) com cobertura em más condições de drenagem	61	0,280	17,054
Zonas abertas não construídas (permeáveis) sem cobertura e em más condições de drenagem	79	0,045	3,567
Zonas abertas permeáveis em geral com cobertura de gramíneas e vegetação urbana	69	0,726	50,127
Zonas com cobertura florestada densa	52	0,628	32,657
Zonas com cobertura florestada esparsa	68	0,062	4,186
Zonas de usos agrícolas sem conservação dos solos	81	0,493	39,916
Zonas urbanas de usos institucionais com média impermeabilização (E. E. Bento da Silva César)	68	0,009	0,594
Zonas urbanas de usos institucionais, residenciais, comerciais e lotes menores que 500m ² e densamente impermeabilizados	92	2,232	205,313
CN médio com infraestrutura verde (ponderado pela área)			78,825

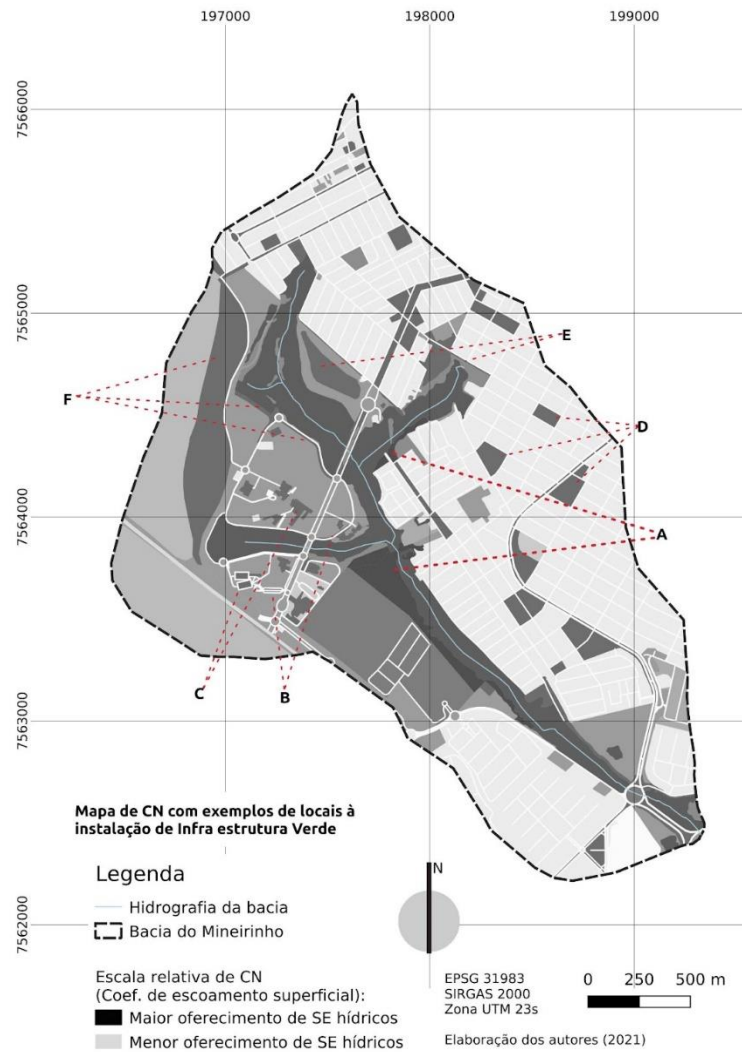


Figura 8. Modelo cartográfico com indicações de localidades para adoção de tecnologias de infraestrutura verde. As letras (de A à F) indicam as tipologias de tecnologias conforme a Tabela 8.

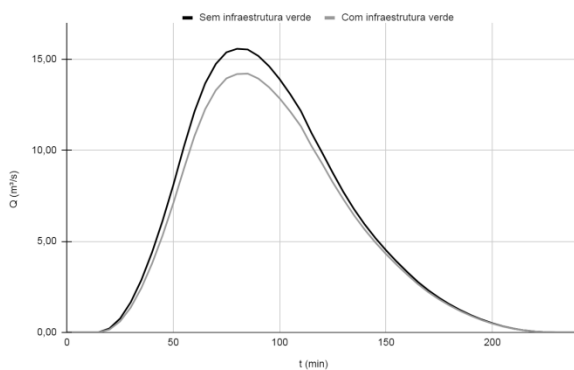


Figura 9. Hidrograma de comparação às curvas obtidas (com e sem infraestrutura verde).

