

## **TÉCNICAS DE SUPORTE A DECISÃO SOB INCERTEZA PROFUNDA: UMA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA**

*Diego da Silva Lima<sup>1</sup> ; Conceição de Maria Albuquerque Alves<sup>2</sup>*

**RESUMO** – A mudança das condições climáticas e a disponibilidade incerta de recursos hídricos e socioeconômicos exigem estratégias de políticas de água voltadas para o futuro. O Brasil, que possui significativa parcela das reservas de água doce do mundo, desempenha papel crucial na gestão global dos recursos hídricos. Sob tal perspectiva, o presente trabalho revisa estudos acerca de técnicas de suporte à decisão sob incerteza profunda, em uma avaliação de 484 publicações científicas indexadas na base Web of Science, publicadas entre os anos de 1992 a 2022. O software VOSViewer é empregado para produzir os mapas de análise bibliométrica. Os resultados sugerem que cerca de 80% da produção na área encontra-se condensada nos últimos seis anos, o que pode ser indício do crescente interesse no tema. Foram identificados os países e autores com maior volume de produção e uma breve revisão sistemática é feita para complementar as análises. Os indícios levantados fortalecem a hipótese de que os estudos bibliométricos se configuram como importante veículo para destacar tendências históricas e ajudar a evidenciar possibilidades futuras de pesquisa.

**ABSTRACT** – Changing climatic conditions and the uncertain availability of water and socioeconomic resources require forward-looking water policy strategies. Brazil, which has a significant share of the world's freshwater reserves, plays a crucial role in the global management of water resources. From this perspective, the present work reviews studies on decision support techniques under deep uncertainty, in an evaluation of 484 scientific publications indexed in the Web of Science, published between the years 1992 and 2022. VOSViewer software is employed to produce the bibliometric analysis maps. The results suggest that about 80% of the production in the area is condensed in the last six years, which may be an indication of the growing interest in the subject. The countries and authors with the highest volume of production were identified, and a brief systematic review is made to complement the analyses. The evidence raised strengthens the hypothesis that bibliometric studies are an important vehicle to highlight historical trends and help to highlight future research possibilities.

**Palavras-Chave** – Incerteza profunda, bibliometria.

<sup>1</sup>) Universidade de Brasília. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos. SG12 - Asa Norte, Brasília - DF, CEP: 70910-900. Campus Darcy Ribeiro, Telefone: (61) 3107-0940. E-mail: diego.lima@ifal.edu.br

<sup>2</sup>) Universidade de Brasília. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos. SG12 - Asa Norte, Brasília - DF, CEP: 70910-900. Campus Darcy Ribeiro, Telefone: (61) 3107-0940. E-mail: calves@unb.br

## 1. INTRODUÇÃO

Aprimorar a gestão dos recursos hídricos se apresenta como uma atividade continuada de longo prazo não trivial, e a modelagem de cenários futuros surge como caminho atrativo para avaliar resultados dessa gestão (Guivarch *et al.*, 2017). Malekpour *et al.* (2019) indicam que a simulação de cenários constitui o núcleo da análise futura em energia, água e estudos ambientais que envolvem a tomada de decisão.

Isto decorre do fato de que a pesquisa sobre sustentabilidade possui complexidade e incertezas particularmente evidentes (Swart *et al.*, 2004). A infraestrutura de saneamento inadequada em muitas cidades, lacunas de monitoramento dos sistemas, inaccessibilidade de dados, problemas de concepção de projetos, controvérsias jurídicas acerca dos modelos de financiamento e mesmo as mudanças climáticas se configuram como entraves relevantes neste cenário (Brown *et al.*, 2020; Takara, 2014; Souza *et al.*, 2013).

As variáveis acima listadas são entendidas pela literatura como incertezas profundas, definida por Lempert *et al.* (2003) como circunstância onde o futuro de longo prazo pode ser dominado por fatores difíceis de imaginar com base nas atuais experiências. Estudos que consideram incertezas profundas na formulação e no equacionamento do problema central são reportados em diferentes setores da economia: turismo (Hasnoot *et al.*, 2021), a análise e mitigação de pandemias (Sidartha e Venkateswaran 2019), recursos hídricos, bem como os setores elétrico e de transporte (Stanton e Roelich, 2021).

