

# Jogos Sérios e Participação Social na Governança da Água: Evidências e Lacunas sobre Gênero

Ana Mara de Oliveira Figueiredo, Simone Vasconcelos da Silva ,  
Thiago Moreira de Rezende Araújo

<sup>1</sup>Instituto Federal Fluminense (IFF)  
Campos dos Goytacazes – RJ – Brasil

{ana.figueiredo, simonevs, taraujo}@iff.edu.br

**Abstract.** *This article presents a systematic literature review on gamification in participatory water resource management, focusing on sustainability, environmental education, and gender equality. The search (2000–2025), conducted in five international databases, resulted in 42 studies organized into four axes: serious games and collaborative learning; resilience and sanitation; environmental education; and civic participation with a gender perspective. The findings show that simulations and digital platforms foster engagement, collective learning, and decision support. Strong alignment with SDG 6 is observed, but limited integration of SDG 5. The study highlights the strategic role of Computing in developing gamified systems oriented toward water justice, inclusion, and sustainability.*

**Resumo.** *Este artigo apresenta uma revisão sistemática sobre o uso da gamificação na gestão participativa de recursos hídricos, com foco em sustentabilidade, educação ambiental e igualdade de gênero. A busca (2000–2025), realizada em cinco bases internacionais, resultou em 42 estudos organizados em quatro eixos: jogos sérios e aprendizagem colaborativa; resiliência e saneamento; educação ambiental; e participação cidadã com perspectiva de gênero. Os resultados indicam que simulações e plataformas digitais promovem engajamento, aprendizagem coletiva e apoio à decisão. Observa-se alinhamento com o ODS 6, mas baixa incorporação do ODS 5. O estudo aponta que a Computação é estratégica para o desenvolvimento de sistemas gamificados voltados à justiça hídrica, inclusão e sustentabilidade.*

## 1. Introdução

A gestão sustentável dos recursos hídricos constitui um dos principais desafios ambientais contemporâneos, diante do aumento da demanda, da intensificação produtiva e dos impactos das mudanças climáticas sobre a disponibilidade e qualidade da água [Bertholdo et al. 2024]. Nesse contexto, a sustentabilidade hídrica envolve tanto o uso eficiente do recurso, quanto a formação de sujeitos capazes de compreender a complexidade dos sistemas ambientais e participar ativamente de práticas de preservação.

Articulada a esse cenário, a Agenda 2030 estabelece metas voltadas à promoção do equilíbrio socioambiental, destacando o ODS 6, que trata da disponibilidade e gestão sustentável da água. Entretanto, estudos indicam que desigualdades de gênero influenciam o acesso, o uso e a participação nos processos de governança

hídrica, exigindo a incorporação de uma perspectiva alinhada também ao ODS 5 [United Nations Water 2020]. O ODS 5 busca alcançar a igualdade de gênero e ampliar a participação feminina nos espaços de decisão política e social, incluindo os processos de governança hídrica. A integração dessas dimensões é essencial para que ações educativas e políticas ambientais sejam inclusivas e eficazes.

Nesse contexto, a gamificação tem se destacado como estratégia pedagógica capaz de promover engajamento, colaboração e aprendizagem ativa por meio da incorporação de elementos de jogos em processos formativos [Kesamoon and Boonprasurt 2025]. A gamificação utiliza elementos de jogos em contextos não lúdicos para ampliar engajamento e aprendizagem. Já os jogos sérios (*serious games*) são desenvolvidos com finalidades educacionais e de conscientização. No contexto da sustentabilidade, essas abordagens estimulam participação social e reflexão sobre problemas ambientais. Quando aplicada à educação ambiental, pode estimular práticas sustentáveis e ampliar a participação social [Sermet and Demir 2020], inclusive favorecendo a inclusão de grupos historicamente sub-representados [Rusca et al. 2012].

