



QUAL É O CENÁRIO DA PESQUISA VOLTADA PARA A SUSTENTABILIDADE URBANA QUE RELACIONA OS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL?

Etianne Alves Souza de Oliveira¹
Tamara Simone van Kaick²

Recursos Hídricos e Qualidade da Água

Resumo

Os impactos das mudanças climáticas no espaço urbano afetam os recursos hídricos quantitativamente e qualitativamente. A concepção da infraestrutura urbana atual, conhecida por cinza, não será suficiente para suportar os impactos dos fenômenos extremos previstos para o futuro próximo. A incorporação de tecnologias sustentáveis que incorporem o conceito de serviços ecossistêmicos, é uma perspectiva que vislumbra a resiliência necessária para que os centros urbanos suportem a estrutura socioambiental e econômica no futuro. As pesquisas que visam desenvolver conhecimento que dão o suporte à governança local é geradas nas Instituições de Ensino Superior (IES). Esse trabalho tem por objetivo identificar como está o cenário de pesquisa na pós-graduação para os temas sustentabilidade urbana e recursos hídricos. A metodologia consistiu em fazer uma busca das pesquisas realizadas na pós-graduação, em 4 IES, com buscas realizadas pelas palavras chave: sustentabilidade urbana e recursos hídricos. Foi possível observar que as pesquisas ainda são tímidas em relação ao tema que alinha a urbanização com os recursos hídricos. Observa-se o desenvolvimento de pesquisa precisa ser acelerado, devido a necessidade urgente de desenvolver infraestrutura urbana resiliente para as mudanças climáticas.

Palavras-chave: Infraestrutura Urbana; Paisagismo; Capital Hídrico.

¹Prof. Me. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia – Departamento Ensino, Pesquisa e Extensão, etianne_oliveira@hotmail.com.

²Prof. Dr. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Departamento Pós-Graduação, tamara.van.kaick@gmail.com.



INTRODUÇÃO

O aumento populacional humano vem sendo observado com atenção por diversos organismos internacionais. Segundo os dados da Organização Mundial das Nações Unidas (ONU, 2020), na década de 1950 a população mundial era de 2,6 bilhões de pessoas, atualmente os dados indicam cerca de 7.780 bilhões, dos quais 55% vivem em centros urbanos. Projeções estatísticas indicam que em 2050 cerca de 68% da população mundial viverá em centros urbanos.

O Brasil segue a mesma tendência, segundo Lopes (2016), em 1940 cerca de 31,24 % da população estava concentrada em centros urbanos, e em 2010 o cenário já havia modificado drasticamente, no qual 84,36 % da população brasileira era considerada urbana.

Os grandes problemas da humanidade serão manifestados nas cidades, justamente pelo fato de abrigarem a maior parte da população mundial. Segundo Gadda *et al.* (2021, p. 9), “ao mesmo tempo, são nas cidades que as decisões estão sendo tomadas e onde a interface entre as pessoas e a gestão sobre os serviços ecossistêmicos pode acontecer de maneira mais consciente, pois é o nível de governança mais próximo da comunidade”.

O conhecimento também é gerado nas cidades, conforme Weiss (2017), o desenvolvimento de “informação, conhecimento e inovação; desenvolvimento sustentável; globalização e governança são aspectos relevantes e que devem tomar a agenda de todos os atores sociais [...]” e de certa forma as universidades, como centros de pesquisa, também podem contribuir na busca de soluções para os problemas advindos da urbanização, que segundo Weiss (2017), ainda precisam “ser melhor entendidos e equacionados, para além de qualquer potencial determinismo tecnológico que a definição do tema possa sugerir”.

Além dos aspectos relacionados com o fenômeno da concentração da população nas cidades, o século 21 ainda vislumbra os impactos das mudanças climáticas, que devem causar danos no espaço urbano em diversas facetas socioambientais e econômicas. A gestão das áreas urbanas, como são aplicadas atualmente, implicam em danos ambientais que afetam principalmente as estruturas hídricas naturais (ANELLI, 2020).

Os danos afetam diretamente a qualidade, por meio da contaminação dos corpos hídricos, e a baixa resiliência das infraestruturas tradicionais, conhecidas por cinzas, não

são capazes mais de dar respostas às crises do sistema hídrico urbano, sejam causadas por excesso, escassez ou contaminação da água. (FLETCHER *et al.*, 2015).