A ampliação das possibilidades de investigação ocorre em paralelo ao surgimento de ferramentas que auxiliam na melhor compreensão das relações entre os sistemas hídricos e as demandas das cidades (Watson e Kasprzyk, 2017; Kwakkel, 2016; Hasnoot *et al.*, 2013) de modo a aprimorar a alocação dos usos do solo e das atividades antrópicas (Pelorosso, 2020). Independente da técnica ou do objeto de estudo, o mapeamento evolutivo do estado da arte pode fornecer subsídios importantes para pesquisadores, sociedade e tomadores de decisão.

Assim, o presente trabalho realiza uma análise bibliométrica acerca de pesquisas para apoio à decisão no contexto da presença de incerteza profunda. O escopo do trabalho abrange registros nas últimas três décadas da base *Web of Science*, analisadas com o auxílio da ferramenta computacional *VOSviewer*. A contribuição deste artigo reside em três pontos: primeiro, descrever o desenvolvimento de estudos em incerteza profunda a nível de países/autores. Na sequência, mapear a existência de

redes de colaboração entre diferentes universidades e institutos. Por fim, evidenciar os desafios atuais de investigação, de modo a estimular o debate e apontar novas perspectivas sobre o tema.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A análise bibliométrica é uma técnica de estatística quantitativa utilizada para mapeamento de literatura (de Paula *et. al*, 2022). Os autores destacam a vantagem desta técnica frente a revisões tradicionais que apesar de fornecer relevante panorama instantâneo do avanço epistemológico, não são claras em compreender a evolução temporal ou interpretar os campos emergentes de aplicações. Sob tal aspecto, a bibliometria possibilita preencher essa lacuna, ao incluir toda a literatura técnica no recorte de tempo desejado.

Deste modo, o emprego da técnica consistiu em quatro etapas: 1) Seleção de dados; 2) Extração dos dados bibliométricos; 3) análise bibliométrica de publicações por ano e país; e 4) análise de acoplamento bibliográfico. A Figura 1 apresenta um fluxograma resumido das etapas deste trabalho.



Figura 1 – Fluxograma resumido das etapas do presente trabalho.

Na primeira etapa, as buscas utilizaram o acervo do site Web of Science (WoS), que fornece acesso baseado em assinatura a seis grandes bancos de dados interconectados e bases de dados regionais de diferentes disciplinas acadêmicas em todo o mundo. O WoS foi utilizado pois permite análise de citação mais detalhada do que outras bases como o Scopus (de Paula *et al.*, 2022).

A pesquisa foi realizada no dia 17 de julho de 2022, às 15h05, empregando a palavra-chave “*deep uncertainty*”, para busca no título de um artigo de pesquisa, resumo e nas palavras-chave. Na sequência, é aplicado filtro para restringir os resultados de publicação entre os anos de 1992 a 2022, de modo a resultar em amostra de 484 publicações que atenderam aos critérios selecionados. Estas então são exportadas no formato de texto simples sem formatação, e o arquivo obtido inclui todas as informações bibliográficas, palavras-chave e informações de citação.

Por fim, na terceira etapa, as análises são elaboradas com a versão 1.6.18 do VOSviewer. Para tanto, três mapas são construídos: mapa de co-ocorrência de palavras, coautoria por país e mapa de

cocitação. O mapa de co-ocorrência de palavras foi construído empregando todas as palavras-chave, quer as indicadas pelos autores, quer aquelas acrescentadas pelos periódicos e editoras. Sob estes parâmetros, são localizadas 331 palavras-chave. Destas, são admitidas apenas as que ocorrem duas vezes ou mais, de modo que ao final 72 palavras compõem o mapa. Também foi empregada o método de contagem completa e resolução de cluster de 0,70.

Por sua vez o mapa de cocitação, elaborado para verificar as publicações mais citadas na amostra analisada, é elaborado com os seguintes parâmetros: 2370 referências citadas encontram-se na listagem da amostra selecionada. Destas, são admitidas apenas as que ocorrem três vezes ou mais nas publicações analisadas, de modo que ao final 129 publicações compõem o mapa. Também foi empregada o método de contagem completa e resolução de cluster de 1,00.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Análise de publicações por ano e por país

A amostra obtida indica que 1330 autores de 54 países publicaram 484 artigos. As análises apontam que cerca de 78,51% da produção encontra-se condensada nos últimos seis anos (2016 – 2022). Esta percepção parece sugerir o recente e crescente interesse internacional de pesquisa no tema. Quando considerado os países lusófonos, cinco trabalhos exibem coautores portugueses, e duas publicações registram coautores brasileiros. A Figura 2 exibe a evolução temporal dos dados.