Diante disso, este artigo apresenta uma revisão sistemática da literatura que articula sustentabilidade hídrica, educação ambiental, perspectiva de gênero e estratégias gamificadas. Busca-se identificar tendências, lacunas e abordagens metodológicas, contribuindo para o avanço de práticas interdisciplinares que integrem tecnologia, educação e governança hídrica inclusiva.

## 2. Metodologia

Esta pesquisa consiste em uma revisão sistemática da literatura com abordagem narrativa, conduzida conforme as recomendações de [Kitchenham 2004] e as diretrizes PRISMA [Galvão et al. 2022]. O objetivo foi assegurar rigor metodológico e transparência na identificação, seleção e análise dos estudos.

A pergunta de pesquisa foi estruturada a partir do modelo PEO (*Population, Exposure, Outcome*), variação estrutural aplicada em revisões sistemáticas [Higgins et al. 2019]: (P) mulheres e comunidades com presença feminina significativa; (E) intervenções baseadas em gamificação; (O) resultados relacionados à gestão de recursos hídricos. QP = **Como a gamificação tem sido aplicada na gestão, educação e conscientização sobre recursos hídricos, e de que forma essas iniciativas dialogam com a igualdade de gênero?**

As buscas foram realizadas nas bases *Scopus*, *Web of Science*, *ScienceDirect* (Open Access) e *SpringerLink*, utilizando a seguinte estratégia: ("gamification" OR "game-based learning" OR "serious game\*") AND ("water" OR "water resource\*" OR "water management" OR "WASH" OR "recursos hídricos\*") AND ("women" OR "female\*" OR "gender" OR "women empowerment" OR "mulher\*")

Foram aplicados filtros temporais (2000–2025) e restrição a artigos revisados por pares. Os critérios de inclusão consideraram estudos em inglês ou português que articulassem gamificação, recursos hídricos e/ou gênero. Foram excluídos capítulos de livros, dissertações, resumos, duplicidades e trabalhos sem relação direta com a temática. Realizou-se ainda busca complementar no Portal de Periódicos CAPES.

A triagem ocorreu em duas etapas: leitura de títulos e resumos, seguida de leitura

integral dos textos elegíveis. Ao final do processo, 42 artigos atenderam aos critérios estabelecidos e compuseram o corpus de análise. Os estudos foram examinados quanto ao contexto de aplicação, elementos de design gamificado, relação com os ODS 5 e 6 e impactos educacionais, sociais e ambientais, sendo organizados em categorias temáticas para síntese interpretativa.

### 3. Análise dos Trabalhos por Eixo Temático

A leitura integral dos 42 artigos permitiu organizá-los em quatro eixos: (i) jogos sérios e aprendizagem colaborativa na gestão hídrica; (ii) gamificação e resiliência frente a desastres e saneamento; (iii) educação ambiental e sustentabilidade; e (iv) participação cidadã e igualdade de gênero. Essa categorização evidencia tendências da produção científica e sua interface com aplicações computacionais em desafios socioambientais.

Observa-se predominância do eixo (i), com 20 trabalhos. Em seguida, destacam-se o eixo (iii), com 9 estudos, e o eixo (ii), com 7. O eixo (iv) reúne 6 publicações, indicando menor presença de abordagens voltadas à participação cidadã e à perspectiva de gênero.

Quanto às ferramentas empregadas, predominam jogos sérios e simulações participativas voltadas à modelagem de cenários e apoio à decisão. Plataformas digitais aparecem com frequência em ações educativas, enquanto narrativas, *role-play*, jogos físicos e tecnologias imersivas surgem de forma complementar. Destacam-se ainda sistemas com visualização de dados e *dashboards* interativos, aproximando gamificação e análise de dados para conscientização e gestão colaborativa.

Em relação à Agenda 2030, todos os estudos dialogam com o ODS 6, com articulações frequentes aos ODS 4 e 11 (mais de 70% das publicações), além de conexões com os ODS 12, 13, 5 e, pontualmente, 2. O panorama confirma o caráter interdisciplinar da gamificação na gestão hídrica, mas revela lacunas na incorporação sistemática da perspectiva de gênero e da participação cidadã. Na sequência, os trabalhos são discutidos sinteticamente por eixo temático.

