

XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

ADAPTAÇÃO BASEADA EM ECOSISTEMAS USANDO TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS PARA AUMENTO DA SEGURANÇA HÍDRICA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS SOB MUDANÇAS

João Pedro Coelho Belini¹; Marina Batalini de Macedo²; Eduardo Mario Mendiondo³; Cesar Ambrogi do Lago⁴

RESUMO – A Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE) propõe a interação dos serviços ecossistêmicos e atividades humanas, incorporando o nexo de segurança hídrica, energética, alimentar e de biodiversidade. Para a segurança hídrica quali-quantitativa, as técnicas compensatórias de drenagem urbana (TCs) incorporam soluções de engenharia no âmbito de desenvolvimento de baixo de impacto (“low impact development”, LID) e de sistemas de drenagem urbano sustentável (“sustainable urban drainage systems”, SUDS). Soluções de LID/SUDS podem fornecer soluções práticas da AbE para a mitigação dos impactos de eventos extremos advindos de potenciais mudanças de longo prazo. Contudo, existem ainda vazios científicos na área de engenharia ambiental e de recursos hídricos para conduzir metodologias viáveis e replicáveis de TCs ligadas à AbE que visem à segurança hídrica de longo prazo. O objetivo deste projeto é fornecer aplicações teórico-práticas do uso de TC/LID/SUDS com abordagem de AbE para a segurança hídrica sob mudanças climáticas (PSA-hídrico-MC). A metodologia PSA-hídrico-MC com TC/LID/SUDS foi desenvolvida de forma experimental, via iniciação científica FAPESP, com cenários de mudanças climáticas, de uso do solo e de padrões de consumo hídrico na bacia urbana do córrego do Mineirinho, São Carlos-SP

ABSTRACT– The Ecosystem-Based Adaptation (EbA) proposes the interaction of ecosystem services and human activities, incorporating the nexus of water, energy, food and biodiversity security. For quali-quantitative water security, urban drainage compensatory techniques (TCs) incorporate engineering solutions in the field of low impact development (“low impact development”, LID) and sustainable urban drainage systems (“sustainable urban drainage systems”, SUDS). LID / LDS solutions can provide practical EbA solutions for mitigating the impacts of extreme events arising from potential long-term changes. However, there are still scientific gaps in the area of environmental engineering and water resources to conduct viable and replicable methodologies of TCs linked to EbA for long-term water security. The objective of this project is to provide theoretical-practical applications of the use of TC / LID / SUDS with an EbA approach to water security under climate change (PSA-hydro-MC). The PSA-hydro-MC methodology with TC / LID / SUDS will be developed experimentally, during the scientific initiation FAPESP, with scenarios of climate change, land use and water consumption patterns in the urban basin of the Mineirinho stream, São Carlos-SP.

Palavras-Chave – LID, AbE, mudanças climáticas

1) Escola de Engenharia de São Carlos, Av. Trab. São Carlsense, 400, Parque Arnold Schmidt; (16) 3373-6600; joao.pedro.belini@usp.br

2) Escola de Engenharia de São Carlos, Av. Trab. São Carlsense, 400, Parque Arnold Schmidt; (16) 3373-6600; marina_batalini@hotmail.com

3) Escola de Engenharia de São Carlos, Av. Trab. São Carlsense, 400, Parque Arnold Schmidt; (16) 3373-6600; emm@sc.usp.br

4) Escola de Engenharia de São Carlos, Av. Trab. São Carlsense, 400, Parque Arnold Schmidt; (16) 3373-6600; cesar-lago@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O Brasil, dadas suas proporções territoriais e climáticas, configura-se como um dos maiores detentores de reservas hídricas do mundo. Mesmo assim, são conhecidos os desperdícios e o descaso com os recursos hídricos no país, como também a não prerrogativa de sua relevância para a tomada de decisões sobre ocupação do terreno. Sobre tal esfera, salienta-se o passado histórico nacional de ocupação indevida das margens dos cursos d'água, assim como o despejo sem controle de resíduos nos mesmos. Além disso, as modificações no uso e ocupação do solo, como sua impermeabilização e remoção da vegetação, corroboram também para os déficits na provisão da água pelos ecossistemas. Nessa situação, de deficiente valoração desse recurso e do ecossistema que o promove, vigoram os problemas urbanos de falta d'água – em quantidade e qualidade –, e os problemas decorrentes dos eventos pluviométricos, que já não são amortecidos pelo terreno.

