ANAIS
IV EURO ELECS
2021

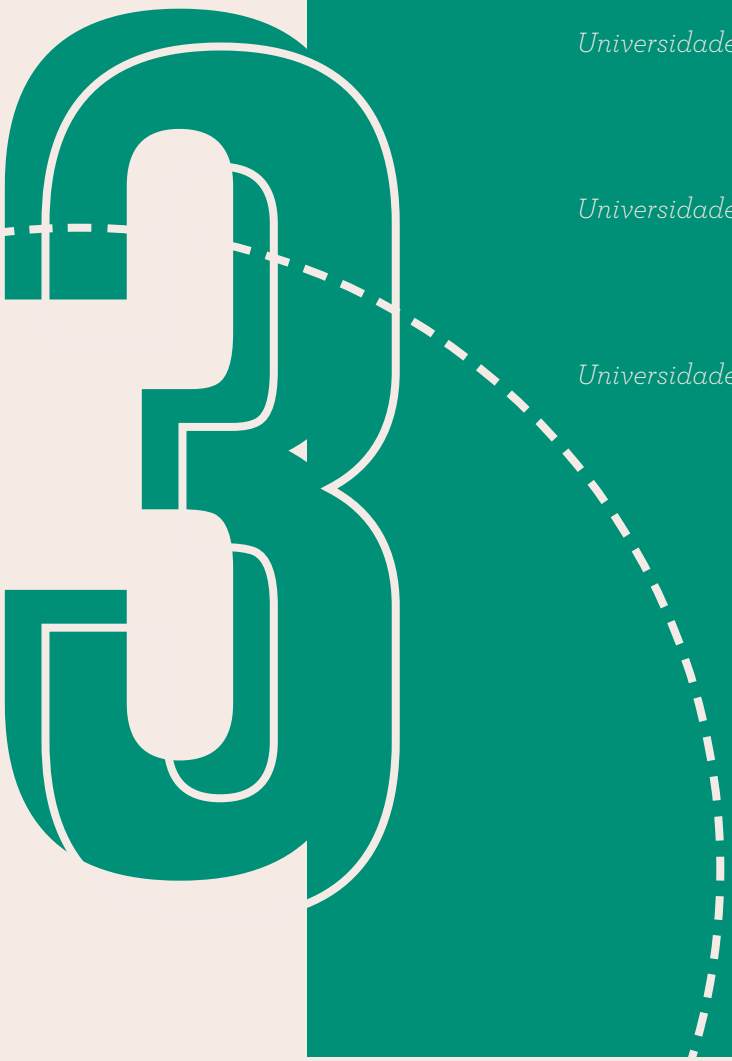
ARTIGO

MATRIZ DE ESTUDO DE VIABILIDADE DA REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL URBANA

LIMA, Andressa1
(andressa.lima@coc.ufrj.br)
Universidade Federal do Rio de Janeiro, (COPPE/UFRJ), Brasil

VERÓL, Aline
(alineverol@fau.ufrj.br)
Universidade Federal do Rio de Janeiro, (COPPE/UFRJ), Brasil

MIGUEZ, Marcelo
(marcelomiguez@poli.ufrj.br)
Universidade Federal do Rio de Janeiro, (COPPE/UFRJ), Brasil



PALAVRAS-CHAVE:

Requalificação fluvial urbana, serviços ambientais, gestão pública

RESUMO

Os processos de crescimento das cidades têm causado uma grande pressão sobre os ecossistemas fluviais urbanos, que estão sujeitos a processos de degradação e perda das suas funções ambientais. Diversos estudos têm sido elaborados no âmbito da requalificação fluvial urbana de forma a reverter esses processos de degradação e proporcionar o bem-estar e saúde do meio ambiente e da população. Entretanto, a requalificação de rios no ambiente urbano aponta diversas limitações, sejam econômicas, ambientais e até mesmo sociais. Ainda assim, toda e qualquer medida adotada no intuito de melhorar os ambientes aquáticos são válidas, podendo as intervenções ser planejadas para o curto, o médio e o longo prazos. O objetivo geral do presente trabalho é a proposição de uma matriz ferramental para auxiliar gestores públicos na tomada de decisão sobre a pertinência e hierarquização de ações de requalificação de rios urbanos. Para tanto, foi feita uma extensa revisão bibliográfica a respeito dos principais objetivos das práticas de requalificação fluvial urbana adotadas no mundo, relacionando-as a serviços ambientais associados. Posteriormente, tais serviços ambientais foram relacionados às técnicas de requalificação ambiental que proporcionaram o incremento destes serviços. Assim, para o planejamento da implantação da requalificação fluvial urbana, o trabalho propõe uma matriz ferramental de correlação entre técnicas de requalificação fluvial urbana e serviços ambientais, levando em consideração o potencial de cada técnica para a melhoria das funções ambientais. A partir da matriz proposta e do conhecimento técnico dos gestores públicos sobre o território e sobre os problemas ambientais mais relevantes, a metodologia permite identificar técnicas mais adequadas para implantação em dada área.