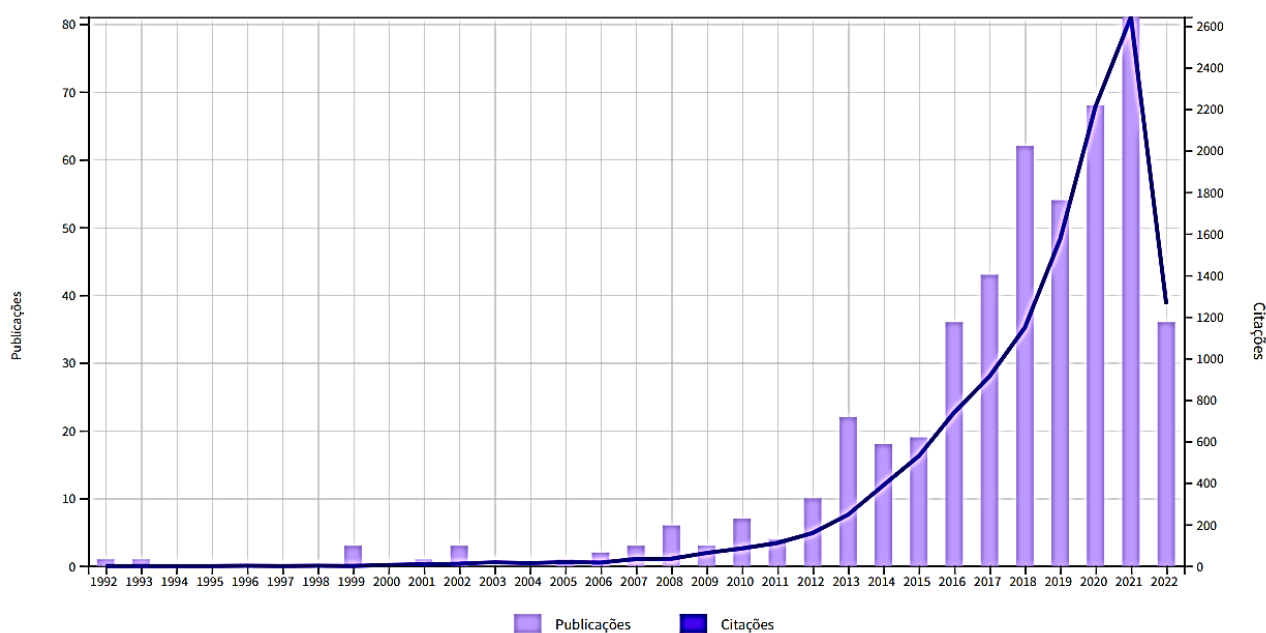


Figura 2 – Contagem de publicações e citações por ano considerado no estudo

A tabela 1 indica os cinco países com maior produção no período. Somados, correspondem a 91% das pesquisas publicadas em periódicos indexados pelo WoS.

Tabela 1 – Países com maior número de publicações no período analisado (1992-2022)

Posição	País	Quantidade de Publicações	% em relação ao total
1º	Estados Unidos	172	35,56%
2º	Países Baixos	92	19,0%
3º	Inglaterra	70	14,46%
4º	Austrália	68	14,05%
5º	China	39	8,06%

A presente análise é complementada com o mapa de coautoria, por país, no período analisado. A Figura 3 ajuda a ilustrar as possíveis redes de colaboração estabelecidas ao longo do tempo. Os resultados concordam com os resultados da tabela 1. Além disto, sugerem que, após o pioneirismo de algumas regiões, como os Países Baixos, Austrália e Inglaterra, indicados em azul, ocorre uma primeira expansão para os Estados Unidos e China, entre 2018 e 2019, e recentemente, parece haver maior interesse pelo tema de incerteza profunda em outras nações, como França, Suécia, Itália e África do Sul, a partir de 2020.