#### 3.1. Jogos sérios e aprendizagem colaborativa na gestão hídrica

Os jogos sérios consolidam-se como estratégias computacionais relevantes para aprendizagem colaborativa e governança participativa da água. Ao simular papéis, conflitos e processos decisórios, favorecem a compreensão das interdependências entre interesses individuais e coletivos, estimulando reflexões sobre sustentabilidade e gestão compartilhada [Onencan et al. 2016a, Ewen and Seibert 2016]. O jogo *Irrigania*, por exemplo, evidencia padrões de cooperação entre usuários e fomenta debates sobre uso racional da água [Seibert and Vis 2012].

Estudos demonstram que jogos e *role-plays* ampliam trocas de conhecimento, empatia e negociação entre *stakeholders*, fortalecendo a aprendizagem social em bacias hidrográficas [Ewen and Seibert 2016, de Kraker et al. 2021, Rusca et al. 2012, Rodela et al. 2019]. Embora a dimensão de gênero nem sempre seja central, há evidências de que o design pode explicitar desigualdades e ampliar a representatividade feminina nos espaços decisórios [Rodela et al. 2019].

Experiências em diferentes contextos, como jogos para gestão de aquíferos na Índia [Meinzen-Dick et al. 2018], simulações digitais de múltiplos riscos, como o *Multi-*

*Hazard Tournament* [Teague et al. 2021], e iniciativas como *River Basin Game* e *Globalization of Water Role Play* [Aubert et al. 2019, Hoekstra 2012], indicam que a combinação entre simulação, *feedback* estruturado e *debriefing* favorece planejamento adaptativo e aprendizagem interdisciplinar.

A incorporação de dados hidrológicos e geoespaciais amplia esse potencial, aproximando gamificação e apoio à decisão em cenários de enchentes, secas e poluição [Sermet et al. 2020, Medema et al. 2019]. No gerenciamento de crises e no saneamento, jogos como *Water Ark*, *H2 Ours*, *Bow River Sim* e *RECLAIM* exploram cenários multicritério e visualizações interativas para promover pensamento sistêmico e cooperação entre estudantes, gestores e comunidades [Huang et al. 2025, Cheng et al. 2019, Tanika et al. 2024, Akhtar et al. 2020, McConville et al. 2023].

Sob a perspectiva conceitual, jogos sérios podem atuar como objetos-limite que integram saberes técnicos e comunitários [Jean et al. 2018], sendo influenciados por fatores psicológicos e situacionais relacionados à percepção de escassez e normas sociais [de Matos et al. 2025]. Quando concebidos de forma inclusiva, constituem espaços de diálogo e potencializam a incorporação de múltiplas perspectivas, inclusive de gênero [Jean-Philippe Venot 2022].

### 3.2. Gamificação e resiliência frente a desastres e saneamento

A gamificação tem sido empregada como estratégia computacional para fortalecer a resiliência comunitária diante de desastres naturais e apoiar processos participativos de saneamento e planejamento urbano baseados em dados. Evidências indicam que recompensas externas, quando utilizadas de forma isolada, possuem efeito limitado na promoção de comportamentos pró-sociais, enquanto fatores como moralidade e motivação intrínseca exercem influência mais significativa na cooperação e solidariedade — dimensões centrais à resiliência social [Kammermann et al. 2024].

Iniciativas participativas ilustram esse potencial. O *framework* CO-SAFE, desenvolvido na Tailândia, integrou jogos colaborativos a modelos hidrológicos computacionais para apoiar o planejamento de evacuação em áreas sujeitas a inundações [Kesamoon and Boonprasurt 2025]. Por meio de *workshops* interativos, promoveu coordenação entre voluntários, lideranças locais e demais *stakeholders*, evidenciando a importância da comunicação horizontal e do engajamento ativo. De forma convergente, [Toyoda and Tanwattana 2023] demonstram que jogos gamificados podem incorporar conhecimentos tradicionais e ampliar a participação de grupos historicamente sub-representados, como mulheres, fortalecendo a aprendizagem social.