1. INTRODUÇÃO

A restauração do meio ambiente é uma disciplina já praticada há muitos anos. A história conta que entre 1938 e 1939, o assistente chefe do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos, W. C. Lowdermilk, fez uma viagem em torno do mundo documentando tentativas antigas de restauração ambiental. Ele chegou à conclusão de que as práticas atuais de restauração surgiram de 4 a 5 mil anos atrás com os fenícios, que tiveram que lidar e reagir contra o desmatamento das florestas de montanha no Líbano. Os agricultores fenícios usavam terraços de paredes de pedra para estabilizar e restaurar a terra e para a drenagem. As técnicas de restauração e conservação de bacias hidrográficas são, provavelmente, tão antigas quanto a agricultura em todos os continentes (Riley, 1998).

A história também mostra que o declínio de muitas civilizações está atrelado à sua inabilidade de gerenciar e restaurar bacias hidrográficas. Em condições naturais, os rios cumprem uma variedade de processos geomorfológicos, hidrológicos e biológicos, como transporte e armazenamento de água e transporte de sedimentos (Perini e Sabbion, 2017), mas as más práticas de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica podem prejudicar esses processos. A queda da Mesopotâmia, por exemplo, é atribuída às más práticas de agricultura que causaram o assoreamento de rios e poluíram o solo. A civilização da Babilônia teve seu declínio devido à sedimentação dos seus canais de irrigação e a Síria perdeu áreas devido à erosão extensiva que gerou desertos (Riley, 1998).

Atualmente, observa-se uma tendência mundial de aumento da população urbana. De acordo com as Organização das Nações Unidas, até 2050, estima-se que 67% da população mundial deverá viver em centros urbanos, que deverão absorver todo o crescimento populacional esperado, além da atração de parte da população rural. Além disso, a maior parte do crescimento populacional esperado nas áreas urbanas se concentrará nas regiões menos desenvolvidas (UN DESA, 2012). Muitos centros urbanos ao redor do mundo se desenvolveram no entorno de rios, devido à disponibilidade de água (Grimm et al., 2008; Lemons e Victor, 2008). Entretanto, muitas das ações antrópicas, relacionadas ao crescimento urbano e demandas municipais por água, modificaram fortemente os ambientes fluviais (Perini e Sabbion, 2017).

Neste contexto, processos de renaturalização de rios e córregos surgem como uma grande oportunidade para o ressurgimento das águas na cidade, no que se refere à formação de um sistema de umidificação, refrigeração e áreas verdes urbanas aliadas ao lazer e ao turismo, a fim de proporcionar viabilidade econômica para a implantação e manutenção dessas áreas, e não apenas como uma solução de drenagem urbana (Broncaneli e Stuermer, 2008).

Em termos de gestão pública, os dispositivos legais urbanísticos e ambientais são comumente utilizados na tentativa de estabelecer e implementar estratégias de conservação e recuperação ambiental. Em São Paulo, por exemplo, o Plano Diretor Estratégico de 2002, buscou inovar adotando a rede hídrica como um dos elementos estruturadores da cidade, mas após mais de 10 anos da edição desse marco legal, o que se observou é que o mesmo não foi capaz de garantir a sustentabilidade

da metrópole no médio e longo prazo. Em 2014, o novo Plano Diretor Estratégico, adotou uma abordagem ecossistêmica para a cidade, reconhecendo a coexistência e interação de sistemas urbanos e ambientais e introduziu o conceito de serviços ambientais ou ecossistêmicos. (Sepe et al, 2015).