Na busca por soluções que possam dar respostas ao cenário que se descortina, são desenvolvidas metodologias e tecnologias de infraestrutura nomeadas como sustentáveis, das quais seguem alguns exemplos: Infraestruturas Verdes, Infraestruturas Azuis-verde, Técnicas de Desenvolvimento de Baixo Impacto, Técnicas Alternativas e Técnicas Compensatórias, entre outras. Em diferentes países, as infraestruturas sustentáveis dão respostas mais resilientes aos problemas do sistema hídrico urbano e promoverem múltiplos benefícios as cidades e seus habitantes (FLETCHER *et al.*, 2015).

Desta forma surge o questionamento: como está o cenário de desenvolvimento de pesquisas acadêmicas sobre os temas correlacionados: sustentabilidade urbana e recursos hídricos, no Brasil? Esse trabalho tem por objetivo identificar como está o cenário de pesquisa na pós-graduação para os temas sustentabilidade urbana e recursos hídricos.

METODOLOGIA

Com base nos tipos de métodos e na classificação das pesquisas apresentada por Lakatos e Marconi (2014), esta pesquisa é exploratória, porém busca uma abordagem quanti e qualitativa delimitando a busca de dados em quatro Instituições Públicas do Ensino Superior.

A sequência metodológica prevê uma análise do estado da arte em relação aos aspectos mais notórios voltados à urbanização no âmbito internacional e nacional, para identificar, na linha do tempo, o desenvolvimento e orientações geradas para direcionar a condução da urbanização nesses dois cenários.

No âmbito nacional, foi realizado um corte que delimita a busca do desenvolvimento do conhecimento para a temática em quatro Instituições do Ensino Superior (IES) públicas: Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR); Universidade Federal de Santa Catarina (URSC); Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Universidade de São Paulo (USP).

O levantamento de dados nestas quatro IES foi realizado por meio dos Repositórios



Institucionais, tendo como palavras chave de busca: Sustentabilidade urbana e recursos hídricos.

Os dados foram compilados e forneceram informações para a realização da análise do cenário de pesquisa, que confrontam os dois temas: sustentabilidade urbana e recursos hídricos, para identificar o quanto estes dois temas já fazem parte das pesquisas no cenário brasileiro.

O resultado da análise não pretende trazer uma verdade absoluta, mas pretende auxiliar no mapeamento e na projeção de como as duas temáticas se tornam presentes no desenvolvimento de conhecimento no âmbito brasileiro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As pressões sobre os recursos naturais que são gerados pelo processo de urbanização ocasionaram danos ambientais que impactam diretamente o âmbito ambiental, social e econômico das cidades. Outro aspecto importante, a ser observado, é que as consequências dos danos ambientais são percebidos com maior intensidade por habitantes de áreas vulneráveis (ANELLI, 2020), onde as fragilidades na ação do poder público e as legislações direcionadas ao planejamento urbano se mostram, atualmente, inexequíveis.

Novas formas de pensar os espaços urbanos surgem em resposta ao crescimento e adensamento desses espaços, pois há preocupações quanto aos impactos sobre os recursos naturais, sociais e econômicos da urbanização tradicional a médio e longo prazo (BEATLEY; NEWMAN, 2013; LOPES, 2016). As diretrizes e instrumentos que foram sendo desenvolvidos no âmbito Internacional e Nacional ao longo de 50 anos, iniciando na década de 1970 até 2020, incorporaram reivindicações de movimento sociais e gestão democrática urbana (KOURY E OLIVEIRA, 2021).