No campo da educação para riscos climáticos, no Taiti, uma solução gamificada possibilitou que moradores assimilassem o conceito de resiliência antes, durante e após inundações marítimas [Heinzlef et al. 2024]. Jogos baseados em localização, como o MAFURIKO, no Quênia, estimularam colaboração e desenvolvimento de competências socioemocionais relevantes para o enfrentamento de enchentes [Onencan et al. 2016b]. Ambientes imersivos em realidade virtual também apresentaram ganhos em conhecimento e autoeficácia relacionados à evacuação urbana, evidenciando o potencial de simulações digitais para reduzir a distância entre abstrações técnicas e experiências vivenciadas [D’Amico et al. 2023].

Abordagens híbridas, como a modelagem urbana gamificada com peças de Lego,

permitem explorar interdependências entre indicadores socioeconômicos e ambientais, favorecendo pensamento sistêmico e experimentação de soluções para cidades sustentáveis [Monechi et al. 2021]. Mesmo diante da complexidade não linear dos sistemas urbanos, participantes demonstraram capacidade de adaptação estratégica e compreensão integrada dos impactos de suas decisões.

### 3.3. Educação ambiental e sustentabilidade com foco em gamificação

Na educação ambiental, a gamificação tem sido utilizada para tornar tangíveis conceitos sobre água, clima e sustentabilidade, articulando ludicidade, dados e interação social. O engajamento está associado às mecânicas adotadas e à sua conexão com motivações intrínsecas. Elementos como narrativa e *feedback* fortalecem autonomia, competência e pertencimento, ampliando o envolvimento em ações sustentáveis [Lan and Song 2025]. De modo complementar, [Köcher et al. 2025] destacam que estratégias gamificadas podem apoiar a gestão e a conscientização sobre recursos hídricos, promovendo mudanças comportamentais quando sensíveis a contextos culturais e sociais.

A integração entre visualização de dados e gamificação também se mostra promissora. Ferramentas baseadas em medidores inteligentes, combinadas a desafios, recompensas e plataformas sociais, têm incentivado a redução do consumo de água e energia [Fraternali et al. 2019]. Tais abordagens evidenciam o potencial da Computação na coleta, processamento e apresentação de dados em tempo real para estimular decisões mais conscientes.

Em contextos escolares, evidências empíricas indicam ganhos cognitivos e comportamentais. O jogo sério *H2OeduK* elevou o conhecimento sobre o ciclo urbano da água entre crianças de 10 a 11 anos, sem diferenças significativas entre gêneros [Garcia et al. 2025]. Já o programa BLUTUBE, que combinou jogos de tabuleiro, atividades urbanas e campanhas fotográficas, promoveu economia de água, mas revelou variações de resposta relacionadas a gênero, reforçando a necessidade de *designs* sensíveis à diversidade [Paolo and Pizziol 2024]. A participação familiar também se mostrou fator relevante para a internalização e manutenção de hábitos sustentáveis [Ricoy and Sánchez-Martínez 2022].

Projetos em larga escala ampliam esse alcance. A plataforma GAIA demonstrou que ambientes digitais gamificados podem fomentar conscientização ambiental e eficiência energética em escolas [Mylonas et al. 2023]. De forma semelhante, o jogo *Ant Forest* evidenciou que credibilidade institucional, motivação social e reconhecimento simbólico sustentam o engajamento prolongado em ações ecológicas [Wu et al. 2025].

### 3.4. Participação cidadã e igualdade de gênero na gestão de recursos

A articulação entre jogos, gamificação e participação cidadã apresenta potencial para democratizar a governança da água, ao promover coprodução de conhecimento e diálogo entre técnicos, gestores e comunidades. Jogos sérios podem funcionar como espaços estruturados de experimentação de políticas públicas, reduzindo hierarquias comunicacionais e ampliando a deliberação coletiva [Buheji 2019]. Para a área de Computação, isso implica projetar sistemas interativos que favoreçam transparência, mediação de conflitos, rastreabilidade de decisões e inclusão de múltiplas perspectivas nos processos participativos.

