

ANÁLISE DE CUSTOS DE OPORTUNIDADE NA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: UMA REVISÃO

Rossano Belladona¹; Guilherme Fernandes Marques²; Tiago De Vargas³

RESUMO – Em sistemas hídricos com usos múltiplos e conflitantes toda e qualquer decisão de gestão implica em custos de oportunidade. O custo de oportunidade é o valor que poderia ter sido obtido em uma segunda opção se a inicial fosse renunciada. O desconhecimento desses custos resulta em decisões que podem levar a subvalorização da água, comprometer outros usos e conduzir a investimentos de baixo retorno. Este artigo tem como objetivo realizar uma revisão da literatura científica acerca dos custos de oportunidade de decisões que envolvem a gestão dos recursos hídricos. A metodologia de análise consistiu em realizar uma busca de artigos científicos no sistema CAFE, através de palavras-chave, e, a partir do retorno da busca e após triagem, analisar o objetivo, a metodologia, os resultados e as conclusões dos trabalhos considerados pertinentes à aplicação em recursos hídricos. Mesmo com poucos artigos considerados relevantes, foi possível concluir que a representação do sistema hídrico é mais fiel quando se aplica as metodologias que se baseiam nos modelos descritivos ou de simulação estocástica. E os custos de oportunidade devem ser avaliados para a tomada de decisão na gestão dos recursos hídricos.

ABSTRACT– In multi-use and conflicting water systems any decision making implies opportunity cost. The opportunity cost is the amount of a certain revenue that could have been attained from a second choice had the first been renounced. Ignoring such costs may result in undervaluing water, jeopardizing other uses, and thus leading to low return investments. By a scientific literature review, this paper aims to compile the studies on opportunity costs which targeted water resources management. The methodology of analysis of given bibliography consisted of a search for scientific papers at the CAFE System, through specific key words, and from its return - followed by a screening, the relevant works had their objectives, methodology, results and conclusions analyzed. Even though few papers were judged relevant, since the vast majority did not relate opportunity cost with water resources management, it was possible to conclude that water systems are more faithfully represented when descriptive or stochastic simulation modellings are applied. The opportunity costs ought to be assessed when decision making in water resources management is at play.

Palavras-Chave – Custo de oportunidade, recursos hídricos.

¹ Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do IPH/UFRGS, rbelladona101@gmail.com

² Professor do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da UFRGS, guilherme.marques@ufrgs.br

³ Geólogo Dr. do Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto de Caxias do Sul, tvargas@samaecaxias.com.br

1. INTRODUÇÃO

Em sistemas hídricos com usos múltiplos e conflitantes, não apenas pela água, mas também pelo uso do solo e das planícies de inundação, toda e qualquer decisão de gestão implica em custos de oportunidade, definido por Pulido-Velazquez et al. (2013) como o valor de uma opção renunciada a partir de uma decisão. Tais custos são ainda mais significantes quando os recursos (e.g. a água) são escassos, e (Zhang et al., 2019) a condição limitada dos recursos hídricos em garantir o desenvolvimento social e econômico tem se tornado uma restrição à expansão de uma determinada região. O desconhecimento desses custos, invariavelmente, resulta em decisões que podem comprometer outros elementos como o meio ambiente, os serviços ecossistêmicos ou ainda outros usos da água (alocação da água para um uso em detrimento de outro).

A relação entre a demanda pela água e a sua oferta não é autorregulada pelo mercado, uma vez que a disponibilidade em oferecer a quantidade solicitada, na qualidade desejada, depende das condições ambientais, do estado de conservação da bacia e das técnicas de tratamento. Sempre que ocorrer este tipo de desequilíbrio, há duas formas gerais para abordar este problema (Griffin, 2006): ¹pode-se conduzir projetos alternativos para otimizar o fornecimento de água ou ²buscar abordagens que visem a redução do consumo. De uma forma ou de outra, nós necessitamos buscar uma maneira de quantificar o custo real em preservar os mananciais. Em paralelo, as crescentes demandas urbanas pela água potencializam esta limitação, gerando conflitos. Na busca pela redução ou gerenciamento deste gênero de conflito, Neumann et al. (2017) enfatizam que uma melhor integração entre o planejamento do uso da água e do uso do solo é necessária para permitir que os sistemas urbanos continuem a existir enquanto que os seus impactos aos recursos hídricos são reduzidos.