Junto a isso, começam a incorporar os serviços ecossistêmicos como elementos vitais do planejamento urbano, cuja aplicação permite perceber a resiliência e a melhor performance no que tange a absorção dos impactos gerados por fenômenos naturais extremos, gerando desta forma uma melhor compreensão dos benefícios ambientais, sociais e econômicos gerados, ao incorporar tecnologias sustentáveis na infraestrutura cinza,

voltada aos aspectos da urbanização. (FLETCHER et al., 2015; ZAVRL; ZEREN, 2010)

No âmbito internacional, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), tem sido o braço científico das Nações Unidas, e entre as suas atuações, trata dos problemas hidrológicos voltados ao contexto urbano. O Programa de Gestão *Urban Water* (UWMP) visa apoiar os países na abordagem dos problemas hídricos das cidades e na melhoria da gestão da água nas áreas urbanas. Desde 1975 várias ações já foram desenvolvidas e outras estão em desenvolvimento mundialmente, conforme pode ser visualizado na linha do tempo da figura 01, que indica os principais temas abordados pelo *International Hydrological Programme* - UNESCO-IHP.

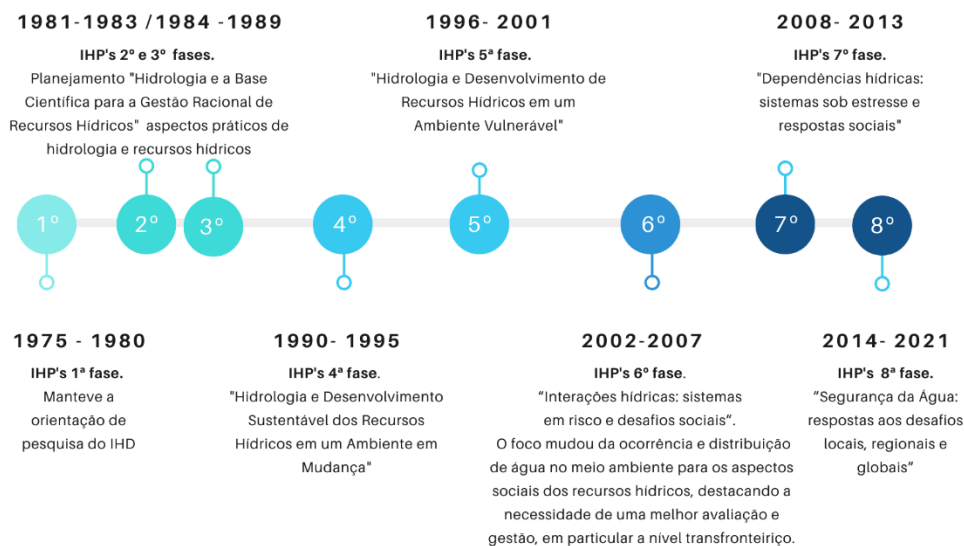


Figura 1: Fases do Programa International Hydrological Programme - UNESCO-IHP. Fonte: adaptado de LEEUWEN *et al.*, (2019).

Nacionalmente, a estrutura das Políticas Públicas dispõe de graus hierárquicos que definem as funções de gestão exercidas entre cada esfera político-administrativa. A constituição de 1988 já faz referência ao direito do cidadão à qualidade ambiental e de vida, em relação aos recursos hídricos tem-se a Política Nacional de Recursos Hídricos, lei federal nº 9.433 de 1997, a sua implementação se dá por meio do Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), com o gerenciamento dos recursos hídricos a nível federal, estadual e de Bacias Hidrográficas (BRASIL, 2021).

No âmbito da urbanização tem-se a preocupação iniciada por meio do Projeto de Lei Nº 775 de 1983, que estabelecia objetivos e a promoção do desenvolvimento urbano, e



atualmente a lei federal N° 10.257 de 2001, que regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal. Essa lei estabelece diretrizes gerais da política urbana prevendo: diretrizes, instrumentos da política urbana, plano diretor e gestão democrática da cidade. Na Figura 2 é possível identificar as principais regulamentações brasileiras que visam a urbanização e a preservação dos recursos hídricos.



Figura 2: Legislação federal relacionadas ao urbanas a aos recursos hídricos no Brasil.

A projeções sobre as mudanças climáticas alertam para alterações do ciclo hidrológico, bem como ondas de calor e inundações em áreas urbanas (DEPIETRI; RENAUD; KALLIS, 2012; MARENGO *et al.*, 2020). As infraestruturas tradicionais, ou cinzas, cinzas são consideradas de baixa resiliência (AHERN, 2011; PALMER *et al.*, 2015), e não são capazes de conter danos ambientais gerados pelos fenômenos extremos e não vislumbram a possibilidade da restauração ambiental (MARENGO, 2020; SKANSKI *et al.*, 2013).