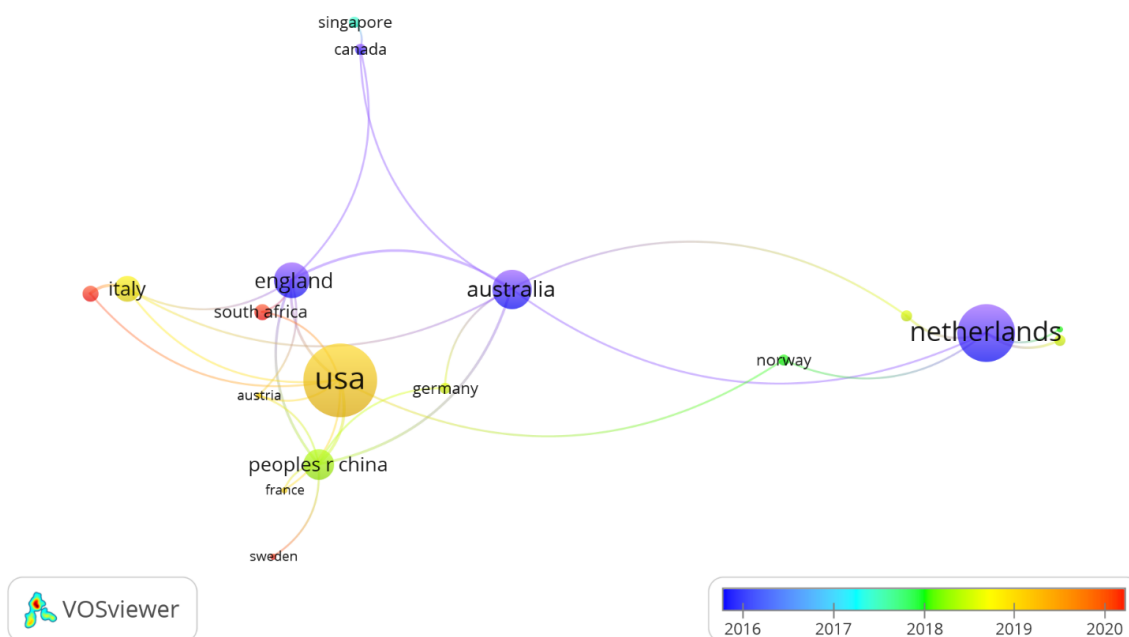


Figura 3 – Redes de colaboração internacional e evolução das publicações por país no período analisado (1992-2022)

### 3.2. Acoplamento Bibliográfico

A Figura 4 aponta o mapa de acoplamento bibliográfico, que indica os autores com maior volume de produção dentro do recorte selecionado, e que serão aqui discutidas. Dentre os cinco clusters delineados pelo VOSViewer, os autores parecem concordar que a análise decisória sob incerteza profunda pode aperfeiçoar análises para melhoria da qualidade de vida nas cidades, independentemente de condições futuras altamente incertas.

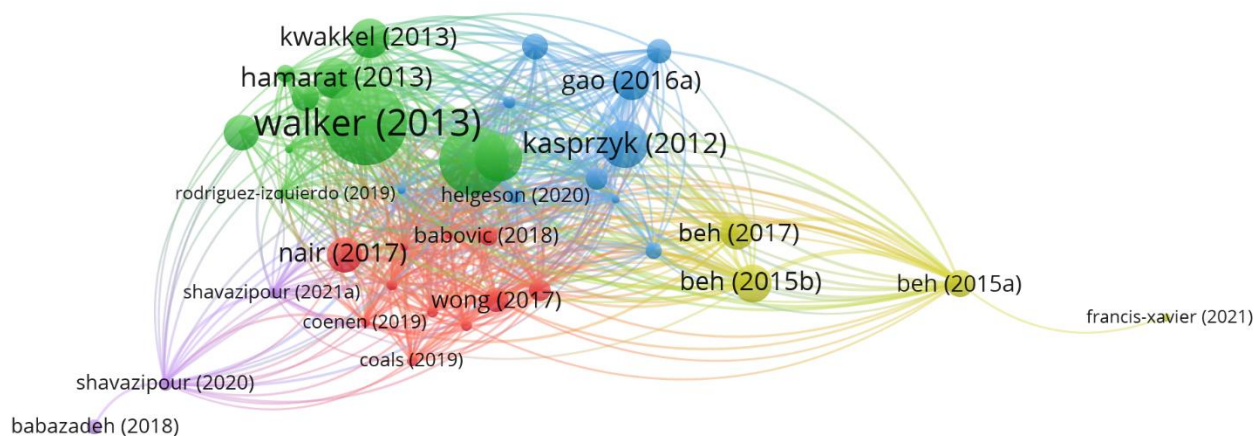


Figura 4 – Mapa de acoplamento bibliográfico no período analisado (1992-2022)