Entretanto, a revisão evidencia que a dimensão de gênero ainda é pouco explorada de forma sistemática nos *designs* dessas soluções. Quando considerada, ressalta-se a necessidade de abordagens acessíveis, sensíveis a perfis diversos e atentas às dinâmicas locais de poder [Koroleva and Novak 2020, Akhtar et al. 2020]. Assim, a gamificação pode contribuir para a igualdade de gênero na gestão hídrica, desde que concebida de modo inclusivo e alinhada às desigualdades estruturais que atravessam o acesso à informação e à tomada de decisão [Buheji 2019].

Abordagens recentes ampliam esse escopo ao incorporar narrativas colaborativas como estratégia de engajamento. O uso de *storyworlds* participativos para comunicação de riscos ambientais conecta saberes técnicos a experiências locais, fortalecendo representatividade e legitimidade nos processos decisórios [Pederick et al. 2025]. Evidências empíricas indicam ainda que a inclusão explícita de perspectivas de gênero amplia o impacto das intervenções: em contextos como o da Índia, a liderança feminina esteve associada a maior adoção de práticas sustentáveis e engajamento comunitário [Steimanis et al. 2025], enquanto estratégias gamificadas sensíveis ao gênero mostraram-se eficazes para promover equidade e empoderamento [Bravo et al. 2025].

A incorporação de dimensões afetivas também emerge como caminho promissor. Intervenções baseadas em empatia afetiva, intersubjetividade e engajamento multisensorial demonstram potencial para combater discriminação e promover ambientes mais inclusivos [Guthridge et al. 2023]. Esses elementos podem inspirar o *design* de sistemas gamificados orientados à ampliação do impacto social na gestão participativa da água.

Por fim, análises sobre processos deliberativos em políticas públicas evidenciam barreiras e potencialidades da participação cidadã, destacando a importância de metodologias estruturadas, transparentes e sensíveis às diversidades sociais e de gênero [Correia et al. 2023]. Tais achados reforçam que iniciativas gamificadas, quando fundamentadas em princípios de inclusão, corresponsabilidade e equidade, podem fortalecer representação, legitimidade e governança democrática na gestão dos recursos hídricos.

### 3.5. Síntese e Lacunas Identificadas

Retomando a questão de pesquisa QP, a análise dos 42 estudos indica que a gamificação tem sido empregada predominantemente como instrumento de engajamento, aprendizagem e comunicação. Jogos sérios, simulações participativas e plataformas digitais destacam-se por fortalecer a governança colaborativa, desenvolver competências socioambientais e ampliar a conscientização sobre o uso sustentável da água.

Contudo, persistem lacunas relevantes quanto à incorporação sistemática de gênero, inclusão social e justiça hídrica. São raros os estudos que analisam de forma estruturada como sistemas gamificados podem contribuir para reduzir desigualdades ou valorizar o papel das mulheres na gestão da água, especialmente em contextos nos quais assumem responsabilidades diretas no manejo doméstico e comunitário. Tal ausência torna-se ainda mais crítica diante da maior exposição feminina a cenários de escassez, seca e desastres.

Eventos climáticos extremos recentes no contexto brasileiro evidenciam que vulnerabilidade hídrica e vulnerabilidade social constituem dimensões interdependentes. As metas 5.5 e 5.a do ODS 5, bem como 6.2 e 6.b do ODS 6 [United Nations Water 2020], reforçam a necessidade de participação plena das mulheres nos espaços decisórios e nos

processos de gestão comunitária da água. Nesse contexto, abordagens gamificadas podem ser redesenhadas para incorporar princípios de empatia, cooperação e cuidado, reconhecendo mulheres e grupos sub-representados como agentes centrais da governança hídrica.