Como outros bens, a água que chega às nossas economias não é produzida a partir do nada. Além de horas de trabalho, energia e processos que geram custos, a água possui custo de oportunidade. Diversos outros conceitos são encontrados da literatura: Field e Field (2016) dissertam que o custo de oportunidade consiste no valor máximo que teria sido ou poderia ter sido obtido produzindo outro produto; Pearce e Markandya (1987) apresentam uma definição abrangente, porém detalhada, e introduzem a terminologia: custo de oportunidade marginal. Estes últimos autores avaliam este custo com uma abordagem centrada na gestão dos recursos naturais e definem como sendo o custo real de uma ação ou política que degrada uma unidade de recurso renovável, ou seja, quando uma pequena quantidade de um recurso natural é consumida, o verdadeiro valor daquele recurso é medido pelo custo de oportunidade marginal.

O custo de oportunidade da água está presente especialmente quando há escassez, tanto na quantidade, quanto na qualidade. Ao ignorar este custo, a água é subvalorizada e isto conduz a erros

significativos em investimentos e na sua alocação entre os diversos usuários (Pulido-Velazquez et al., 2013).

O referencial científico disponível sobre custo de oportunidade é vasto, entretanto poucos artigos técnicos foram encontrados que se dedicam a estudar este tema focado na gestão dos recursos hídricos. As pesquisas compartilham que o baixo custo da água bruta, quando comparada com o seu custo de oportunidade, estimula o seu desperdício. Sáez-Fernández et al. (2011) afirmam que a grande maioria dos estudos devotados a avaliar as empresas de saneamento estão limitados às questões gerenciais, de uma perspectiva privada, desta forma ignorando a dimensão social da gestão hídrica como, por exemplo, a sustentabilidade. Além disso, as empresas medem a sustentabilidade pela água bruta que é aduzida e que chega até o consumidor final, em outras palavras, mais sustentável será a empresa quanto menos perdas físicas elas apresentarem. Sáez-Fernández et al. (2011) ainda chamam a atenção de que o custo de oportunidade em economizar água bruta excede, em muito, os custos em adquirir este recurso natural, o que torna o desperdício de água uma estratégia gerencial lucrativa.

A forma com que o desperdício de água é tratado nas empresas depende de quem gerencia o sistema. É público ou privado? Quando a administração é pública, as reduções das perdas de água, exceto nos casos extremos, não é prioridade uma vez que o vazamento nas redes é invisível, fato que não chama a atenção dos votantes (González-Gómez et al., 2011). Por outro lado, Embid-Irujo (2005) relata, com experiência espanhola, que na administração privada não há interesse em evitar ou reduzir o desperdício porque o valor irrisório da água não atrai esta prática. Este último autor também destaca que o resultado desta ineficiência é a constante busca por novas obras de estruturas hidráulicas para contrabalançar esta falha gerencial.

O resultado pode ser, a longo prazo, perda de oportunidades de desenvolvimento, produção de impactos ambientais irreversíveis ou ainda uma distribuição desigual dos custos e benefícios da decisão (e.g. investimento público em infraestrutura hídrica capaz de beneficiar um grupo reduzido e limitado de usuários).

Os custos de oportunidade nem sempre são adequadamente avaliados e apresentados. Nesse contexto, o presente trabalho busca, na forma de uma revisão bibliográfica, explorar estudos que utilizaram o custo de oportunidade na gestão econômica dos recursos hídricos, exatamente pelo fato de que ao se ignorar este custo estamos subvalorizando a água e investimentos errôneos podem ser realizados. Nós propomos uma metodologia que consiste em identificar artigos científicos e, a partir deles, analisar o objetivo de cada estudo, o método e os resultados obtidos a fim de traçar um perfil do conhecimento científico gerado acerca do assunto.