Neste sentido, é perceptível a necessidade de um plano de gestão dos recursos hídricos urbanos que vise a manutenção dos ecossistemas, aquáticos e terrestres, já que a interface entre eles é responsável pela provisão da água a ser utilizada na bacia (DAILY, 1997; COSTANZA et al., 1997; de GROOT et al., 2002; MA, 2005). Assim, considera-se que a gestão de recursos hídricos deve incorporar a valoração desse recurso. Por sua vez, os pagamentos por serviços ambientais foram reconhecidos como um método de adaptação baseada em ecossistemas (AbE), conforme BFN/GIS (2013) e CBD (2010). De acordo com Wunder (2005), o conceito de PSA pode ser definido como uma transação voluntária, envolvendo compradores e provedores, ligada a um serviço ambiental bem definido ou o uso do solo que promove esse serviço.

Assim, por meio do conceito de PSA, propõem-se a utilização de técnicas compensatórias (TCs) como uma das atividades que podem corroborar para a manutenção quali-quantitativa dos recursos hídricos. Dessa forma, busca-se integrar as TCs, como ações conservacionistas, dentro de uma nova proposta de PSA de proteção às bacias hidrográficas sob mudança – visando a segurança hídrica –, isto é, um PSA-hídrico-MC. Essas soluções alternativas têm como objetivos fundamentais a redução ou o controle de excedentes de água, gerados pela impermeabilização, e da poluição difusa de origem pluvial em diferentes escalas espaciais e, sempre que possível, próximo às fontes geradoras (URBONAS e STAHLRE, 1993). Para sustentar a hipótese, de utilização de tais sistemas de drenagem, foram utilizados como base os dados e experiências obtidas pela aplicação de um sistema de biorretenção, instalado na área II da USP-São Carlos (MACEDO et al., 2017-a; 2017-b; 2018-a; 2018-b; 2019)

De modo a atender aos anseios da sociedade, nesse caso prioritariamente a que reside em meio urbano, esse projeto de pesquisa busca integrar essas duas ferramentas científicas e práticas – PSA e TCs –, a partir de uma visão sistêmica dos recursos hídricos. Uma visão, ou abordagem sistêmica é aquela que permite uma efetiva resolução de problemas a partir de uma análise do todo, considerando diversos aspectos interferentes, em vez de uma simples análise específica das partes (CAVALCANTI e PAULA, 2006). No aspecto brasileiro, destaca-se o papel do geógrafo e pesquisador Aziz Ab’Sáber (1969), ao introduzir tal perspectiva como um método de análise na geomorfologia: pelo estudo da fisiologia da paisagem. Por fim, o projeto em questão buscou produzir um PSA-hídrico-MC adaptado aos moldes do Programa Produtor de Água (ANA, 2012), considerando-se a restauração e conservação das matas ciliares no entorno dos canais (PADOVEZI et al., 2013; TAFFARELLO et al., 2016-a; TAFFARELLO et al., 2016-b), como também a aplicação de técnicas compensatórias que retardem o escoamento superficial do terreno e retenham parte dos poluentes que poderiam chegar até os corpos hídricos (ZAFFANI et al., 2015; BELINI et al., 2017; MACEDO et al., 2017-a; MARTINS & TAFFARELLO, submetido; de LAGO et al., submetido). Cabe destacar que todas as ações propostas e atividades do projeto baseiam-se na hipótese inicial levantada pela pesquisa, que considera que: a instituição de projetos de segurança hídrica sob mudanças climáticas em bacias urbanas, PSA-hídrico-MC, incorpora o controle qualitativo da drenagem urbana através de TCs, sendo viável de ser experimentalmente testado e replicado em micro-bacias urbanas reais.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E PROPOSIÇÃO DE GRÁFICO CONCEITUAL