A realização da COP30 no Brasil em 2025 intensifica a urgência de soluções tecnológicas alinhadas à adaptação climática e à transição justa. Os resultados desta revisão sugerem que, embora a gamificação já demonstre efetividade na educação ambiental e na aprendizagem colaborativa, ainda há espaço para avanços consistentes na promoção de equidade e justiça socioambiental. Para a área de Computação, isso implica desenvolver sistemas interativos que integrem inovação tecnológica, representatividade e métricas claras de impacto social.

Em síntese, a principal lacuna identificada não se limita à ausência da perspectiva de gênero, mas aponta para a necessidade de um paradigma de gamificação orientado à justiça hídrica, no qual a água seja compreendida como elemento de vida, dignidade e equidade. Tal perspectiva, alinhada aos ODS e às agendas internacionais, abre caminhos para pesquisas interdisciplinares que articulem ciência, tecnologia e transformação social em direção a uma gestão hídrica mais inclusiva, resiliente e sustentável.

#### 4. Considerações Finais

Esta revisão evidenciou o potencial da gamificação para promover engajamento e participação na gestão dos recursos hídricos. As iniciativas analisadas demonstram capacidade de integrar tecnologia, aprendizagem e cooperação entre múltiplos atores, contribuindo para práticas mais sustentáveis.

Entretanto, persiste lacuna na incorporação sistemática da dimensão de gênero no *design* e na avaliação das soluções, limitando seu potencial transformador. Embora haja alinhamento com os ODS 5 e 6, tal convergência depende de abordagens efetivamente inclusivas e contextualizadas.

Para a área de Computação, os resultados indicam a necessidade de desenvolver sistemas gamificados orientados a impacto social, com métricas que contemplem equidade e sustentabilidade. O avanço nesse campo requer integração entre inovação tecnológica e compromisso socioambiental.

#### Referências

- Akhtar, M. K., de la Chevrotière, C., Tanzeeba, S., Tang, T., and Grover, P. (2020). A serious gaming tool: Bow river sim for communicating integrated water resources management. *Journal of Hydroinformatics*, 22(3):491–509.
- Aubert, A. H., Medema, W., and Wals, A. E. (2019). Towards a framework for designing and assessing game-based approaches for sustainable water governance. *Water*, 11(4):869.
- Bertholdo, L. et al. (2024). Mineração de dados de qualidade de Água para agrupamento de pontos de amostragem usados no monitoramento de recursos hídricos. In *Anais do Workshop de Computação Aplicada à Gestão do Meio Ambiente e Recursos Naturais (WCAMA)*. Sociedade Brasileira de Computação.
- Bravo, R. Z. B., Cunha, L. R. A., Cardoso, B., Sarges, B., Barros, C., Rodrigues, V., and Leiras, A. (2025). Using a systems thinking approach to assess the complex interplay