2. MÉTODO

A revisão bibliográfica realizada neste estudo teve como foco artigos científicos publicados em periódicos que possibilitem a revisão por pares. Para tanto, utilizamos o banco de dados disponível no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), vinculada ao Ministério da Educação do Brasil. O acesso ao Portal de Periódicos foi realizado via remoto através do sistema Comunidade Acadêmica Federada (CAFe) que pode ser localizado junto ao endereço eletrônico www.periodicos.capes.gov.br. A instituição federada que permitiu o acesso e consulta a este banco de dados, por meio de usuário e senha devidamente cadastrados, foi a Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Esta proposta metodológica está baseada no trabalho apresentado por van den Brandeler et al. (2018) e foca nos ^{2.1}objetivos, nas ^{2.2}metodologias propostas e nos ^{2.3}resultados e conclusões dos artigos. A consulta ao sistema CAFe foi realizada através da ferramenta de busca avançada por assunto, momento em que optou-se por inserir palavras específicas para serem localizadas em qualquer posição do artigo. A Tabela 1 demonstra as palavras específicas utilizadas na busca e o quantitativo de artigos técnicos que contêm as palavras em algum momento dos seus respectivos textos, também consta quantos artigos foram considerados pertinentes ao escopo deste estudo. Foram considerados pertinentes aqueles artigos que possuíssem, no seu temário, o custo de oportunidade vinculado à gestão dos recursos hídricos.

Tabela 1: Quantitativos de artigos obtidos com a consulta junto ao CAFe.

	Palavras de Busca	Resultado da Busca	Artigos Julgados Pertinentes
1	“custo oportunidade” AND “recursos hídricos”	16	0
2	“costo oportunidad” AND “recursos hidricos”	112	2
3	“opportunity cost” AND “water resources”	2.137	10

Constatou-se que a vasta maioria dos artigos retornados pelo sistema CAFe não condiziam com o tema deste trabalho e com as palavras de busca utilizadas. O sistema retornou temas sobre culturas irrigadas, áreas de florestamento, água virtual, águas urbanas, água subterrânea, piscicultura, águas costeiras, hidrelétricas, banhados e estudos setorializados (turismo, conservação de vegetação, indústria da carne, áreas de recreação, áreas da saúde e moradias). Os artigos contendo estas abordagens foram desqualificados da análise de nosso estudo, pois não apresentam escala e área compatíveis com esta proposta, que foca na escala de bacia hidrográfica. Estes trabalhos possuíam escala localizada (fração da área da bacia) ou escala regional (área além da bacia, transcendendo-a), como é o caso de alguns estudos costeiros e de água subterrânea, por exemplo. Conforme Tabela 1, foram quantificados doze artigos possíveis de integrar esta revisão bibliográfica: dois na língua espanhola e dez em inglês,

porém nenhum na língua portuguesa. Alguns resultados, curiosamente, não apresentaram relação alguma com a forma utilizada na busca.

Dos doze trabalhos revisados, somente dois possuem mais de 10 anos de publicação, sendo que ambos artigos descrevem conceitos e fundamentações do custo de oportunidade sobre as atividades que interferem sobre os recursos hídricos. As demais pesquisas foram publicadas a partir de 2010, estando sete delas entre 2014 e 2018.

2.1 Objetivos

Os conceitos de custo de oportunidade variam em semânticas, porém nenhum deles desvia da origem do termo. Neste sentido, os objetivos dos estudos que envolvem este conceito e a gestão dos recursos hídricos consideram a disponibilidade hídrica através de mudanças nas práticas de uso do solo para estabelecer um sistema de pagamento por serviços ambientais (Leal et al., 2013; Atisa et al., 2014). Buscam, por outro lado, inferir o custo de oportunidade do uso do solo da bacia hidrográfica, a fim de estimar o valor necessário para ressarcir os proprietários de terras dispostos a converter suas áreas produtivas para áreas de proteção ambiental e a disponibilidade em pagar daqueles beneficiados por esta conversão (Machado et al., 2016; Lun et al., 2018; Silva-Flores et al., 2010). Outro objetivo identificado, embora um pouco desfocado da análise central desta revisão bibliográfica, mas que não pode passar despercebido, é a investigação do impacto econômico do crescimento urbano e das mudanças estruturais sobre o uso e alocação da água (Jiang et al., 2014). Zhang et al. (2016) buscaram estimar o custo de oportunidade da alocação de água para projetos de florestamento ao invés da conservação da vegetação natural. As demais publicações concentram-se em conceituar e aplicar o custo de oportunidade, enquanto uma ferramenta de gestão econômica, para precificar a água e reduzir conflitos (Pearce e Markandya, 1987; Pulido-Velazquez et al., 2013; Macian-Sorribes et al., 2015; Tilmant et al., 2015; Shao, 2002).