Experiências que conseguiram integrar a infraestrutura cinza com tecnologias sustentáveis, assim como a compreensão de como os serviços ecossistêmicos são necessários para a manutenção da qualidade de vida na infraestrutura urbana, permitiram experimentar e compreender as possibilidades multi-utilitária dos serviços ecossistêmicos para as cidades (PALMER; HONDULA; KOCH, 2014).

No Brasil, inovações nas ações do paisagismo e infraestrutura são executadas e aplicadas em áreas urbanas. Os pesquisadores Frischenbruder e Pellegrino (2006, p.68), consideraram que o “crescimento econômico não pode mais ser uma licença para a

imprudência ambiental”, e identificaram oito aplicações de infraestruturas sustentáveis, todas na região sudeste do Brasil, as aplicações eram vias verdes com abrangência urbana e regional.

Para identificar o perfil relacionado aos temas de pesquisas de pós-graduação relacionados aos problemas hídricos em centros urbanos, foi realizado um levantamento nos repositórios da UTFPR, UFMG, UFSC e USP. A seguir apresentam-se os resultados da pesquisa sobre o tema e como se dá a relevância do tema nestas IES.

Na UTFPR, o levantamento foi realizado no Repositório Institucional da UTFPR (RIUT). Foram identificadas 5191 publicações da pós-graduação, das quais 52 (1%) foram identificadas tendo as palavras-chave ‘Sustentabilidade urbana’ no título. Das 52 pesquisas, 9 estavam relacionadas ao espaço urbano e desses, 2 estavam relacionadas ao tema recursos hídricos. A figura 3 mostra que não há um crescimento do tema nas teses e dissertações da UTFPR.

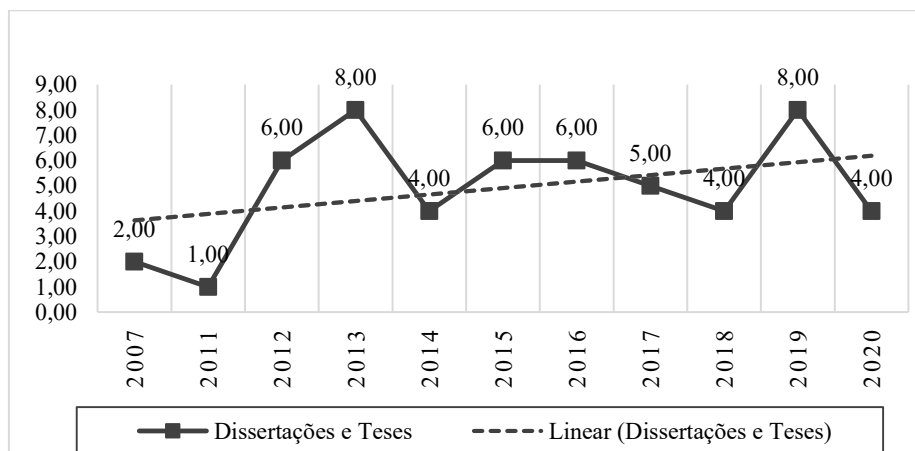


Figura 03 – Publicações do Repositório RIUT – UTFPR, sobre sustentabilidade urbana.

Embora os números sejam estáveis nos últimos 10 anos, pesquisa por termos específicos relacionados aos problemas urbanos de gestão hídrica mostra crescimento no número de pesquisas. Pesquisas abordando paisagismo (2/12 - 500%) e saneamento (3/93 - 3000%) nos últimos 10anos (2009 a 2019). Entre os programas que mais pesquisam sobre os temas específicos está a pós-graduação em Engenharia Civil.

No repositório da UFMG há 25.244 trabalhos, destes 6.668 são teses de doutorado e 15.354 dissertações. O termo “infraestrutura azul” aparece em uma dissertação de 2020,



o termo “sustentabilidade urbana” está no título de 89 pesquisas. Considerando o número de publicações por ano nos últimos 10anos, observa-se uma leve tendência de crescimento do tema, figura 04.