A pequena diferença entre as curvas indicadas na Figura 9, apesar de um incremento quantitativo de áreas qualificadas sobre a bacia, se

deve à falta de consideração de ações sobre localidades já ocupadas pela expansão urbana. O cenário elaborado, em consonância à revisão bibliográfica realizada, denota que intervenções sobre áreas já consolidadas são imprescindíveis para uma alteração positiva da lógica da expansão urbana relatada na literatura.

O modelo final elaborado fornece um passo em tal direção, apontando localidades preferenciais à elaboração de intervenções voltadas à ampliação do oferecimento de Serviços Ecosistêmicos hídricos. Tal alternativa ilumina localizações e tipologias de propostas que assim podem beneficiar tanto a população da bacia e aquela que sofre com as cheias de jusante; quanto fornecer subsídios para outras bases de planejamento urbano e ambiental que sejam

compatíveis às necessidades emergentes e contemporâneas.

Conclusões

Aponta-se que a combinação de métodos empreendida indica que a matriz conceitual que tem orientado as diretrizes de ordenamento local não tem oferecido respostas aos quadros instalados sobre o Mineirinho. Esse cenário sugere que a formulação sobre os problemas ambientais locais, ao se concentrarem sobre dimensões estritamente quantitativas, deixam de perceber outros vetores e alternativas mais adequadas sob o ponto de vista dos sistemas ambientais e da paisagem urbana.

Assumindo as incertezas das estimativas hidrológicas, verificou-se que a adoção de infraestrutura verde em localidades públicas no sentido da recuperação ambiental de áreas degradadas pode auxiliar na amenização de problemas associados a enchentes e também incrementar qualitativamente o oferecimento de serviços ecossistêmicos dessas localidades. Verifica-se também a necessidade de ações que interfiram positivamente nas áreas já construídas e consolidadas, sobretudo considerando os agentes locais e alternativas ainda não exploradas pela academia.

Dessa forma, com exceção do trabalho de Gonçalves (2018), a paisagem aparece nos produtos da academia predominantemente como sinônimo de caracterização ambiental segundo objetivos ecológicos, de fluxos de matéria e energia, consonantes aos discursos de sustentabilidade identificados por Acselelad (2009). No entanto, como se evidenciou nas figuras 3, 4 e 5, são mais de quinze anos de publicações acadêmicas apontando a problemas urbano-ambientais muito semelhantes. Nesses documentos, acumulam-se modelagens e simulações cujos desdobramentos ainda são pouco incorporados de modo efetivo pela gestão municipal ou por incursões projetuais na paisagem na bacia.

Por fim, à medida que as problemáticas ambientais e de drenagem no Mineirinho se aproximam do quadro comum de fronteiras da urbanização, os resultados apresentados podem contribuir à formulação de alternativas de uso e ocupação de modo mais compatível aos sistemas ambientais. Além disso, gera-se a oportunidade de incorporar outras camadas de informações ao planejamento urbano de modo a se levar em consideração o desempenho de funções ecossistêmicas mesmo em ambientes urbanos.

Agradecimentos

Este estudo foi parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001. Os autores declaram não existir conflitos de interesse.

Referencias

- Abreu, F. G. De; Sobrinha, L. A.; Brandão, J. L. B. Análise da distribuição temporal das chuvas em eventos hidrológicos extremos. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 22, 239–250, abr. 2017.
- Acosta, I. C. O. Investigação aplicada à gestão de risco geológico-geotécnico, para fins de planejamento urbano. Caso piloto: “Erosão na cidade de São Carlos”. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos)—São Carlos: UFSCAR, 18 dez. 2020.
- Acselelad, H. Vigiar e unir: a agenda da sustentabilidade urbana? In: *A duração das cidades - sustentabilidade e risco nas políticas urbanas*. 2. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2009.
- Ahern, J. Urban landscape sustainability and resilience: the promise and challenges of integrating ecology with urban planning and design. *Landscape Ecology*, 28, 1203–1212, 1 jul. 2013.
- Amorim, L. M. De. Ocupação de fundos de vale em áreas urbanas. Estudo de caso: Córrego do Mineirinho, São Carlos, SP. Dissertação de mestrado—São Carlos: UFSCar, 17 jul. 2004.
- Aprígio, P. D. O.; Brandão, J. L. B. Impact assessment of non-point source pollution with the L-THIA model. *World Environmental and Water Resources Congress 2011: Bearing Knowledge for Sustainability - Proceedings of the 2011 World Environmental and Water Resources Congress*. Anais...2011. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-79960384032&doi=10.1061%2F41173%28414%2975&partnerID=40&md5=7b2209e981003c45fd5f41c3e81bb1bd>>
- Aprígio, P. D. O.; Brandão, J. L. B. Non-point source pollution models applied to an urban watershed. *World Environmental and Water Resources Congress 2013: Showcasing the Future - Proceedings of the 2013 Congress*, p. 249–265, 2013.
- Aprígio, P. D. O. Avaliação de modelos de simulação de cargas difusas em bacias urbanas. Dissertação de Mestrado—São Carlos: EESC/USP, 19 jun. 2012.