Serviços ecossistêmicos referem-se aos benefícios que as populações humanas obtêm de ecossistemas (Bolund e Hunhammar, 1999). Alguns autores vêm diferenciando os conceitos de serviços ecossistêmicos e serviços ambientais. Souza et al. (2016) empregam serviços ambientais para caracterizar os benefícios à qualidade de vida humana garantidos por práticas de manejo de recursos naturais.

De acordo com a Avaliação Ecossistêmica do Milênio (2005), os serviços ecossistêmicos podem ser categorizados da seguinte maneira:

Categoria de serviço	Significado
Provisão	Produtos obtidos a partir dos ecossistemas
Regulação	Benefícios obtidos a partir de processos naturais que regulam as condições do ambiente
Suporte	Serviços que contribuem para produção de outros serviços
Culturais	Benefícios imensuráveis de natureza educacional, estético-paisagista, recreativa ou religiosa

Tabela 1. Categorias de serviços ecossistêmicos.
Fonte: Avaliação Ecossistêmica do Milênio, 2005.

Já a Classificação Internacional Comum dos Serviços Ecossistêmicos (CICES) (Haines-Young, R.; Potschin, M. B, 2018), considera apenas três categorias: provisão, regulação e culturais. A categoria de suporte não é incluída pois esta classificação procura identificar os serviços finais que se relacionam com os bens e benefícios que são valorizados pelas pessoas, sendo que a categoria de suporte representa os serviços que contribuem para a produção de outros serviços.

Os serviços ecossistêmicos em áreas urbanas podem aumentar a resiliência e a qualidade de vida nas cidades, mitigando externalidades ambientais negativas associadas ao processo de urbanização das cidades (Gómez-Baggethun e Barton, 2012). Bolund e Hunhammar (1999) consideram que, serviços ecossistêmicos como filtragem do ar, redução de ruídos, regulagem de cheias, tratamento de resíduos e valores culturais e de recreação têm grande importância no contexto das cidades e do manejo adequado de ecossistemas urbanos.

Ecossistemas aquáticos e terrestres fornecem uma variedade de serviços ecossistêmicos que não foram sempre considerados durante as tomadas de decisão de planejamento urbano e gerenciamento de bacias hidrográficas (Gilvear et al., 2013). O interesse em restaurar rios ganhou destaque, de forma a fornecer benefícios tanto ao meio ambiente quanto à saúde humana (Lemons e Victor, 2008). Neste contexto, existem algumas políticas públicas que adotam incentivos, econômicos ou não, à proteção do meio ambiente, podendo ser citados no Brasil, por exemplo, os Programas de Pagamentos Ambientais e o ICMS Ecológico (Sepe et al, 2015).

2. OBJETIVOS

Este estudo busca criar uma matriz ferramental para o estudo da viabilidade de implantação de medidas de requalificação fluvial urbana sob a ótica dos serviços ambientais, adotando critérios ambientais e sociais de avaliação, de forma a auxiliar gestores públicos na tomada de decisão e no convencimento dos atores envolvidos sobre a aplicação das medidas. Assim, para o planejamento da implantação da requalificação fluvial urbana, o trabalho objetiva propror uma matriz de correlação entre técnicas de requalificação fluvial urbana e serviços ambientais, levando em consideração o potencial de cada técnica para a melhoria das funções ambientais.

3. METODOLOGIA

Nessa pesquisa de abordagem qualitativa utilizou-se como instrumento a revisão bibliográfica. Para tanto, foi feita uma extensa pesquisa sobre os principais objetivos buscados em projetos de requalificação fluvial mundo afora, buscando-se estudos elaborados para diferentes continentes cuja abordagem estivesse focada na análise desses objetivos. Para tanto, foram consultados artigos bem como manuais de técnicas de requalificação fluvial desenvolvidos por centros de requalificação fluvial espalhados por diversos países.

Posteriormente, também foi realizada a inferência acerca da categoria e do serviço ambiental identificado para cada objetivo encontrado. Por fim, a partir da análise da revisão bibliográfica, foi elaborada uma matriz de correlação de técnicas de requalificação fluvial e serviços ambientais associados.

4. RESULTADOS

Para o desenvolvimento deste trabalho, tomou-se como base as categorias de serviços ecossistêmicos apresentadas pela CICES (Haines-Young, R.; Potschin, M. B, 2018): provisão, regulação e culturais.