2.2 Metodologias Propostas

A literatura disponível que estuda e quantifica o custo de oportunidade na gestão dos recursos hídricos é convergente na sua essência, tanto porque o produto dos estudos busca identificar o valor de uma opção renunciada. O que diferencia, em alguns casos, são os métodos empregados para atingir os objetivos e chegar aos resultados.

Ainda em 1987, Pearce e Markandya mostraram o real custo da degradação dos recursos naturais, sendo ele separado de dois modos gerais: primeiramente há o que os autores chamaram de efeito direto de dependência. Ao passo que países ricos possuem “desvios” tecnológicos nos quais a relação entre o produto final e os recursos naturais (e.g. água) é frequentemente obscura e complexa,

os países em desenvolvimento estão alicerçados nos setores doméstico e agrícola, nos quais este “desvio” é ausente ou pequeno. Por segundo, o processo de desenvolvimento será afetado mais indiretamente pela degradação dos recursos naturais. Pearce e Markandya apontam que esta degradação afeta vários componentes do desenvolvimento como, por exemplo, doenças respiratórias, renda per capita, e que a redução do recurso pode produzir um pequeno incremento de renda temporário da mesma maneira que qualquer pessoa pode buscar um financiamento no banco. Para investigar a degradação dos recursos naturais, os autores propuseram o custo de oportunidade marginal, sendo ele o somatório do custo direto marginal com o custo externo marginal e com o custo usuário marginal (Pearce e Markandya, 1987, página 26).

Shao (2002) traz uma discussão acerca da precificação da água focada na situação da capital da China, Beijing. Na época do estudo, o preço da água em Beijing era inferior ao custo do fornecimento. Contudo, ainda não seria suficiente que o preço se baseasse totalmente no custo da produção porque ainda fazia-se necessário incluir o custo de oportunidade e as externalidades ambientais. O autor propõe que a precificação da água poderia ser justificada em fases distintas, a fim de garantir sua aceitabilidade e estabilidade. A implementação em fases daria ao usuário tempo para se ajustar às novas condições e minimizar a sobrecarga que os grupos afetados teriam que suportar. Isto também aumentaria a previsibilidade do sistema tanto para o usuário como para o fornecedor. As fases de implementação seriam: ¹custo de operação e manutenção; ²custo financeiro médio histórico; ³custo de produção marginal de longo prazo; e ⁴custo total (incluindo custo de fornecimento, oportunidade e externalidades ambientais).

Ao estimar a disponibilidade de pagar e de aceitar o pagamento, Silva-Flores et al. (2010) separaram a valoração da oferta de água em custo de captação e custo de recuperação, sendo o primeiro o valor designado para armazenar a água em uma represa em função de outros usos na bacia. Por outro lado, o segundo se relaciona com os custos em que se incorre para desenvolver atividades de fomento, como o florestamento. Atisa et al. (2014) aplicaram entrevistas a fazendeiros para determinar dois critérios para determinar o quanto poderiam receber por implantar *Best Management Practices* (BMPs): ¹o custo de oportunidade por adotar BMPs por aqueles que ocupam a porção de montante e ²a disponibilidade em pagar pelos usuários que estão a jusante. Portanto, estes últimos autores verificaram que o custo de oportunidade em realizar as mudanças desejadas do uso do solo será igual à redução do lucro líquido das atividades agrícolas: se o resultado é negativo, os agricultores ganharão com a implementação de BMPs; se o resultado é positivo, eles perdem e devem ser compensados.

Para obter os custos de oportunidade da mudança de práticas agropastoris em uma bacia hidrográfica, Leal et al. (2013) propuseram calcular o custo do incremento da oferta de água. Da mesma forma com que se avalia as interferências que as alterações do uso do solo impõem sobre a hidrologia, foi calculada a superfície agrícola e pecuária com sistemas não conservacionista multiplicado por seus respectivos custos, resultando no custo total da reconversão produtiva. Uma vez conhecida a quantidade de água infiltrada devido às alterações do uso do solo, Leal et al. (2013) a relacionaram com seus custos de reconversão produtiva. Esta relação permitiu determinar o custo de incrementar a oferta de 1 m³ de água no sistema subterrâneo.