- Bardin, L. Análise de conteúdo. Tradução: Luis Antero Reto. São Paulo: Edições 70, 2016.
- Benini, R. DE M. Cenários de ocupação urbana e seus impactos no ciclo hidrológico na bacia do córrego do Mineirinho. Dissertação de mestrado—São Carlos: EESC/USP, 1 set. 2005.
- Benini, R. DE M.; Menciondo, E. M. Urban occupation and its hydrologic impacts in the upper Mineirinho watershed. *Floresta e Ambiente*, 22, 211–222, 2015.
- Besse, J.-M. O gosto do mundo: exercícios de paisagem. Rio de Janeiro: Eduerj, 2014.
- Borges, J. Q. O impacto da ocupação de fundos de vale em áreas urbanas. Caso: Córrego do Gregório - São Carlos (SP). Dissertação de mestrado—São Carlos: UFSCar, 26 maio 2006.
- Botelho, R. G. M. Solos urbanos. In: ANTÔNIO JOSÉ TEIXEIRA GUERRA (Ed.). *Geomorfologia Urbana*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 11–115.
- CALDERÓN-ARGELICH, A. et al. Tracing and building up environmental justice considerations in the urban ecosystem service literature: A systematic review. *Landscape and Urban Planning*, 214, p. 104130, 1 out. 2021.
- Carvalho, A. E. F. Análises multicriteriais aplicadas à avaliação de alternativas de controle de inundações na bacia hidrográfica do rio Mineirinho (São Carlos - SP). Dissertação de Mestrado—São Carlos: EESC/USP, 12 maio 2016.
- Cavalcanti, D.; Silva, D.; Reis, L. Análises preliminares de dados de monitoramento das bacias urbanas de São Carlos - SP. Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Anais... In: SEGURANÇA HÍDRICA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: DESAFIOS DO CONHECIMENTO E DA GESTÃO. Brasília: ABRH, 22 nov. 2015.
- CEE. Guidelines and Standards for Evidence Synthesis in Environmental Management. V. 5.0; AS Pullin, GK Frampton, B Livoreil & G Petrokofsky, 2018.
- Cheshmehzangi, A. et al. Green infrastructures for urban sustainability: Issues, implications, and solutions for underdeveloped areas. *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 59, p. 127028, 1 abr. 2021.
- CNT. The Green Values® - Stormwater Management Calculator Methods. Green Values, 2020. Disponível em: <<https://greenvalues.cnt.org/about.php>>. Acesso em: 20 jan. 2021.
- Eiras, C. G. S. Mapeamento da suscetibilidade a eventos perigosos de natureza geológica e hidrológica em São Carlos - SP. Dissertação de mestrado—São Carlos: EESC/USP, 7 jul. 2017.
- Franco, M. L. P. B. Análise de conteúdo. 2. ed. Brasília: Líber Livro Editora, 2005.
- FRECHETTE, J. et al. Capturing Lived Experience: Methodological Considerations for Interpretive Phenomenological Inquiry. *International Journal of Qualitative Methods*, 19, p. 1609406920907254, 1 jan. 2020.
- Freitas, J. M. DE S. O pulsar das águas na paisagem urbana: a requalificação do Corumbé como construção de um novo paradigma. Dissertação de Mestrado—São Paulo: FAU USP, 22 maio 2020.
- García, C. G.; Sierra, U. J. M. Urban megaprojects in Latin American metropolis: Cases of study in the context of neoliberal policies. *Investigaciones Geograficas*, n. 106, 2021.
- Gómez-Baggethun, E.; Barton, D. N. Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics, Sustainable Urbanisation: A resilient future*. 86, 235–245, 1 fev. 2013.
- Gonçalves, M. P. Análise da distribuição espacial, funcionalidade e atratividade de áreas verdes públicas na cidade de São Carlos, SP. Dissertação de mestrado—São Carlos: UFSCar, 19 mar. 2018.
- Google Maps. Disponível em: <<https://www.google.com/maps/@-21.9973143,-47.9295816,2951m/data=!3m1!1e3>>. Acesso em: 29 jan. 2021.
- Herzog, C. P. Cidades para Todos: (re) aprendendo a conviver com a natureza. 1. ed. Rio de Janeiro: Mauad X: Inverde, 2013.
- Honda, A. C. Estudo da degradação ambiental de três microbacias na área urbana de São Carlos (SP) a partir de mapeamento multitemporal e geoindicadores. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental)—São Carlos: EESC/USP, 2015.
- Huff, F. A. Time distribution of rainfall in heavy storms. *Water Resources Research*, 3, 1007–1019, 1967.
- Jacob, S. M. Análise do uso e ocupação das APPs da bacia do córrego do mineirinho e propostas para recuperação das suas nascentes. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental)—São Carlos: USP - EESC, 2011.
- Janducci, J. P. Z.; Brandão, J. L. B. Water resources GIS system applied to a urban watershed. *World Environmental and Water Resources Congress 2010: Challenges of Change - Proceedings of the World Environmental and Water Resources*