Além disso, neste artigo será adotada a nomenclatura “serviços ambientais”, por se entender que ela melhor se ajusta ao contexto da requalificação fluvial urbana, na qual há intervenção humana. Assim, a partir da análise bibliográfica realizada foi possível consolidar a Tabela 2 que destaca os principais objetivos evidenciados nos projetos de requalificação fluvial praticados no mundo. Observou-se que esses objetivos podem ser traduzidos em termos de serviços ambientais trazidos pela prática da requalificação fluvial, conforme mostrado na tabela. Assim, para cada objetivo identificado foram associados categoria e serviços ambientais.

Objetivo da requalificação fluvial	Referência	Local	Categoria do serviço ambiental	Serviço ambiental associado
Melhorias estéticas, paisagismo e recreação	Bernhardt et al (2005); RRC (2019); Mourandi e Piégay (2017); Kail e Wolter, (2011); Nakamura, Tockner e Amano, 2006; Mondragon e Honey-Rosés (2016)	EUA, Reino Unido, França, Alemanha, Coreia do Sul, América Latina	Cultural	Melhorias estéticas e recreação
Desenvolvimento de parques e espaços abertos	LARRMP (2007); Martín--vide, 1999; Mondragon e Honey-Rosés (2016)	EUA, Espanha; América Latina	Cultural	Melhorias estéticas e recreação
Migração de peixes	Bernhardt et al (2005); Hagen et al, (2003); Mourandi e Piégay (2017); Kail e Wolter (2011); Corominas (2020); Nakamura, Tockner e Amano (2006)	EUA, Suécia, França, Alemanha, Península Ibérica, Japão	Provisão	Valorização da pesca
			Regulação	Manutenção da diversidade genética (fluxo gênico)
Melhoria da qualidade da água	Bernhardt et al (2005); Kondolf et al (2007); IFR (2016); RRC (2019); Kail e Wolter (2011); Martín-vide (1999); Tullos, 2006; Mondragon e Honey-Rosés (2016)	EUA, Reino Unido, Alemanha, Espanha, China, América Latina	Regulação	Melhoria da qualidade da água
			Provisão	Fonte de água
Modificação de escoamento/diminuição das velocidades de escoamento	Bernhardt et al (2005); IFR (2016)	EUA	Regulação	Controle de processos erosivos
				Melhoria da qualidade física de habitats
Regulação/ restauração de vazões hidrológicas	Kail e Wolter (2011); Mourandi e Piégay (2017)	Alemanha, França	Regulação	Manutenção de vazão hídrica
Aumento da infiltração	IFR (2016)	EUA	Regulação	Manutenção de vazão hídrica
				Gestão sustentável de inundações
Melhoria dos processos de sedimentação	IFR (2016); Mourandi e Piégay (2017)	EUA, França	Regulação	Gestão sustentável de inundações
			Regulação	Melhoria da qualidade física de habitats

Continua...

...continuação

Objetivo da requalificação fluvial	Referência	Local	Categoria do serviço ambiental	Serviço ambiental associado
Restauração e/ou reconexão de planícies de inundação	Bernhardt et al (2005); IFR (2016); Dutch Water Sector (2019); Tullos, 2006	EUA, Holanda, China	Regulação Regulação	Manutenção da diversidade genética (fluxo gênico) Gestão sustentável de inundações
Criação de zonas úmidas	IFR (2016); RRC, 2019	EUA, Reino Unido	Regulação Regulação Regulação	Gestão sustentável de inundações Melhoria da qualidade física de habitats Melhoria da qualidade da água
Reconfiguração de canais de córregos e rios ou restauração de meandros para rios retificados	Bernhardt et al (2005); RRC,2019; Martín-vide (1999); Corominas (2020); Nakamura, Tockner e Amano (2006); Brooks et al (2007)	EUA, Reino Unido, Espanha, Península Ibérica, Japão; Austrália	Regulação Regulação	Gestão sustentável de inundações Melhoria da qualidade física de habitats
Redução de aporte de nutrientes	Lindahl and Söderqvist (2004); Hagen et al (2003); Martín-vide (1999)	Suécia, Dinamarca, Espanha	Regulação Provisão	Melhoria da qualidade da água Fonte de água
Gestão de enchentes; Controle de cheias	RRC (2019); Nakamura, Tockner e Amano (2006); Tullos, 2006; Mondragon e Honey-Rosés (2016)	Reino Unido, Japão, China, América Latina	Regulação	Gestão sustentável de inundações
Eliminação de infraestruturas obsoletas/ remoção de barreira	RRC (2019), Corominas (2020)	Reino Unido, Península Ibérica	Regulação Regulação	Gestão sustentável de inundações Manutenção da diversidade genética (fluxo gênico)
Manejo das zonas ribeirinhas; Manejo da mata ciliar	Bernhardt et al (2005); Kondolf et al (2008); RRC (2019); Mourandi e Piégay (2017); Brooks et al (2007); Kail e Wolter, (2011)	EUA; França; Austrália; Alemanha	Regulação Regulação	Melhoria da qualidade da água Melhoria da qualidade física de habitats
Manejo de espécies invasoras	Kail e Wolter, (2011); Corominas (2020); Nakamura, Tockner e Amano (2006)	Alemanha, Península Ibérica; Japão	Regulação	Melhoria da qualidade física de habitats