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), definidos em 2015 na Cúpula das Nações Unidas voltada a questão, estipulam 17 pontos a serem alcançados pelos países signatários da Agenda 2030. Nesse sentido, podem ser citados cinco ODS que totalmente, ou parcialmente, se relacionam as prerrogativas do projeto de IC-Fapesp aliado a essa proposta de artigo: Objetivo 6 - “Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e o saneamento para todos”; Objetivo 9 - “Construir infraestruturas resilientes, [...]”; Objetivo 11 - “Tornar as cidades [...] resilientes e sustentáveis”; Objetivo 13 - “Tomar medidas urgentes para combater [...] os impactos das mudanças no clima”; Objetivo 15 - “Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, [...], deter e reverter a degradação da terra [...]”.

Aliado a esses objetivos e na busca por uma forma conceitual e didática de correlacionar os termos “Ecosystem-based Adaptation (EbA)”, “Low Impact Development”, “Urban Catchments”,

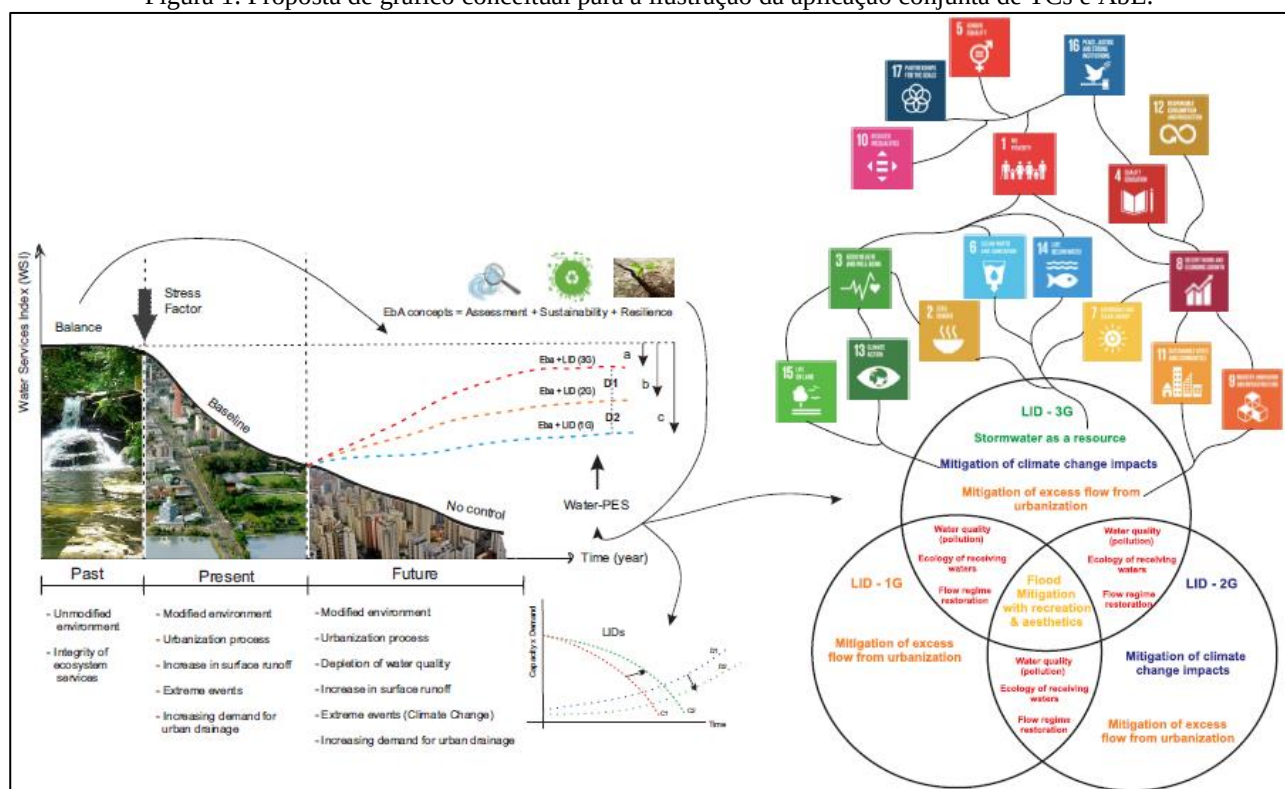
“Stormwater Treatment”, “Water Security”, “Climate Change Impacts”, “Water-PES”, busca-se no artigo proposto trazer elementos de quatro trabalhos base, de modo a integrá-los nessa análise combinada. A metodologia a ser adotada para a integração dos conceitos considera inicialmente os marcos conceituais dos artigos de Taffarello et al (2017), de Macedo et al (2018-a), Fletcher et al (2014) e do relatório produzido durante a vigência da Bolsa Empreendedorismo (AUSPIN), na Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Rennes (ENSCR), com relação ao tratamento de esgotos pluviais. Dos trabalhos serão utilizadas algumas das figuras e tabelas apresentadas, como forma de subsídio a proposição e discussão de um novo gráfico conceitual, que sintetize e integre de forma clara EbA/Water-PES/Climate Services com LID-3G e as alternativas para o tratamento do esgoto pluvial.