- Congress 2010. Anais...2010. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-77955006456&doi=10.1061%2f41114%28371%29328&partnerID=40&md5=b205c9b8b3d6ae725e542a8a3583cafa>>
- Kim, V. J. H. Estimativa do tempo de concentração para a bacia do córrego Mineirinho - São Carlos (SP). TCC—São Carlos: EESC/USP, 2016.
- LEMOS, H. G. Modelagem de sistemas de wetlands construídas como medida de controle de poluição difusa na bacia hidrográfica do córrego do Mineirinho, São Carlos-SP. Dissertação de Mestrado—São Carlos: Universidade de São Paulo, 13 set. 2016.
- Lima, M. C. B. DE; Schenk, L. M. A paisagem enquanto experiência: uma estratégia metodológica. *VIRUS*, v. 2020, n. 20, jul. 2020.
- Manetta, A. Círculos de cooperação, usos do território das cidades e cultura popular no Brasil. *PatryTer*, 4, 92–111, 1 set. 2021.
- Mapbiomas. Projeto MapBiomas – Coleção 6 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil, 2021. Disponível em: <mapbiomas.org>
- Martins, R. G. Modelagem da carga de poluição difusa em escala de bacia com valores de concentração média por evento a partir de dados de uma rede de monitoramento local. Tese de doutorado—São Carlos: Universidade de São Paulo, 6 abr. 2017.
- Matsler, A. M. et al. A ‘green’ chameleon: Exploring the many disciplinary definitions, goals, and forms of “green infrastructure”. *Landscape and Urban Planning*, v. 214, 2021.
- MEA. Millennium Ecosystem Assessment. Island Press, Washington DC, 2001.
- Mertens, E.; Stiles, R.; Karadeniz, N. Green May Be Nice, but Infrastructure Is Necessary. *Land*, 11, 89, jan. 2022.
- Nakahata, A. P. Estudo da Avifauna no Campus de São Carlos da Universidade de São Paulo - subsídios à gestão ambiental. TCC—São Carlos: EESC/USP, 2012.
- Oyama, A. C. Estudos hidrológicos aplicados em projetos de urbanismo de impacto reduzido: uma terceira margem de possibilidades para a Bacia Santa Maria do Leme, em São Carlos/SP. TCC—São Carlos: EESC/USP, 2019.
- Oyama, A. C. et al. Planejar com as águas: o papel de grupos extensionistas e assessorias populares na construção de alternativas de requalificação urbano-ambiental. *Editora Científica Digital*, 1, 233–248, 31 ago. 2021.
- Paulino, P. F. Estudo sobre a sensibilidade dos parâmetros do método SCS na determinação de hidrogramas de cheia em bacias urbanas. Dissertação de mestrado—São Carlos: EESC/USP, 30 set. 2014.
- Peres, R. B. Schenk, L. B. M. Planejamento da paisagem e mudanças climáticas: uma abordagem multidisciplinar em São Carlos (SP). *Ambiente & Sociedade*, São Carlos, v. 24, 2021.
- Pinto, M. J. R. Avaliação de condições ambientais de nascentes de cursos de água: ferramenta de subsídio à gestão de recursos hídricos e ao planejamento de bacias hidrográficas. Dissertação de Mestrado (Programa de Programa de PósGraduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de São Carlos)—São Carlos: UFSCAR, 21 maio 2019.
- Pires, I. R. M. et al. Proposta de Manejo de Águas Pluviais e Drenagem Urbana do Município de São Carlos - SP: Aplicação da Análise SWOT como Método de Avaliação de Política Pública (Rainwater and urban drainage management proposal in São Carlos – SP: SWOT analysis ...). *Revista Brasileira de Geografia Física*, 9, 2104–2120, 2016.
- Pontremolez, N. S. Estudo das inundações em cenários alternativos de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Córrego do Mineirinho em São Carlos, SP. Dissertação de mestrado—São Carlos: EESC/USP, 25 out. 2013.
- Ramyar, R.; Ackerman, A.; Johnston, D. M. Adapting cities for climate change through urban green infrastructure planning. *Cities*, 117, 103316, 1 out. 2021.
- Resende, G. C.; Silva, E. M. A.; Hanai, F. Y. Análise do estado de conservação das nascentes das microbacias dos córregos do Mineirinho e do Paraíso e propostas de recuperação. In: VI JORNADA DE GESTÃO E ANÁLISE AMBIENTAL. São Carlos: 2020.
- Rizzatti, H.; Silva, A. M. B. DA. Cidades e contraracionalidades: ocupações urbanas em Campinas/SP (do Parque Oziel ao Jardim Campo Belo. *Raega - O Espaço Geográfico em Análise*, 40, 211–230, 23 ago. 2017.
- Rodríguez, C. A. M. Avaliação de bacias de retenção de águas pluviais implantadas no município de São Carlos, SP. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos)—São Carlos: UFSCAR, 15 mar. 2019.