A precificação da água (Pulido-Velazquez et al., 2013) e a contabilidade hídrica (Tilmant et al., 2015) foram simuladas a partir de duas abordagens: a simulação baseada em prioridades e a otimização econômica. Para Pulido-Velazquez et al. (2013), os modelos descritivos ou de simulação normalmente são a melhor abordagem para avaliar o rendimento do sistema para estratégias alternativas, possibilitando uma representação mais detalhada e realista do sistema fluvial. Nestes modelos a água é alocada de acordo com as regras e prioridades de operação. Tilmant et al. (2015) relatam que nos modelos hidroeconômicos, baseados na otimização econômica, uma função objetivo é maximizada (ou minimizada) conforme restrições físicas, institucionais e/ou econômicas. Os primeiros autores utilizaram as duas abordagens para simular duas demandas concorrentes em um reservatório. Tilmant et al. (2015) e Macian-Sorribes et al. (2015) aplicaram modelo de simulação estocástico para realizar a contabilidade hídrica em sistemas de vários reservatórios destinados à diversos fins.

Zhang et al. (2016) definiu o custo de oportunidade da silvicultura na China comparando o consumo de água das árvores com o consumo (evapotranspiração) de uma área comparável com vegetação nativa. Para tanto, os autores assumiram que o consumo adicional de água pela floresta poderia ser utilizado para outro fim. Foi considerado que o preço aumenta com o aumento da escassez do recurso, por isso Zhang et al. (2016) arbitraram que o custo da água deveria aumentar com a diminuição das precipitações.

Durante a análise do custo de oportunidade do uso do solo de uma bacia hidrográfica em São Carlos - SP, Machado et al. (2016), buscando estimar o valor necessário para ressarcir os proprietários de terras dispostos a converter suas áreas produtivas em áreas de proteção ambiental, utilizaram o valor anual uniforme (VA) e o valor presente líquido (VPL) como métodos da análise econômica. Por outro lado, Lun et al. (2018) lançaram mão do método da comparação de mercado, pois eles possuíam limitações de indicadores estatísticos sociais e econômicos para a região de montante à sua

área de estudo. Os autores ressaltam que por requer o menor número de indicadores, o método da compensação é o mais indicado nestes casos.

2.3 Resultados e Conclusões

Alguns dos estudos abordam o pagamento por serviços ambientais como aspecto central que incorpora a análise dos custos de oportunidade em recursos hídricos. Neste contexto, Machado et al. (2016) concluíram que os benefícios serão compartilhados entre os que utilizam e os que preservam a bacia, porém a forma com que os custos serão distribuídos entre os usuários urbanos é um tópico para debate que deve antecipar a compensação aos proprietários das terras preservadas. Silva-Flores et al. (2010) perceberam uma distribuição probabilística exponencial para a disponibilidade em pagar e em aceitar, atribuindo três motivos possíveis para este comportamento: ¹o tamanho da amostra não foi suficientemente grande; ²pode ter ocorrido alguma falha de mercado (e.g. conhecimento imperfeito do valor real dos serviços hídricos); e ³a presença de erros hipotéticos que são acentuados em amostragens pequenas. Leal et al. (2013) observaram que deve haver uma valoração contingente para estabelecer a disponibilidade a pagar pelos serviços ambientais e que, no caso da Argentina, será necessário internalizar os custos de retenção de água na tarifa da água potável.

Os estudos realizados na China evidenciaram a importância da avaliação dos custos de oportunidade na comparação entre diferentes usos do solo. Zhang et al. (2016) mostraram que há um alto custo de oportunidade do florestamento quando comparado à vegetação nativa. Jiang et al. (2014) concluíram que a transformação urbana e industrial aumentará a sua contribuição sobre o consumo de água, assim aumentando o custo de oportunidade das culturas irrigadas e intensificando a competição pela água com as culturas não irrigadas.