Basicamente espera-se que o gráfico represente, a partir da linha de base da bacia urbana analisada, o declínio do serviço ecossistêmico de provisão de água (Water Services Index) – em quantidade e qualidade – se não forem adotadas medidas para reversão do quadro de degradação verificado. Nesse sentido, serão consideradas medidas adaptativas, por meio da utilização de técnicas compensatórias e programas de pagamento por serviços ambientais hídricos. Em síntese, os cenários a serem considerados são: 1) Sem controle; 2) EbA + utilização de técnicas compensatórias de primeira geração = EbA + LID (1G); 3) EbA + utilização de técnicas compensatórias de segunda geração = EbA + LID (2G); 4) EbA + utilização de técnicas compensatórias de terceira geração = EbA + LID (3G). Considerados os cenários anteriores, deseja-se articulá-los no gráfico conceitual proposto de modo a mostrar, nesse primeiro momento apenas visualmente, o ganho a ser atingido na provisão do serviço hídrico pela bacia com a adoção das medidas discutidas. Esse ganho gradual, a ser representado pela área gráfica resultante da diferença entre as curvas de declínio do meio e a referente a cada cenário, está embasado em uma hipótese inicial. Tal hipótese parte de que quanto mais aspectos são considerados dentro da proposição de LIDs, referentes a variações no escoamento (1G), essas variações e efeitos das mudanças climáticas (2G) e as duas considerações ainda aliadas ao reuso dessa água pluvial após tratamento (3G) representam gradualmente maiores incrementos de ganhos ambientais.

Além da representação em curvas do comportamento da bacia em nível de provisão do serviço hídrico, construídas com base nos cenários, espera-se ainda a confecção de esquema ilustrativo que atualize e proponha alterações em algumas das figuras trazidas por Fletcher et al (2014), de modo a considerar nas mesmas a distinção proposta das três gerações de técnicas compensatórias. Com isso, espera-se conseguir alocar as medidas propostas no projeto dentro da revisão terminológica apresentada no artigo citado anteriormente, dentro das várias nomenclaturas e definições que esses