Hu *et al.* (2019) exploram soluções de controle de enchente no distrito comercial de Xangai (China) e evidenciam quatro metodologias de relevância entre os pesquisadores, e sucintamente discutidas a seguir: (1) *Information-Gap* (Ben-Haim, 2004), (2) *Dynamic Adaptive Policy Pathway* (Babovic e Mijic, 2019), (3) *Robust Decision Making* (Workman, 2021) e (4) *Many-Objective Robust Decision Making* (Kasprzyk *et al.*, 2013).

A abordagem dita *Dynamic Adaptive Policy Pathway* enfatiza a adaptação dinâmica no tempo, e especifica um algoritmo semelhante a um mapa das linhas de metrô para o desenvolvimento desses planos (Kwakkel *et al.*, 2016). Destaca-se o trabalho pioneiro de Hassnoot *et al.* (2013) que propõe método simulado na região do delta do Rio Reno, nos Países Baixos, considerando variações futuras de questões sociais, políticas, mudanças tecnológicas, econômicas e climáticas. Este enfoque encontra-se em franco desenvolvimento (Marchau *et al.*, 2019) e têm apresentad êxtio em suas implementações nos Países Baixos (Hasnoot *et al.*, 2013) e em Bangladesh (Kulsum *et al.*, 2021).

Ainda assim, permanecem os desafios na demonstração aos profissionais e formuladores de políticas o valor deste tipo de abordagem. Ela exige uma mudança na mentalidade e na prática,

afastando-se de mais procedimentos de planejamento tradicionais, de modo que são necessárias ferramentas que possam incentivar sua replicação (Marchau *et al.*, 2019). Kulsum *et al.* (2021), em consoante direcionamento, discutem as dificuldades de adaptação sob incerteza profunda dos meios de subsistência de comunidades de agricultores no Delta do Rio Ganges, Bangaldesh.

Babovic *et. al.* (2018) e Babovic *et. al.* (2019), ao simular análise para uma sub-bacia urbana nos arredores de Londres com 9km<sup>2</sup> de área, criticam o paradigma da drenagem urbana de 'prever e otimizar'. Para os autores, esta estratégia tende a permitir a consideração de premissas equivocadas nos projetos. Assim, muitos sistemas de drenagem acabam por desempenhar níveis insuficientes de proteção contra inundações.

Na sequência, Robust Decision Making oferece como resultado um quadro analítico de decisão, baseado no conceito de identificar estratégias robustas sobre uma ampla gama de incertezas, ainda que pouco caracterizadas (Groves e Lempert, 2007). A aplicação começa com a proposição das políticas de ação, que podem ser sugeridas via análise ou extraídas do debate político. A seguir, simulações integradas de computador de avaliação relatam o desempenho das estratégias sobre uma ampla gama de estados futuros plausíveis do mundo (Kwakkel *et al.*, 2016).

Beh *et. al.* (2015) desenvolveram análise para o abastecimento de água em Adelaide, Austrália. No trabalho, os planos de longo prazo são atualizados em intervalos regulares e compensações entre a robustez e flexibilidade das soluções e os objetivos são fixadas no tempo atual ao longo de todo o horizonte de planejamento considerado. Bhave *et al.* (2018) exploram a robustez das opções de adaptação contra futuras incertezas climáticas e socioeconômicas na Bacia do Rio Cauvery, região sudoeste da Índia. Entretanto, pontuam que nos países em desenvolvimento aplicar abordagens para tomada de decisão sob incerteza profunda pode ser desafiador. Em adição, Kwakkel *et al.*, (2016) sugere que a tomada de decisões robusta fornece pouca orientação sobre como a robustez deve ser alcançada.