Pulido-Velazquez et al. (2013) e Macian-Sorribes et al. (2015) concluíram que as políticas eficientes de precificação de recursos escassos são baseadas na avaliação do custo de oportunidade marginal. E, ao ser precificada pelo custo de oportunidade marginal, a água poderia ser realocada aos usos de maiores valores, aumentando significativamente o seu benefício líquido total.

3. ANÁLISES E CONCLUSÕES

Esta revisão bibliográfica evidencia que, a partir das palavras-chave de busca, são raros os artigos na língua portuguesa que tratam de custo de oportunidade e recursos hídricos. Poucos foram identificados em espanhol, porém vários na língua inglesa. Com isto, pode-se concluir que a vasta maioria dos estudos sobre o assunto são disponibilizados de uma forma que atinja o maior número de leitores e que o tópico é de interesse global. Entretanto, deste resultado de busca, somente 12 de 2.265

artigos científicos foram julgados pertinentes, pois apresentaram escala e área compatíveis com a proposta desta revisão.

Outro fato revelador é que 10 estudos foram realizados nesta última década, sendo que 70% deles foram publicados entre 2014 e 2018. Esta simples estatística aclara o quão atual é o tema e permite justificar a dificuldade em encontrar mais pesquisas publicadas.

A análise do custo de oportunidade, na escala da bacia hidrográfica, apresentou diferentes objetivos, sendo identificados: a disponibilidade hídrica, através do uso do solo, para estabelecer um sistema de pagamento por serviços ambientais; a investigação do impacto econômico das ações antrópicas sobre o uso e alocação da água; e a precificação da água e redução de conflitos. Os estudos de caso das pesquisas demonstram que a escassez e, por consequência, os conflitos estão disseminados nos diversos continentes do planeta, e conforme os estudos, na Espanha, Brasil, Argentina, China, México, Egito, Sudão, Etiópia e Quênia.

O baixo ou nenhum custo atribuído à água não leva os custos de oportunidade e as externalidades ambientais em consideração. As metodologias disponíveis nesta literatura propõem diferentes formas de calcular estes custos, seja para quantificar o preço da água ou para realizar a contabilidade hídrica. Diferenças significantes são identificadas nas metodologias como, por exemplo, Atisa et al. (2014) lançaram mão de entrevistas entre usuários para identificar a disponibilidade em pagar e o custo de oportunidade em adotar BMPs. No outro extremo, Pulido-Velazquez et al. (2013) utilizaram os modelos descritivos, enquanto que Tilmant et al. (2015) e Macian-Sorribes et al. (2015) aplicaram a metodologia da simulação estocástica. A partir dos estudos incluídos nesta revisão, foi possível concluir que as entradas do modelo são diferentes e a representação do sistema é mais fiel quando se aplica as metodologias que se baseiam nos modelos descritivos ou de simulação estocástica.

A bibliografia acena para a importância da avaliação dos custos de oportunidade na tomada de decisão em recursos hídricos e sobre o uso que é feito sobre o solo. E que as políticas de precificação da água devem ser fundamentadas no seu custo de oportunidade marginal. Conforme levantado por Macian-Sorribes et al. (2015), o real custo da preservação da água, ou seja, o seu custo ao usuário, é a soma dos custos de operação, e de manutenção, os encargos sociais e de capital, bem como as externalidades ambientais e os custos de oportunidade. A literatura evidencia que estes dois últimos são negligenciados.