continua...

...continuação

Objetivo da requalificação fluvial	Referência	Local	Categoria do serviço ambiental	Serviço ambiental associado
Melhoria dos habitats aquáticos ou restauração de habitats de zonas úmidas	Bernhardt et al (2005); Hagen et al (2003); Mourandi e Piégay (2017); Corominas (2020); Brooks et al (2007)	EUA, Dinamarca, Península Ibérica, Austrália	Regulação	Melhoria da qualidade física de habitats
Aumento da biodiversidade e da conectividade entre habitats	IFR (2016)	EUA	Regulação	Manutenção da diversidade genética (fluxo gênico)
Estabilização ou proteção de talude	Bernhardt et al (2005); Kondolf et al (2008); RRC (2019); Tullos, 2006; Brooks et al (2007)	EUA, Reino Unido, China, Austrália	Regulação	Melhoria da qualidade física de habitats
			Regulação	Controle de processos erosivos
			Regulação	Gestão sustentável de inundações
Melhoria da morfologia do canal/ alterações morfológicas	RRC (2019); Kail e Wolter (2011)	Reino Unido, Alemanha	Regulação	Gestão sustentável de inundações
			Regulação	Controle de processos erosivos
			Regulação	Melhoria da qualidade física de habitats
Desassoreamento	Corominas (2020); Nakamura, Tockner e Amano (2006)	Península Ibérica, Japão	Regulação	Controle de processos erosivos
			Regulação	Gestão sustentável de inundações
			Regulação	Manutenção de vazão hídrica

Tabela 2. Serviços ambientais identificados nas práticas de requalificação fluvial urbana.
Fonte: Elaborado pela autora

A partir da Tabela 2, foram selecionados os principais serviços ambientais relacionados à requalificação fluvial urbana, sendo elaborada uma matriz ferramental de correlação desses serviços ambientais com técnicas de requalificação fluvial urbana adotadas em diversos projetos mundo afora, de forma a ilustrar a abordagem. Essa lista de técnicas não é exaustiva, sendo que cada local detém particularidades

que devem ser levadas em consideração para a escolha da melhor técnica de requalificação fluvial a ser adotada.