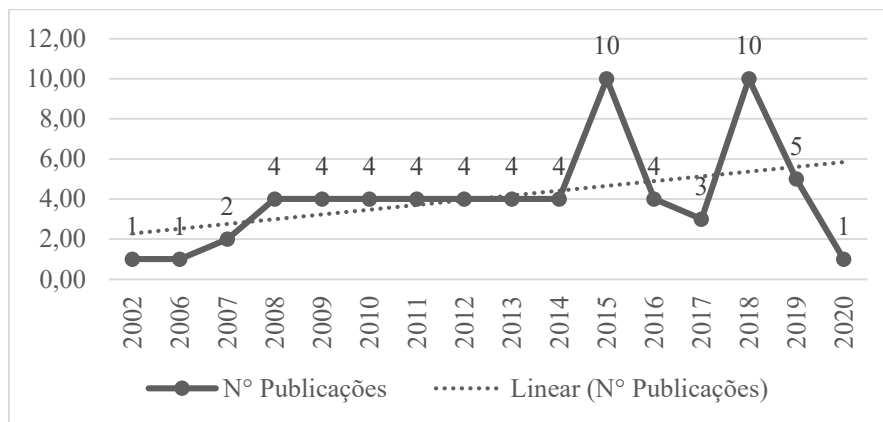


Figura 04 – Quantidade de publicações no repositório UFMG sobre sustentabilidade urbana.

Observa-se que pesquisas sobre recursos hídricos são mais presentes nas teses que nas dissertações. Preocupações quanto aos recursos hídricos está em 12% (N=5) das dissertações e 22% (N=5) das teses, figura 05.

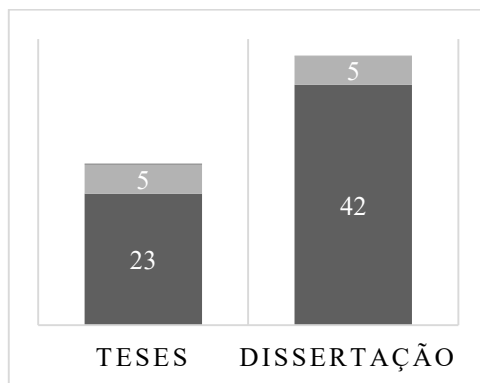


Figura 05 – Tese e Dissertações sobre recursos hídricos urbanos

Na UFSC o crescimento das pesquisas em sustentabilidade urbana está em tendência de crescimento, figura 06.

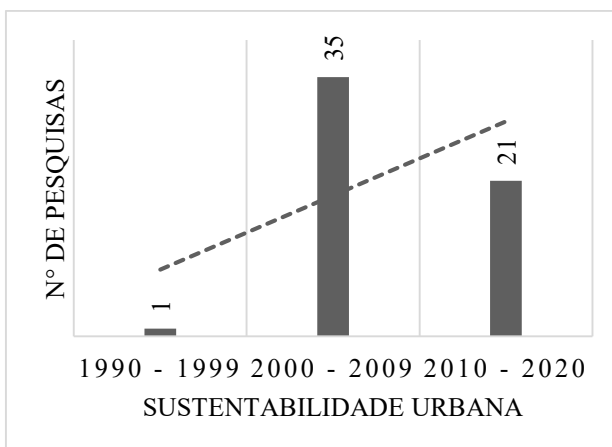


Figura 06 - Teses e dissertações no repositório UFSC sobre sustentabilidade urbana.

No repositório UFSC, entre as 41.761 teses e dissertações depositadas até março de 2021, 57 estão relacionadas ao assunto “sustentabilidade urbana”, destas 7 tratam de recursos hídricos, figura 07.

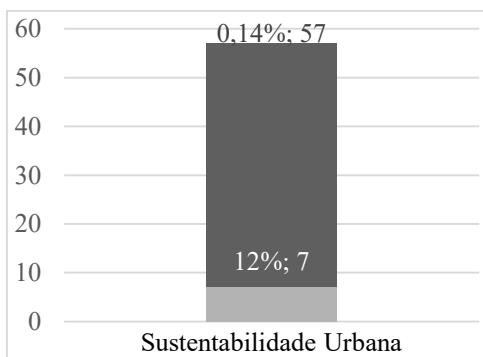


Figura 07 - Teses e Dissertações - Sustentabilidade Urbana/Recursos hídricos.