REFERÊNCIAS

- ATISA, G.; BHAT, M. G.; MCCLAIN, M. E. (2014). “*Economic assessment of best management practices in the Mara River Basin: toward implementing payment for watershed services*”. In: *Water Resources Management*, 28: pp. 1751-1766.
- EMBED-IRUJO, A. (2005). “*Water Pricing in Spain*”. In: *Water Resources Development*, vol. 21, no. 1: pp. 31-41.
- FIELD, B. C.; FIELD, M. K. (2016). “*Environmental economics: an introduction*”. McGraw-Hill Education, 7th Ed. New York-NY, 471 p.
- GONZÁLEZ-GÓMEZ, F.; GARCÍA-RUBIO, M. A.; GUARDIOLA, J. (2011). “*Why is non-revenue water so high in so many cities?*” In: *Water Resources Development*, vol. 27, no. 2: pp. 345-360.
- GRIFFIN, R. C. (2006). “*Water resource economics: the analysis of scarcity, policies, and projects*”. The MIT Press, Cambridge-MA, 402 p.
- JIANG, L.; WU, F.; LIU, Y.; DENG X. (2014). “*Modeling the impacts of urbanization and industrial transformation on water resources in China: an integrated hydro-economic CGE analysis*”. In: *Sustainability*, 6: pp. 7586-7600.
- LEAL, C. C. C.; DENEGRI, G. A.; DELGADO, M. I. (2013). “*Costos mínimos de compensación y cuantificación de la oferta hídrica en la cuenca alta del río Sauce Grande, Argentina*”. In: *Investigaciones Geográficas, Boletín* 80: pp. 55-70.
- LUN, Y.; MOUCHENG, L.; QINGWEN, M.; FEI, L. (2018). “*Transverse eco-compensation standards for water conservation: a case study of the Middle Route Project of South-to-North Water Diversion in China*”. In: *Journal of Resources and Ecology*, 9(4): pp. 395-406.
- MACHADO, F. H.; MATTEDI, A. P.; DUPAS, F. A.; SILVA, L. F.; VERGARA, F. E. (2016). “*Estimating the opportunity costs of environmental conservation in the Feijão River watershed (São Carlos-SP, Brazil)*”. In: *Brazilian Journal of Biology*, vol. 76, no. 1: pp. 28-35.
- MACIAN-SORRIBES, H.; PULIDO-VELAZQUEZ, M.; TILMANT, A. (2015). “*Definition of efficient scarcity-based water pricing policies through stochastic programming*”. In: *Hydrology and Earth System Sciences*, 19: pp. 3925-3935.
- NEUMANN, S. S.; RENOUF, M.; KENWAY, S. J.; CHOY, D. L. (2017). “*Connecting land-use and water planning: Prospects for an urban water metabolism approach*”. In: *Cities*, 60: pp. 13-27.

- PEARCE, D.; MARKANDYA, A. (1987). “*Marginal opportunity cost as a planning concept in natural resource management*”. In: The Annals of Regional Science, vol. 21(3): pp. 18-32.
- PULIDO-VELAZQUEZ, M.; ALVAREZ-MENDIOLA, E.; ANDREU, J. (2013). “*Design of efficient water pricing policies integrating basinwide resource opportunity costs*”. In: Journal of Water Resources Planning and Management - ASCE, 139: pp. 583-592.
- SÁEZ-FERNÁNDEZ, F. J.; GONZÁLEZ-GÓMEZ, F.; PICAZO-TADEO, A. S. J. (2011). “*Opportunity Costs of Ensuring Sustainability in Urban Water Services*”. In: Water Resources Development, vol. 27, no. 4: pp. 693-708.
- SHAO, L. (2002). “*Water pricing towards sustainability of water resources: a case study in Beijing*”. In: Journal of Environmental Sciences, vol. 14, no.4: pp. 518-523.
- SILVA-FLORES, R.; PÉREZ-VERDÍN, G.; NÁVAR-CHÁIDEZ, J. J. (2010). “*Valoración económica de los servicios ambientales hidrológicos en El Salto, Pueblo Nuevo, Durango*”. In: Madera y Bosques, 16 (1): pp. 31-49.
- TILMANT, A.; MARQUES, G.; MOHAMED, Y. (2015). “*A dynamic water accounting framework based on marginal resource opportunity cost*”. In: Hydrology and Earth System Sciences, 19: pp. 1457-1467.
- VAN DEN BRANDELER, F.; GUPTA, J.; HORDIJK, M. (2018). “*Megacities and rivers: Scalar mismatches between urban water management and river basin management*”. In: Journal of Hydrology, article in press.
- ZHANG, J.; ZHAO, T.; JIANG, C.; CAO, S. (2016). “*Opportunity cost of water allocation to afforestation rather than conservation of natural vegetation in China*”. In: Land Use Policy, 50: pp. 67-73.
- ZHANG, J.; ZHANG, C.; SHI, W.; FU, Y. (2019). “*Quantitative evaluation and optimized utilization of water resources-water environment carrying capacity based on nature-based solutions*”. In: Journal of Hydrology, 568: pp. 96-107.