Todavia, significativa parcela das ferramentas disponíveis demanda frequentemente simulações com centenas ou milhares de cenários distintos. Uma consequência importante é o elevado custo computacional da tarefa (Stanton e Roelich, 2021; Giudici *et al.*, 2020; Lempert, 2019). Neste sentido, Lempert (2019) depreende que este fato pode inviabilizar estudos em diversas localidades; logo, abordagens qualitativas e orientadas para as partes interessadas podem ser campo relevante de pesquisa, bem como a pesquisa sobre a simplificação da análise de robustez (O'Mahony *et al.*, 2018).

Investigações recentes têm focado esta questão, de modo a torná-las menos exigentes do ponto de vista computacional. Walkman *et al.* (2021) propuseram uma abordagem alternativa usando Análise de Decisão Focada em Cenário (SFDA) como métodos que abrangem a tomada de decisão sob profunda incerteza. O trabalho de Giudici *et al.* (2020) propõe novo algoritmo para planejamento robusto, a partir de aprendizagem ativa. A ferramenta permite obter o menor subconjunto de cenários para análise de robustez, de modo a reduzir os requisitos computacionais entre 23% a 84% quando comparados com métodos convencionais de otimização robusta.

Por fim, o Many-Objective Robust Decision Making combina otimizações evolutivas objetivas, tomada de decisão robusta e o uso extensivo de análise visual interativa, a partir das premissas supracitadas e introduzidas na literatura por Kasprzyk *et al.*, (2013). Também permite caracterizar as vulnerabilidades mais importantes para seus sistemas. Neste cenário, Herman *et al.* 2014, e mais recentemente, Bosomworth *et al.* (2017), levantam a necessidade de que a análise de incerteza deva ser apoiada em contextos complexos de múltiplos atores. As diferentes partes interessadas são responsáveis por ações diferentes e têm preferências diferentes. O que é desejável ou robusto para um determinado agente pode não ser robusto para outro, dando origem a conflitos de robustez (Marchau *et al.*, 2019).

Elsawah *et al.* (2020) exemplificam a questão a partir da dificuldade de conciliar a escala de tempo de interesse dos atores envolvidos. O painel de autores sugere que políticos têm interesse em horizonte de tempo de médio prazo (10 ou 20 anos), enquanto as comunidades geralmente visualizam prazo de 1 a 5 anos. No outro extremo, frequentemente pesquisadores desejam analisar horizontes longos, como 50 ou 100 anos. Marchau *et al.* (2019) concordam que pouca atenção tem sido dada a estas questões na concepção de caminhos em estudos atuais. A abordagem deste desafio envolve governança e estudo analítico de políticas, destinado a identificar conflitos de robustez. O surgimento de conflitos de robustez pode estar condicionado a ações específicas, impulsionadas pela mudança das condições, ou ser definido pelas preferências e culturas individuais.



#### 4. CONCLUSÕES

A pesquisa sobre incerteza profunda se configura como um tema emergente no campo de gestão dos recursos hídricos nas cidades. Uma limitação é que a base de dados WoS é focada em publicações de tipos acadêmicos, com registros são distorcidos para revistas de ciência da língua inglesa das principais editoras acadêmicas. Deste modo, a literatura advinda da aplicação técnica quer por governos, organismos internacionais ou mesmo por empresas não aparece nos resultados da análise bibliométrica.

Em paralelo, o estudo aponta direcionamentos do estado da arte, a partir de breve revisão sistemática apoiada na análise bibliométrica desenvolvida acerca do objeto de interesse. A fronteira de conhecimento e lacunas são aqui resumidas como estratégia para fomentar cientistas, educadores, discentes e tomadores de decisão, e possui potencial de alavancar a colaboração científica entre a comunidade acadêmica lusófona.

**AGRADECIMENTOS** – Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas pelo financiamento desta pesquisa.

#### REFERÊNCIAS

BABOVIC, Filip, Mijic, Ana & Madani, Kaveh (2018): Decision making under deep uncertainty for adapting urban drainage systems to change, *Urban Water Journal*, DOI:10.1080/1573062X.2018.1529803

BABOVIC, Filip.; Mijic, A. Economic Evaluation of Adaptation Pathways for an Urban Drain-age System Experiencing Deep Uncertainty. *Water* 2019, 11, 531. <https://doi.org/10.3390/w11030531>

BACH, P. M. et al. A critical review of integrated urban water modelling – Urban drainage and beyond. v. 54, p. 88 – 107, 4 2014. Disponível em: <<https://www-sciencedirect.ez133.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1364815213003216?via%3Dihub>>.