No Repositório da USP, entre as teses 39556 tese produzidas até 2020, foram encontrados 10 teses em que no resumo há o termo ‘sustentabilidade urbana’, desses 2 estão relacionadas a recursos hídricos, figura 08. Entre as dissertações 1 está relacionada a recursos hídricos em centros urbanas, figura 09.

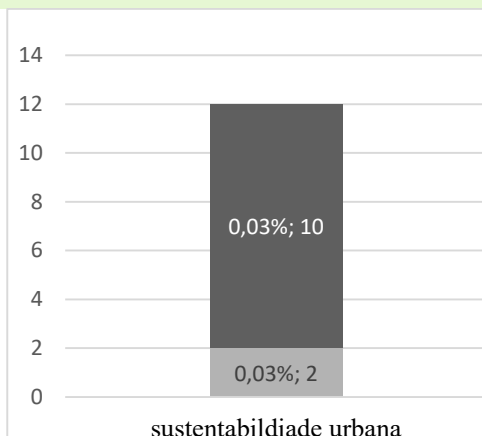


Figura 08 - Teses- Sustentabilidade Urbana /Recursos Hídricos.

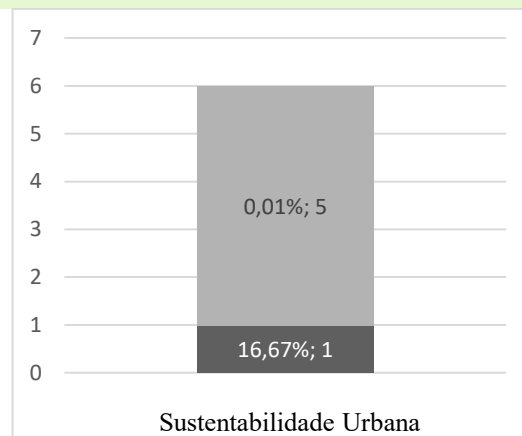


Figura 09 - Dissertações - Sustentabilidade Urbana/ Recursos Hídricos.

Os dados demonstram que existem pesquisas sobre sustentabilidade urbana nos quatro centros acadêmicos, mas o subtema recursos hídricos ainda é pouco estudado, embora seja um problema prático e recorrente nas áreas urbanas do Brasil.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aumento populacional e o adensamento em áreas urbanas é um movimento difícil de ser alterado, pois as cidades contêm os benefícios da vida contemporânea. Com o crescimento do número de cidades e de suas áreas, as pressões sobre os recursos hídricos serão levados ao limite.

Para conter tal problema, a variável da sustentabilidade está sendo incorporada as infraestruturas urbanas, não para substituir ou invalidar, mas para contribuir com um desenvolvimento com menores impactos. As soluções de infraestrutura sustentáveis voltadas aos problemas hídricos buscam ressignificar e atribuir com novos valores éticos e econômicos, bem como atualizar parâmetros visando o equilíbrio entre demanda e manutenção dos sistemas naturais que fornecem serviços ecossistêmicos aos seres vivos.

Esse processo de ressignificação do valor/custo da água é construído com novos modelos de gestão capazes de atribuir ao recursos naturais valor econômico e valor ecossistêmico. Observou-se, porém, que as pesquisas realizadas no âmbito da pós-graduação nas 4 IES analisadas, ainda são tímidas e precisam ser alavancadas para que o

Brasil possa se preparar para as mudanças climáticas e ter tecnologia apropriada para as suas condições diversas, no sentido de porte continental e pelos diferentes ecossistemas que compõem o país.

Portanto, A apesar dos avanços no conhecimento, a pesquisa acadêmica ainda não precisa avançar para apoiar a governança local no sentido de identificar as melhores opções de contribuir com a geração de conhecimento que possibilite o desenvolvimento de infraestrutura resiliente para os fenômenos extremo previstos com as mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

AHERN, J. From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world. **Landscape and Urban Planning**, v. 100, n. 4, p. 341–343, 2011.

ANELLI, R. L. S. As cidades e o aquecimento global : desafios para o planejamento urbano , as engenharias e as ciências sociais e básicas. **Journal of Urban Technology and Sustainability**, v. 03, p. 4–17, 2020.