- between sustainable development goals, climate change, and humanitarian operations. *Sustainability Science*, pages 1–26.
- Buheji, M. (2019). Re-inventing public services using gamification approaches. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 9(6):48–59.
- Cheng, P.-H., Yeh, T.-K., Tsai, J.-C., Lin, C.-R., and Chang, C.-Y. (2019). Development of an issue-situation-based board game: A systemic learning environment for water resource adaptation education. *Sustainability*, 11(5):1341.
- Correia, D., Feio, J. E., Marques, J., and Teixeira, L. (2023). Participatory methodology guidelines to promote citizens participation in decision-making: Evidence based on a portuguese case study. *Cities*, 135:104213.
- de Kraker, J., Offermans, A., and van der Wal, M. M. (2021). Game-based social learning for socially sustainable water management. *Sustainability*, 13:4646.
- de Matos, C. A., Luppi, L., and Veiga, R. T. (2025). Assessing the intention-behavior gap in the pro-environmental behavior context: a longitudinal study about water conservation. *Journal of Cleaner Production*, 524:146499.
- D’Amico, A., Bernardini, G., Lovreglio, R., and Quagliarini, E. (2023). A non-immersive virtual reality serious game application for flood safety training. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 96:103940.
- Ewen, T. and Seibert, J. (2016). Learning about water resource sharing through game play. *Hydrology and Earth System Sciences*, 20:4079–4091.
- Fraternali, P., Cellina, F., Herrera Gonzales, S. L., Melenhorst, M., Novak, J., Pasini, C., Rottondi, C., and Rizzoli, A. E. (2019). Visualizing and gamifying consumption data for resource saving: challenges, lessons learnt and a research agenda for the future. *Energy Informatics*, 2(Suppl 1):22.
- Galvão, T. F., Tiguman, G. M. B., and Sarkis-Onofre, R. (2022). The prisma 2020 statement in portuguese: updated recommendations for reporting systematic reviews.
- Garcia, X., Domene, E., Goenaga, X., Rodriguez-Benitez, A., Satorras, M., Acuña, V., Martínez-Ruiz, A., Boada, I., and Corominas, L. (2025). Evaluating the effectiveness of a serious game to educate children about the urban water cycle. *British Journal of Educational Technology*.
- Guthridge, M., Penovic, T., Kirkman, M., and Giummarra, M. J. (2023). The role of affective empathy in eliminating discrimination against women: a conceptual proposition. *Human Rights Review*, 24:433–456.
- Heinzlef, C., Lamaury, Y., and Serre, D. (2024). Improving climate change resilience knowledge through a gaming approach: Application to marine submersion in the city of punaauiá, tahiti. *Environmental Advances*, 15:100467.
- Higgins, J. P., Thomas, J., Chandler, J., Cumpston, M., Li, T., Page, M. J., and Welch, V. A., editors (2019). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. John Wiley & Sons, Chichester, 2 edition.
- Hoekstra, A. Y. (2012). Computer-supported games and role plays in teaching water management. *Hydrology and earth system sciences*, 16(8):2985–2994.

- Huang, J., Ashcraft, C. M., and Mo, W. (2025). Gamifying water crisis management: A serious game for drinking water contamination emergency response. *PloS one*, 20(4):e0321210.
- Jean, S. et al. (2018). Serious games as a catalyst for boundary crossing, collaboration and learning in water resource management. *Journal of Environmental Management*, 223:1010–1022.
- Jean-Philippe Venot, Casper Bruun Jensen, E. D. W. D. (2022). Mosaic glimpses: Serious games, generous constraints, and sustainable futures in kandal, cambodia. *World Development*, 151:105779.
- Kammermann, B., Türkay, S., Johnson, D., and Tobin, S. J. (2024). Do videogame rewards influence players' subsequent prosocial engagement? a preregistered partial replication study on the role of reward and reasoning. *International Journal of Human-Computer Studies*, 181:103143.
- Kesamoon, C. and Boonprasurt, P. (2025). Enhancing local flood resilience: A participatory simulation-game framework for evacuation planning in thailand. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 130:105848.
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele Univ.*, 33.
- Köcher, S., Alkire, L., Köcher, S., Myrden, S., and O'Connor, G. E. (2025). Consumers' climate change engagement: Conceptualization, scale development, and assessment. *Journal of Business Research*, 199:115568.
- Koroleva, K. and Novak, J. (2020). How to engage with sustainability issues we rarely experience? a gamification model for collective awareness platforms in water-related sustainability. *Sustainability*, 12(7):712.
- Lan, X. and Song, B. (2025). The more, the merrier? investigating the distinct and interaction effects of gamification mechanics in corporate sustainability engagement. *Journal of Business Research*, 199:115513.
- McConville, J. R., Billger, M., Niwagaba, C. B., and Kain, J.-H. (2023). Assessing the potential to use serious gaming in planning processes for sanitation designed for resource recovery. *Environmental Science & Policy*, 145:262–274.
- Medema, W., Mayer, I., Adamowski, J., Wals, A. E., and Chew, C. (2019). The potential of serious games to solve water problems: Editorial to the special issue on game-based approaches to sustainable water governance.
- Meinzen-Dick, R., Janssen, M. A., Kandikuppa, S., Chaturvedi, R., Rao, K., and Theis, S. (2018). Playing games to save water: Collective action games for groundwater management in andhra pradesh, india. *World Development*, 107:40–53.
- Monechi, B., Ubaldi, E., Gravino, P., Chabay, I., and Loreto, V. (2021). Finding successful strategies in a complex urban sustainability game. *Scientific Reports*, 11:15765.
- Mylonas, G., Hofstaetter, J., Giannakos, M., Friedl, A., and Koulouris, P. (2023). Playful interventions for sustainability awareness in educational environments: A longitudinal, large-scale study in three countries. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 35:100562.