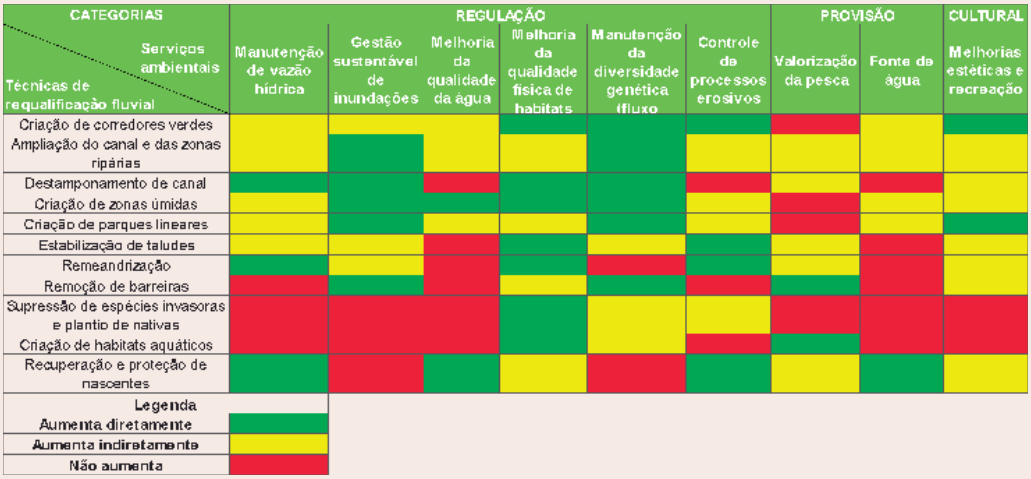


Figura 1. Matriz de correlação entre técnicas de requalificação fluvial e serviços ambientais.
Fonte: Elaborado pela autora

5. CONCLUSÕES

O estudo mostrou que a maior parte dos projetos de requalificação fluvial estão relacionados principalmente aos objetivos de melhoria da qualidade da água, melhorias estéticas, de paisagismo e de recreação, migração de peixes e de reconfiguração de canais. Observa-se que a maior parte dos objetivos da requalificação fluvial urbana, em termos espaciais, tratam do canal fluvial ou da zona de inundação imediatamente adjacente, com poucas exceções tratando projetos no âmbito da bacia hidrográfica. O tratamento de projetos de requalificação na escala da bacia hidrográfica poderia incrementar o provimento de serviços ambientais a partir das técnicas adotadas.

A maior parte dos serviços ambientais relacionados à requalificação fluvial correspondem à categoria de funções ambientais de regulação. Entretanto, as técnicas de requalificação também podem estar diretamente atreladas à função ambiental de produção, sem prejuízo da requalificação fluvial, sobretudo a partir da implantação da requalificação fluvial a nível da bacia hidrográfica, quando se leva em consideração, por exemplo, o desenvolvimento de sistemas agroflorestais, plantio de espécies frutíferas, hortas, uso de plantas medicinais e pesca. Estas práticas, com exceção da pesca, não foram encontradas na bibliografia como objetivos das práticas de requalificação fluvial urbana, mas podem ser pensadas como um incentivo a futuros projetos e para a aceitação da população direta ou indiretamente impactada pelas medidas.

Não foram observados também como objetivos e serviços ambientais almejados nas práticas de requalificação fluvial urbana a redução do efeito de ilhas de calor e a melhoria da qualidade do ar, relativos à categoria de função ambiental de regulação. Entretanto, práticas de revegetação, por exemplo, muito importantes para processos de requalificação fluvial, têm impacto direto nesses serviços ambientais, o que demonstra que a requalificação fluvial urbana abrange diversas melhorias que não costumam ser contabilizadas nos processos de gestão e de convencimento dos atores envolvidos para a sua aplicação.

O trabalho propôs o uso de uma matriz de correlação entre técnicas de requalificação fluvial e serviços ambientais, podendo ser incrementadas outras técnicas, de acordo com o local em estudo. A partir da matriz proposta e do conhecimento técnico dos gestores públicos sobre o território e sobre os problemas ambientais mais relevantes, a metodologia permite identificar técnicas mais adequadas para implantação em dada área de forma simples.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Avaliação Ecossistêmica do Milênio (2005). Relatório-Síntese da Avaliação Ecossistêmica do Milênio. [S.l.]: AEM.

Bernhardt, E. S., m. a. Palmer, M. A., Allan, J. D., Alexander, G., Barnas, K., Brooks, S (2005). Synthesizing U.S. river restoration efforts. Science 308, p. 636–637.

Bolund, P.; Hunhammar, S (1999). Ecosystem services in urban areas. Ecological Economics, v. 29, n. 2, p. 293–391.

Broncaneli, P. F.; Stuermer, M. M (2008). Renaturalização de rios e córregos no município de São Paulo. Exacta, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 147-156.

Brooks, S. S., Lake, P. S. (2007). River restoration in Victoria, Australia: change is in the wind, and none too soon. Restoration Ecology, 15 (3), p.584-591.

Haines-Young, R.; Potschin, M. B (2018). Common International Classification of Ecosystem Services, v. 5, n. 1 - Guidance on the Application of the Revised Structure. Common International Classification of Ecosystem Services - CICES. Nottingham, Reino Unido.