aparatos ganham ao longo dos anos e localidades. Em complemento, será feita discussão e consideração das equações apresentadas por de Macedo et al (2018), e suas implicações dentro da proposição desses sistemas estruturais, assim como serão considerados os aspectos de mensuração da provisão do serviço ecossistêmico hídrico das bacias e formas de aplicação de EbA, trazidas por Taffarello et al (2017). Por fim, é importante destacar que tanto o projeto como esse artigo proposto estão alinhados com os objetivos e materiais produzidos pelo projeto temático da Fapesp “INCT para Mudanças Climáticas (INCT-MC)” e INCLINE – Interdisciplinary Climate Investigation Center, USP –, que consideram pesquisas na área de mudanças climáticas e modos de considerar esse cenário para análises futuras.

Figura 1. Proposta de gráfico conceitual para a ilustração da aplicação conjunta de TCs e AbE.



Fonte: Autoria própria.

O gráfico acima, Figura 1, busca apresentar a proposta de análise e aplicação combinada dos conceitos de técnicas compensatórias, baseadas na premissa do Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto, ou LID, (FLETCHER et al., 2014), como medida de Adaptação Baseada em Ecossistemas (EbA), visando a segurança hídrica de bacias urbanas sob mudanças: de uso do solo e climáticas (TAFFARELLO et al., 2017). Ainda, relacionadas às técnicas compensatórias, LIDs, considerou-se

a proposta de distinção das mesmas de acordo com as considerações feitas durante seu dimensionamento. Nesse sentido, distinguem-se as mesmas em três gerações: Primeira geração (1G), considerando apenas as variações de escoamento resultantes da mudança no uso e ocupação do terreno; Segunda Geração (2G), considerando tais alterações na produção de escoamento superficial e variações na componente de precipitação do balanço hídrico, causadas por influência de mudanças no clima; Terceira Geração (3G), considerando os mesmos princípios anteriores e adicionando ainda a busca pelo reuso da água produzida por essas estruturas, de modo a favorecer a bacia produtora ou seu entorno, considerando o Nexus “Água, Energia e Alimentos” (MACEDO et al., 2017).

Feitas as considerações anteriores, em nível de categorização, buscou-se no gráfico representar os ganhos do monitoramento das condições hidrológicas da bacia a partir dos pressupostos de EbA (TAFFARELLO et al., 2017), sendo representado o ganho potencial da adoção de cada geração das técnicas. A interpretação do gráfico conceitual proposto parte da hipótese de que as ditas LID-3G, por considerarem maior número de fatores em seu dimensionamento, acabam por responder de melhor forma as intempéries que podem ser apresentadas, como extremos de precipitação e seca, assim como também permitem a utilização do serviço ecossistêmico hídrico. Dessa forma, torna-se visível o ganho em relação a variável hidrológica, a partir da consideração crescente das gerações de técnicas compensatórias, que pode ser mensurado graficamente pelas áreas entre as curvas representativas e a curva que não considera o controle quali-quantitativo do meio. É válido destacar ainda que a utilização do termo “LID” está de acordo com a distinção e categorização proposta por Fletcher et al (2014), que analisou várias terminologias referentes aos sistemas sustentáveis de drenagem urbana. Assim, de acordo com o mesmo autor, o “Low Impact Design (LID)” permite conceitos mais amplos, como a ideia de reuso aliada ao Nexus “Água, Energia e Alimentos” (MACEDO et al., 2017), assim como também tem foco primário na consideração do gerenciamento de todo o ciclo hídrico urbano, ou seja, abarcando as questões de qualidade do escoamento tratado e não só apenas a mitigação quantitativa do mesmo (FLETCHER et al., 2014).