- Onencan, A., de Walle, B. V., Enserink, B., Chelang'a, J., and Kulei, F. (2016a). Weshareit game: Strategic foresight for climate-change induced disaster risk reduction. *Procedia Engineering*, 159:307–315.
- Onencan, A., Kortmann, R., Kulei, F., and Enserin, B. (2016b). Mafuriko: Design of nzoia basin location based flood game. *Procedia engineering*, 159:133–140.
- Paolo, R. D. and Pizziol, V. (2024). Gamification and sustainable water use: The case of the blutube educational program. *Simulation Gaming*, 55(3):391–417.
- Pederick, B. T., Potter, M., Cooperrider, H., Icarus, S., Luckman, D., Dahl, R., Elliot, M., Cave, T., Tampake, J., and Bryan, B. A. (2025). Participatory storyworld building for unlocking climate adaptation. *Global Environmental Change*, 95:103054.
- Ricoy, M.-C. and Sánchez-Martínez, C. (2022). Raising ecological awareness and digital literacy in primary school children through gamification. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3):1149.
- Rodela, R., Ligtenberg, A., and Bosma, R. (2019). Conceptualizing serious games as a learning-based intervention in the context of natural resources and environmental governance. *Water*, 11:245.
- Rusca, M., Heun, J., and Schwartz, K. (2012). Water management simulation games and the construction of knowledge. *Hydrology and Earth System Sciences*, 16:2749–2757.
- Seibert, J. and Vis, T. (2012). Irrigania – a web-based game about sharing water resources. *Hydrology and Earth System Sciences*, 16:2795–2809.
- Sermet, Y. and Demir, I. (2020). Towards an information-centric flood management and forecasting framework. *Environmental Modelling & Software*, 127:104655.
- Sermet, Y., Demir, I., and Muste, M. (2020). A serious gaming framework for decision support on hydrological hazards. *Science of The Total Environment*, 728:138895.
- Steimanis, I., Falk, T., Bartels, L., Duche, V., and Vollan, B. (2025). The role of women in learning games and water management outcomes. *PNAS Nexus*, 4:pgaf243.
- Tanika, L., Sari, R. R., Hakim, A. L., Van Noordwijk, M., Peña-Claros, M., Leimona, B., Purwanto, E., and Speelman, E. N. (2024). The h 2 ours game to explore water use, resources and sustainability: connecting issues in two landscapes in indonesia. volume 28, pages 3807–3835. Copernicus Publications Göttingen, Germany.
- Teague, A., Sermet, Y., Demir, I., and Muste, M. (2021). A collaborative serious game for water resources planning and hazard mitigation. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 53:101977.
- Toyoda, Y. and Tanwattana, P. (2023). Extracting local disaster knowledge using gamification to promote community resilience: A case study in flood-prone community in thailand. *Progress in Disaster Science*, 20:100294.
- United Nations Water (2020). Gender, water and equality: Advancing the 2030 agenda. Technical report, UN Water.
- Wu, H., Huang, M., and Tao, Y. (2025). The factors influencing user loyalty in virtual green games: An empirical study based on ant forest. *Sustainable Futures*, 10:101009.