BHAVE, A. G., Declan Conway, Suraje Dessai, David A. Stainforth, Barriers and opportunities for robust decision making approaches to support climate change adaptation in the developing world, *Climate Risk Management*, Volume 14, 2016, Pages 1-10, ISSN 2212-0963, <https://doi.org/10.1016/j.crm.2016.09.004>.

BEAVEN, Keith; HALL, Jim. *Applied Uncertainty Analysis For Flood Risk Management*. Imperial College Press, 2014.Londres, Inglaterra. ISBN 978-1-84816-270-9.

BEH, E. H. Y., H. R. Maier, and G. C. Dandy (2015), Adaptive, multiobjective optimal sequencing approach for urban water supply augmentation under deep uncertainty, *Water Resour. Res.*, 51, 1529–1551, doi:10.1002/2014WR016254.

BIRGANI, Y. T.; YAZDANDOOST, F. An Integrated Framework to Evaluate Resilient Sustainable Urban Drainage Management Plans Using a Combined-adaptive MCDM Technique. v. 32, n. 8, p. 2817 – 2835, 6 2018. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s11269-018-1960-2>>.

BROWN, Casey, Frederick Boltz, Sarah Freeman, Jacqueline Tront, Diego Rodriguez, Resilience by design: A deep uncertainty approach for water systems in a changing world, *Water Security*, Volume 9, 2020, 100051, ISSN 2468-3124, <https://doi.org/10.1016/j.wasec.2019.100051>.

CASAL-CAMPOS, Arturo. Seyed M. K. Sadr, Guangtao Fu, and David Butler. Reliable, Resilient and Sustainable Urban Drainage Systems: An Analysis of Robustness under Deep Uncertainty *Environmental Science & Technology* 2018 52 (16), 9008-9021 DOI: 10.1021/acs.est.8b01193

ELSAWAH, S. Serena H. Hamilton, Anthony J. Jakeman, Dale Rothman, Vanessa Schweizer, Evelina Trutnevyte, Henrik Carlsen, Crystal Drakes, Bob Frame, Baihua Fu, Celine Guivarch, Marjolijn Haasnoot, Eric Kemp-Benedict, Kasper Kok, Hannah Kosow, Mike Ryan, Hedwig van Delden, Scenario processes for socio-environmental systems analysis of futures: A review of recent efforts and a salient research agenda for supporting decision making, *Science of The Total environment*, Volume 729, 2020, 138393, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138393>.

GIUDICI, Federico Andrea Castelletti, Matteo Giuliani, Holger R. Maier, An active learning approach for identifying the smallest subset of informative scenarios for robust planning under deep uncertainty, *Environmental Modelling & Software*, Volume 127, 2020, 104681, ISSN 1364-8152, <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2020.104681>.

GUIVARCH, Céline Robert Lempert, Evelina Trutnevyte, Scenario techniques for energy and environmental research: An overview of recent developments to broaden the capacity to deal with complexity and uncertainty, *Environmental Modelling & Software*, Volume 97, 2017, Pages 201-210, ISSN 1364-8152, <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.07.017>.

HAASNOOT, M., Kwakkel, J. H., Walker, W. E. e ter Maat, J. (2013). “Dynamic adaptive policy pathways: A method for crafting robust decisions for a deeply uncertain world”. In: *Global Environmental Change*, 23(2), 485–498.

HADKA, David. Jonathan Herman, Patrick Reed, Klaus Keller, An open source framework for many-objective robust decision making, *Environmental Modelling & Software*, Volume 74, 2015, Pages 114-129, ISSN 1364-8152

HALLEGATTE, S., Green, C., Nicholls, R. et al. Future flood losses in major coastal cities. *Nature Clim Change* 3, 802–806 (2013). <https://doi.org/10.1038/nclimate1979>

HU, Hengzhi Zhan Tian, Laixiang Sun, Jiahong Wen, Zhuoran Liang, Guangtao Dong, Junguo Liu, Synthesized trade-off analysis of flood control solutions under future deep uncertainty: An application to the central business district of Shanghai, *Water Research*, Volume 166, 2019, 115067, ISSN 0043-1354, <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.115067>.