Com relação à aplicação de modelos de adaptação, EbA voltados a segurança hídrica, Taffarello et al. (2017) fornece informações metodológicas que são representadas na figura inicial. Nesse sentido, discrimina-se três etapas a serem consideradas para a implantação da EbA, que são: a estimativa do serviço ecossistêmico, no caso de provisão de água; a valoração desse serviço, em termos monetários e ambientais; e com essas informações a proposição de planos de Pagamentos por tais serviços (Water-PES). Dentro das opções de métodos de valoração ambiental (BATEMAN e TURNER, 1992), recomenda-se o de Valoração Contingente, MVC, por ser o único indicado para

estimar valores de não-uso aos recursos ambientais (ARROW et al., 1993; MAIA et al, 2004). Assim, o MVC, quando bem estruturado, passa a considerar a importância da água de qualidade para a manutenção da dinâmica e relações ecológicas que se desenvolvem na bacia hidrográfica, sendo o melhor indicado para adoção conjunta as TC/LID/SUDS para segurança hídrica. Contudo, cabe destacar que o mesmo não está livre de críticas e distorções (ORTIZ, 2003), sendo considerado controverso por não conseguir valorar os serviços ecossistêmicos que os indivíduos não compreendem (MOTTA, 1998), fazendo com que resultados satisfatórios sejam alcançados nos casos em que os entrevistados tenham certa familiaridade com o serviço valorado (NOGUEIRA et al., 1998). Por fim, as equações apresentadas na figura buscam lembrar ao leitor as componentes do balanço hídrico, bem como sua relação direta com o funcionamento e eficiência da LID aplicada (MACEDO et al., 2018).

CONCLUSÃO

As informações apresentadas neste trabalho, referentes ao relatório parcial do projeto Fapesp de iniciação científica do autor, abordaram a revisão da literatura de base e proposição do gráfico conceitual. Dessa forma, tais objetivos foram cumpridos, destacando-se a conexão do gráfico conceitual proposto com os ODS da ONU, o que não havia sido considerado no projeto inicial. Por fim, destaca-se ser esse um trabalho de revisão bibliográfica, em que o resultado foi o compilado de conceitos que permitiu a sua organização na forma de gráfico expositivo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPESP pela bolsa de iniciação científica fornecida, processo 2017/21.392-5, que possibilitou a escrita desse trabalho. Ainda, agradecem ao projeto temático Fapesp INCT-MC-II, processo 2014/50848-9.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. Um conceito de geomorfologia à serviço das pesquisas sobre o Quaternário. Geomorfologia. São Paulo, v. 18, 1969.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Manual Operativo do Programa Produtor de Água. 2. ed. Brasília, 2012. 84 p. Disponível em: <<http://produtordeagua.ana.gov.br/Documentos.aspx>>. Acesso em: 31 de maio de 2017.
- AGUIAR, L. de M. Integração entre curvas de permanência de qualidade de água e modelagem hidrológica como suporte à gestão de recursos hídricos: estudo de caso da bacia hidrográfica do Ribeirão Rodeador/DF. 2017.

ARROW, K., SOLOW, R., PORTNEY, P. R., LEAMER, E. E., RADNER, R., SHUMAN, E. H. Report of the NOAA panel on contingent valuation. Federal Register, v. 58, n. 10, p. 4.602-4.614, 1993.

BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N. O.; BARRAUD, S. (2005). Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana. 2ª edição. Porto Alegre: ABRH, 2011. 318 p.

BATEMAN, I.; TURNER, K. Valuation of environment, methods and techniques: the contingent valuation method. In: TURNER, R. K., (ed.). Sustainable environmental economics and management. principles and practice. London and New York: Belhaven, Press, 1992.

BELINI, J. P. C. et al. Planejando serviços hidrológicos e técnicas compensatórias de drenagem urbana em São Carlos-SP. VI Workshop Internacional Sobre Planejamento e Desenvolvimento Sustentável de Bacias Hidrográficas, realizado em Uberlândia-MG, UFU, 2017.

BFN (2013). Natural solutions to climate change: The ABC of Ecosystem-based Adaptation. Summary and Conclusions from International Expert Workshop held 4-9 August 2013 on the Isle of Vilm, Germany.