- Santos, M. A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2006.
- Santos, L. L. MODELOS HIDROLÓGICOS: Conceitos e Aplicações. Revista Brasileira de Geografia Física, 2, 1–19, 16 dez. 2009.
- São Carlos. Lei n o 18.053 de 2016. Plano Diretor Municipal. . 19 dez. 2016.
- Schenk, L. B. M. Arquitetura da paisagem entre o Pinturesco, Olmsted e o Moderno. Tese de doutorado—São Paulo: FAU USP, 27 ago. 2008.
- Schenk, L. B. M.; Lima, M. C. P. B. DE. O Método Cartográfico no projeto da Arquitetura da Paisagem. Risco - Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo, 17, 26–40, 17 set. 2019.
- Schenk, L.; Peres, R.; Fantin, M. A revisão do Plano Diretor da cidade de São Carlos e as novas formas urbanas em curso. Quapá, 5 abr. 2016.
- Schenk, L.; Peres, R.; Fantin, M. Sistema de espaços livres e sua relação com os agentes públicos e privados na produção da forma urbana de São Carlos, SP. In: Quadro geral da forma urbana e do sistema de espaços livres das cidades brasileiras. São Paulo: FAUSP, 2018. 2, 297–339.
- Semeraro, T. et al. Planning of urban green spaces: An ecological perspective on human benefits. Land, 10, 1–26, 2021.
- Silva, D. F. Análise da influência de microrreservatórios em um loteamento e seus efeitos em escala de bacia. Dissertação de Mestrado—São Carlos: EESC/USP, 22 ago. 2016.
- Soares, m. R. G. De J. et al. Efficiency of the curve number method of rainwater retention. Mercator (Fortaleza), 16, 26 jan. 2017.
- Spirn, A. W. O jardim de granito. A natureza no desenho da cidade. Edusp, 1995.
- Tarpani, R. R. Z. Análise ambiental de micro-bacia hidrográfica visando a prevenção de danos ambientais e econômicos. TCC—São Carlos: EESC/USP, 2008.
- Vivaldini, Amanda Ramela Schalch. Estudo de casos de erosões hídricas lineares e seu controle na cidade de São Carlos e comparativo com outras regiões. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil)—São Carlos: UFSCAR, 16 jun. 2021.
- Washbourne, C. L. Environmental policy narratives and urban green infrastructure: Reflections from five major cities in South Africa and the UK. Environmental Science & Policy, 129, 96–106, 1 mar. 2022.
- Zuniga-Teran, A. A. et al. Urban resilience and green infrastructure systems: towards a multidimensional evaluation. Current Opinion in Environmental Sustainability, 44, 42–47, 2020.
- Zuniga-Teran, A. A. et al. The unjust distribution of urban green infrastructure is just the tip of the iceberg: A systematic review of place-based studies. Environmental Science & Policy, 126, 234–245, 1 dez. 2021.