LIU Jiahong; WeiWei Shao, Chenyao Xiang, Chao Mei, Zejin Li, Uncertainties of urban flood modeling: Influence of parameters for different underlying surfaces, *Environmental Research*, Volume 182, 2020, 108929, ISSN 0013-9351, <https://doi.org/10.1016/j.en-vres.2019.108929>.

MALEKPOUR, Shirin Warren E. Walker, Fjalar J. de Haan, Niki Frantzeskaki, Vincent A.W.J. Marchau, Bridging Decision Making under Deep Uncertainty (DMDU) and Transition Management (TM) to improve strategic planning for sustainable development, *Environmental Science & Policy*, Volume 107, 2020, Pages 158-167, ISSN 1462-9011, <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.03.002>.

MEEGODA, J. N. et al. Implementation of a drainage information, analysis and management system. v. 4, p. 165 – 177, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jtte.2017.03.002>>.

PELOROSSO, Raffaele. Modeling and urban planning: A systematic review of performance-based approaches, *Sustainable Cities and Society*, Volume 52, 2020, 101867, ISSN 2210-6707, <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101867>.

PENNING-ROWSELL E; Korndewal M. The realities of managing uncertainties surrounding pluvial urban flood risk: An ex post analysis in three European cities. *J Flood Risk Management*. 2019; 12:e12467. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12467> of 12 PENNING-ROWSELL AND KORNDREWAL

de Paula, L.B., de La Vega, I., Gil-Lafuente, A.M. (2022). A Bibliometric Review of Decision Models in Uncertainty Between 1990 and 2018. In: Gil-Lafuente, A.M., Boria, J., Torres, A., Merigó, J.M., Kacprzyk, J. (eds) *Computational and Decision Methods in Economics and Business. REDCID 2019. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 388. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-93787-4\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-030-93787-4_13)

SHAVAZIPOUR, B. Jan H. Kwakkel, Kaisa Miettinen, Multi-scenario multi-objective robust optimization under deep uncertainty: A posteriori approach, *Environmental Modelling & Software*, Volume 144, 2021, 105134, ISSN 1364-8152, <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2021.105134>.

SIDDHARTHA Paul, Jayendran Venkateswaran, Designing robust policies under deep uncertainty for mitigating epidemics, *Computers & Industrial Engineering*, Volume 140, 2020, 106221, ISSN 0360-8352, <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106221>.

SOUZA, V. C. B. de; MORAES, L. R. S.; BORJA, P. C. Déficit na drenagem urbana: buscando o entendimento e contribuindo para a definição. v. 1, n. 2, p. 162 – 175, 11 2013. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/gesta/arti-cle/view/7213/6416>>.

SOUZA, V. C. B. de; MORAES, L. R. S.; BORJA, P. C. DÉFICIT NA DRENAGEM URBANA: BUSCANDO O ENTENDIMENTO E CONTRIBUINDO PARA A DEFINIÇÃO. v. 1, n. 2, p. 162 – 175, 11 2013. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/gesta/arti-cle/view/7213/6416>>.

STANTON, M. C. B., Roelich, Katy. Decision making under deep uncertainties: A review of the applicability of methods in practice, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 171, 2021, 120939, ISSN 0040-1625.

SWART R.J, P Raskin, J Robinson, The problem of the future: sustainability science and scenario analysis, *Global Environmental Change*, Volume 14, Issue 2, 2004, Pages 137-146, ISSN 0959-3780, <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2003.10.002>.

TAKARA, K. (2014). Urban flood risks. *Journal of Flood Risk Management*, 7,289–290

TORTAJADA, C. Policy dimensions of development and financing of water infra-structure: The cases of China and India. *Environmental Science & Policy* 64 (2016) 177–187. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2016.07.001>

WORKMAN, Mark. Geoff Darch, Kate Dooley, Guy Lomax, James Maltby, Hector Pollitt, Climate policy decision making in contexts of deep uncertainty - from optimisation to robustness, *Environmental Science & Policy*, Volume 120, 2021, Pages 127-137, ISSN 1462-9011, <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.03.002>.

ZEISL, P. et al. Conceptual Urban Water Balance Model for Water Policy Testing: Na Approach for Large Scale Investigation. v. 10, n. 3, p. 716 –, 3 2018. Disponível em: <http://www.mdpi.com/2071-1050/10/3/716>>.