CAVALCANTI, M.F.; PAULA, V.A.F. Teoria Geral de Sistemas I. In: MARTINELLI, D.P.; VENTURA, C.A.A. Visão sistêmica e administração: conceitos, metodologias e aplicações. São Paulo: Saraiva, 2006.

CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY, 2010. Decision adopted by the conference of the parties to the convention on biological diversity at its tenth meeting: X/33. Biodiversity and Climate Change. UNEP/CBD/COP/DEC/X/33.

COSTANZA, Robert et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. nature, v. 387, n. 6630, p. 253-260, 1997.

CRUZ, J. C.; TUCCI, C. E. M. Estimativa da disponibilidade hídrica através da curva de permanência. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v.13, n.1, p.111-124, Jan/Mar 2008.

DAILY, G. C. Nature's services. 1997.

DE GROOT, R.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. Ecological Economics 41, 2002. p. 393-408.

DO LAGO, C. A. F.; MACEDO, M. B.; MENDIONDO, E. M. (2017). Runoff quality and quantity predictions in a subtropical catchment using buildup/washoff model. Hydrological Sciences Journal.

EPA - Environmental Protection Agency, 2007. An Approach for Using Load Duration Curves in the Development of TMDLs.

FERRAÇO, A. A. G.; MORAES, G. G. B. L. A abordagem científica-instrumental do nexus water-food-energy como método para a construção de uma política ambiental na gestão dos recursos hídricos. Revista Videre da Faculdade de Direito & Relações Internacionais da UFGD, v. 10, n. 19, p. 53-68, 2018.

FLETCHER, Tim 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, 2014.

KESSTRA, S et al. The superior effect of nature based solutions in land management for enhancing ecosystem services. *Science of the Total Environment*, v. 610, p. 997-1009, 2018.

KOSOY et al. Payments for Environmental Services in Watersheds: Insights from a comparative study of three cases in Central America. *Ecological Economics*. Vol. 61, n. 2- 3, pp. 446-455, mar, 2006.

KULLER, Martijn et al. Framing water sensitive urban design as part of the urban form: A critical review of tools for best planning practice. *Environmental Modelling & Software*, v. 96, p. 265-282, 2017.

MACEDO, M. B., ROSA, A., do LAGO, C. A. F., MENDIONDO, E. M., and de SOUZA, V. C. B. Learning from the operation, pathology & maintenance of bioretention system to optimize urban drainage practices. *Journal of Environmental Management*, v. 204, p. 454-466, 2017-a.

MACEDO, M. B et al. LID Practice of Bioretention for Smart Cities: Integration with the Water, Energy, Food Nexus. Conference: XXII Simp. Bras. Rec. Hídricos, At Florianópolis-SC, ABRH/Aquacon, 2017-b.

MACEDO, M. B et al. Decentralized Low Impact Development (LID) Practices Addressing the Security of the Water-Energy-Food Nexus. International Low Impact Development Conference, 2018-a.

MACEDO, M. B. de et al. Performance of bioretention experimental devices: contrasting laboratory and field scales through controlled experiments. *RBRH*, v. 23, 2018-b.

MACEDO, M. B.; do LAGO, C. A. F.; MENDIONDO, E. M. Stormwater volume reduction and water quality improvement by bioretention: Potentials and challenges for water security in a subtropical catchment. *Science of The Total Environment*, v. 647, p. 923-931, 2019.

MAIA, G. A. ROMEIRO, A. R. REYDON, B. P. Valoração de Recursos Ambientais: Metodologia e Recomendações. Texto para Discussão, IE/UNICAMP. N. 116 MAR 2004.

MARTINS, R. G & TAFFARELLO, D. Análise da ocorrência de *first flush* em bacia urbana brasileira. Aprovado para apresentação oral no XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos – Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), 26 de novembro a 01 de dezembro, Florianópolis- SC. 2017.