AHERN, J. From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world. **Landscape and Urban Planning**, v. 100, n. 4, p. 341–343, 2011.

BEATLEY, T.; NEWMAN, P. Biophilic Cities Are Sustainable, Resilient Cities. **Sustainability**, v. 5, n. 8, p. 3328–3345, 5 ago. 2013.

BERNHARDT, E. S.; PALMER, M. A. Restoring streams in an urbanizing world. **Freshwater Biology**, v. 52, n. 4, p. 738–751, 2007.

BRASIL. Plano nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-recursos-hidricos-1>> . Acesso em: 10 de jun. 2021.

DEPIETRI, Y.; RENAUD, F. G.; KALLIS, G. Heat waves and floods in urban areas: A policy-oriented review of ecosystem services. **Sustainability Science**, v. 7, n. 1, p. 95–107, 2012.

FLETCHER, T. D. et al. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. **Urban Water Journal**, v. 12, n. 7, p. 525–542, 2015.

FRISCHENBRUDER, M. T. M.; PELLEGRINO, P. Using greenways to reclaim nature in Brazilian cities. **Landscape and Urban Planning**, v. 76, n. 1–4, p. 67–78, 2006.

GADDA, Tatiana Maria Cecy et al. **Biodiversidade & serviços ecossistêmicos na agenda ambiental urbana**. 1. ed. Curitiba: EDUTFPR, 2021. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/25283>. Acesso em: 20 jun. 2021.



GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; BARTON, D. N. Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. **Ecological Economics**, v. 86, p. 235–245, 2013.

LAKATOS,, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projetos e relatório, publicações e trabalhos científicos**. 7ª ed.- São Paulo: Atlas, 2014

LENNON, M. Green infrastructure and planning policy: a critical assessment. **Local Environment**, v. 20, n. 8, p. 957–980, 2015.

LEONARD, A. **A História das Coisas**. Tradução: Heloísa Mourão. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.
MARENGO, J. A. et al. Changing Trends in Rainfall Extremes in the Metropolitan Area of São Paulo: Causes and Impacts. **Frontiers in Climate**, v. 2, n. August, p. 1–13, 2020.

LEEUWEN, K. VAN et al. **The Challenges of Water Management and Governance in Cities**. Basel; Beijing; Wuhan; Barcelona; Belgrade: Water, 2019.

LENNON, M. Green infrastructure and planning policy: a critical assessment. **Local Environment**, v. 20, n. 8, p. 957–980, 2015.

LOPES, A. **Políticas públicas para cidades sustentáveis: integração intersetorial, federativa e territorial**. 1. ed. Rio de Janeiro: IBAM, MCTI, 2016.

ONU. **População mundial deve ter mais 2 bilhões de pessoas nos próximos 30 anos**. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2019/06/1676601>>. Acesso em: 24 jun. 2020.

PALMER, M. et al. Water security: Gray or green? **Science**, v. 349, n. 6248, p. 584, 2015.

SANTOS, M. F. N. DOS; ENOKIBARA, M. Infraestrutura verde: conceitos, tipologias e terminologia no Brasil. **Paisagem e Ambiente**, v. 32, n. 47, p. e174804, 2021.

SKANSKI, M. M., BRUNET, M., SIGRO, J., AGUILAR, E., AREVALO GROENING, J. A., BENTANCUR, O. J., et al. (2013). Warming and wetting signals emerging from analysis of changes in climate extreme indices over South America. **Global Planet. Change** 100, 295–307. doi: 10.1016/j.gloplacha.2012.11.004.

UNESCO, **Programa Homem e a Biosfera (MAB)**. Disponível em: <<https://en.unesco.org/mab>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

ZAVRL, M. S.; ZEREN, M. T. Sustainability of Urban Infrastructures. **Sustainability**, v. 2, n. 9, p. 2950–2964, 2010.

WEISS Marcos Cesar. Os desafios à gestão das cidades: uma chamada para a ação em tempos de emergência das cidades inteligentes no Brasil. / The challenges to the cities management: a call for action in times of the emergence of smart cities in Brazil. **Revista de Direito da Cidade**, vol. 09, nº 2. pp. 788-824 788.