Corominas, P. (2020). Estudio y análisis de las propuestas de restauración fluvial en los planes hidrológicos del segundo ciclo de la Península Ibérica. Centro Ibérico de Restauro Fluvial.

Dutch Water Sector. Room for the river programme (2019). Disponível em: https://www.dutchwatersector.com/news/room-for-the-river-programme.

Gilvear, D. J., Spray, C. J.; Casas-Mulet, R. (2013). River rehabilitation for the delivery of multiple ecosystem services at the river network scale. Journal of Environmental Management, 126, p. 34–45.

Gómez-Baggethun, e.; Barton, D. N (2012). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. Ecological Economics, v. 86.

Grimm, N.B.; Faeth, S.H.; Golubiewski, N.E.; Redman, C.l; Wu, J.G.; Bai, X.M.; Briggs, J.M. (2008). Global change and the ecology of cities. Science, v. 319, p. 758.

Hagen, D., Svavarsdottir, K., Nilsson, C., Tolvanen, A. K., Raulund-Rasmussen, K., Aradòttir, à. L., Halldorsson, G. (2003). Ecological and social dimensions of ecosystem restoration in the nordic countries. Ecology and Society, 18(4).

IFR - Final Integrated Feasibility Report (2016). Reader's Guide for the LA River Ecosystem Restoration Project. Cidade de Los Angeles, California.

Kail, J., & C. Wolter, (2011). Analysis and evaluation of large-scale river restoration planning in Germany to better link river research and management. River Research and Applications 27: p. 985–999.

Kondolf, G. M., Anderson, S., Lave, R., Pagano, l., Merenlender, A., Bernhardt, E. S. (2007). Two decades of river restoration in California: what can we learn?. Restoration Ecology, 15(3), p. 516-523.

LARRMP (2007). Los Angeles river revitalization master plan. Cidade de Los Angeles, Department of Public Works, Bureau of Engineering.

Lemons, J.; Victor, R. (2008). Uncertainty in river restoration, in: River Restoration: Managing the Uncertainty in Restoring Physical Habitat. Darby, S. and Sear, D. (eds.). Chichester, West Sussex, England: John Wiley & Sons Ltd.

Lindahl, t.; Söderqvist, T. (2004). Building a catchment based environmental programme: a stakeholder analysis of wetland creation in Scania, Sweden. Regional Environmental Change 4:p.132–144.

Martín-Vide, J. P. (1999). Restoration of an urban river in Barcelona, Spain. Environmental Engineering and Policy, 2(3), 113-119.

Mondragon, R., Honey-Rosés, J. (2016). Urban river restoration and planning in Latin America: A systematic review.

Morandi, B., Piégay, H. (2017). Restauration de cours d'eau en France: comment les définitions et les pratiques ont-elles évolué dans le temps et dans l'espace, quelles pistes d'action pour le futur?. Collection Comprendre pour agir. 28 p. Agence Française pour la Biodiversité.

Nakamura, K., Tockner, K., Amano, K. (2006). River and wetland restoration: lessons from Japan. BioScience, 56(5), 419-429.

Perini, K., Sabbion, P. (2017). Urban Sustainability and River Restoration – Green and Blue Infrastructure. Wiley Blackwell.

Riley, A. L. (1998) Restoring streams in cities: a guide for planners, policymakers, and citizens. California: Island Press.

RRC – River Restoration Centre. The manual of river restoration techniques. 2019. Disponível em: https://www.therrc.co.uk/manual-river-restoration-techniques.

Sepe, P. M.; Pereira, H. M. S (2015). O conceito de Serviços Ambientais e o Novo Plano Diretor de São Paulo - Uma nova abordagem para a gestão ambiental urbana? Anais do XVI Enanpur. Belo Horizonte: Enanpur, 2015.

Souza, C. A; Gallardo, A. L. C. F; Silva, E. D; Mello, Y. C; Righi, C. A; Solera, M. L; (2016). Environmental services associated with the reclamation of areas degraded by mining: potential for payments for environmental services. Ambiente & Sociedade, v. 19, n. 2, p. 137–168.

Tullos, D. (2006). River Restoration in China: A review of Local efforts to improve the quality of lotic life. Ecological Restoration. 24. p.165-172.

UN DESA. (2012). World urbanization prospects: the 2011 revision. New York.