MIGUÉZ, M. G.; VERÓL, A. P.; MASCARENHAS, F. C. B.; SANTOS, R. B. Storage measures as compensatory techniques for urban lowlands flood control. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, v. 9, n. 2, p. 225-236, 2014. <http://dx.doi.org/10.2495/SDP-V9-N2-225-236>.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT ECOSYSTEMS AND HUMAN Well-Being: Synthesis, 2005. Island Press, Washington, DC.

MOTTA, R. S. Manual para Valoração Econômica de Recursos Ambientais. Brasília: Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1998.

NOGUEIRA, J. M. e MEDEIROS M.A. A. Valoração Econômica do Meio Ambiente: Aspectos teóricos e Operacionais. 50a . SBPC. 1998.

ORTIZ, R.A. Valoração Econômica Ambiental in MAY, P. & LUSTOSA, M.C. & VINHA, V. Economia do Meio Ambiente. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

PADOVEZI, A.; VIANI, R. A. G.; KUBOTA, U.; TAFFARELLO, D.; FARIA, M.; BRACALE, H.; FERRARI, V.; DE CARVALHO, F. H. Produtor de água na bacia hidrográfica Piracicaba/ Capivari/ Jundiá. In: PAGIOLA, S.; VON GLEHN, H. C.; TAFFARELLO, D. (Org.). Experiências de pagamentos por serviços ambientais no Brasil. São Paulo: SMA/CBRN, 2013. P. 99-114.

PIRES, L. R. G. M. et al. Função social da propriedade urbana e plano diretor. 2005.

WUNDER, S., 2005. Payments for environmental services: some nuts and bolts. Occasional paper No 42. CIFOR, Bogor.

SAFATLE, A. Respostas naturais para problemas humanos. P22_ON, 2018.

SALZMANN, R. D.; MANNICH, M. (2015). “Aplicação de curvas de permanência na análise da qualidade da água na bacia do Alto Iguaçu.” Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.

SCARANO, F. R. Ecosystem-based adaptation to climate change: concept, scalability and a role for conservation science. Perspectives in Ecology and Conservation, v. 15, n. 2, p. 65-73, 2017.

TAFFARELLO, D., GUIMARÃES, J., LOMBARDI, R. K. D. S., CALIJURI, M. D. C., and MENDIONDO, E. M. Hydrologic Monitoring Plan of the Brazilian Water Producer/PCJ Project. Journal of Environmental Protection, v. 7, n. 12, p. 1956, 2016-a.

TAFFARELLO, D., MOHOR, G. S., CALIJURI, M. D. C., and MENDIONDO, E. M. Field investigations of the 2013–14 drought through qualitative- quantitative freshwater monitoring at the headwaters of the Cantareira System, Brazil. Water International, v. 41, n. 5, p. 776-800, 2016-b.

TAFFARELLO, D., do Carmo Calijuri, M., Viani, R. A. G., Marengo, J. A., & Mendiondo, E. M. (2017). Hydrological services in the Atlantic Forest, Brazil: An ecosystem-based adaptation using ecohydrological monitoring. Climate Services.

URBONAS, B.; STAHR, P. Stormwater: best management practices and detention for water quality, drainage, and CSO management. 1993.

URRUTIAGUER, M.; EDWARDS, P.; CHANDLER, C. The Evolution of a WSUD Capacity Building Program: The Role of Implementation Targets. In: International Conference on Sustainable Techniques and Strategies for Urban Water Management (Novatech), 7., 2010, Lyon, França. *Proceedings...* [s.n.], 2010.

WUNDER, S., 2005. Payments for environmental services: some nuts and bolts. Occasional paper N° 42. CIFOR, Bogor.

ZAFFANI, A. G., CRUZ, N. R., TAFFARELLO, D., & MENDIONDO, E. M. (2015). Uncertainties in the Generation of Pollutant Loads in the Context of Disaster Risk Management using Brazilian Nested Catchment Experiments under Progressive Change of Land Use and Land Cover. *J PhysChem Biophys*, 5(173), 2161-0398.