

POLÍTICA DE ECONOMIA CIRCULAR DA ÁGUA E REUSO: MODELOS E PROPOSTAS

Emerson Sousa Lopes
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

José Irivaldo Alves de Oliveira Silva
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

1) Introdução

As práticas de reutilização da água na sociedade são milenares Santos *et al.*, (2020). Os aspectos legais e ambientais sobre o reuso de água no mundo não é um fator recente, mas com as mudanças climáticas o assunto ganhou maior repercussão global, envolvendo educação ambiental, novos arranjos institucionais, tecnologias para recuperação de águas residuais e economia circular para o uso racional dos recursos hídricos.

Portanto, este trabalho faz entender que os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS6) da ONU são ações de gestão sustentável da água e do saneamento estabelecidas pela agenda 2030, um objetivo difícil de ser alcançado (Silva, 2023). Assim, a problemática do reuso no semiárido nasce do seguinte questionamento: é possível institucionalizar uma política de reuso da água especificamente no âmbito socioambiental e jurídico? As verificações das experiências inseridas neste texto buscam responder esse questionamento.

Para além do problema em questão, a justificativa do estudo se baseia na necessidade de adaptação climática mediante a escassez hídrica, principalmente em municípios de médio porte em regiões áridas e semiáridas. A relevância do tema concerne na preocupação global com a escassez hídrica, imposta pelas mudanças do climáticas e pelo crescimento demográfico e que requer alternativas sustentáveis Santos *et al.*, (2024).

No entanto, a governança institucional, legal, social e econômica do reuso tem se tornado cada vez mais complexa. Partindo desses pressupostos, o artigo identificou fatores relevantes de tecnologia, economia circular e medidas regulatórias para o reuso sustentável da

água, incluindo o fator social de educação, consciência e aceitação Santos *et al.*, (2024). Assim, um plano de ação de economia circular é fundamental para a expansão da reutilização de águas recuperadas, ressaltado por Ballesteros Olza *et al.*, (2022).

Com base nas experiências de países, incluindo o Brasil, como Espanha, Portugal, Itália, Israel, Arábia Saudita, Singapura e China. Por fim, a estrutura da pesquisa compreende a seguinte sequência: introdução, metodologia, resultados e discussões e considerações finais.

2) Objetivo Geral e Específicos

O objetivo geral da pesquisa é realizar uma análise da importância da construção de uma gestão e governança do reuso de água baseada em uma ideia de economia circular em um contexto de mudanças climáticas.

Os objetivos específicos são: realizar um levantamento bibliográfico acerca do reuso de água para diversos fins; Mapear as experiências nacionais e internacionais existentes e que podem ser aplicadas ao semiárido; Mapear e estudar os instrumentos jurídicos de gestão e governança que possam ser replicados no semiárido brasileiro, inclusive considerar experiências internacionais e analisar a importância e o potencial do reuso para a bacia hidrográfica do Rio Paraíba.

3) Metodologia

A metodologia adotada para o desenvolvimento da pesquisa consiste na realização de um estudo sistematizado, com base no “estado da arte”, a partir de aspectos exploratórios e de revisão da literatura. Tendo como base o plano de trabalho apresentado, o método para o desenvolvimento da pesquisa acadêmica tem como principal foco a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba e será desenvolvida em quatro etapas sequenciais.

A primeira etapa consiste na realização de um levantamento bibliográfico sobre reuso de água para diversos fins, com o objetivo de construir o estado da arte do tema. A segunda etapa envolve o estudo dos instrumentos jurídicos que governam as práticas de reuso, considerando apontamentos internacionais, por meio da verificação de experiências e análise jurídica. Na terceira etapa, verificou-se experiências nacionais e internacionais existentes para a possibilidade de replicação no semiárido, realizando uma análise socioambiental e jurídica.

Por fim, a quarta etapa analisa a importância e os protocolos de reuso específicos para a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba em toda sua extensão, integrando uma pesquisa bibliográfica, documental e o acompanhamento das discussões do Conselho de Bacia Hidrográfica para consolidar as propostas do estudo.

Para a busca de periódicos e amostragens em banco de dados, foram utilizadas duas métricas no *Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal* (LATINDEX). Na primeira utilizou-se as palavras-chave “*reutilización del agua*”, obtendo um total de 2 artigos, de 2 instituição de ensino superior, na segunda métrica foram utilizadas as palavras-chave “*economía circular*” obtendo um total de 115 artigos de 48 instituições de ensino.

Na base de dados do Portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) foi realizada busca de periódicos indexados na plataforma Scopus, obtendo um total de 102 artigos (mais citados e relevantes) com os descritores “*water reuse AND circular economy*”.

Por fim, no banco de dados da *Scientific Eletronic Library Online* (SCIELO), foram encontrados um total de 24 documentos com utilização do descritor (“*economia circular OR reuso da água*”) *AND* (“*reuso da água*”).

Para além das bases de dados citadas realizou-se pesquisa documental de instituições públicas e privadas para mapear informações pertinentes a gestão e governança de recursos hídricos sustentáveis, bem como a regulamentação normativa para identificar lacunas das áreas de conhecimento e tendências para a produção científica que podem ser aproveitadas para a construção política no semiárido brasileiro.

4) Resultados e Discussões

Com base na análise comparativa de práticas de reutilização de águas residuais dos países citados neste trabalho, verifica-se uma ampla variação nos índices de reaproveitamento, influenciada principalmente pelo desenvolvimento tecnológico e marco regulatório, além de parcerias para a gestão estratégica de recursos naturais.

Os quadros apresentados adiante corroboram para um maior entendimento dos resultados dessa discussão, com dados sobre tecnologias, regulamentação, aplicação do reuso e a porcentagem de reaproveitamento da água.

Quadro 1 – Experiências Internacionais do reuso de água em diferentes países.

País	Tecnologias	Regulamentação	Aplicações do Reuso	% de Reutilização
Espanha	Ultrafiltração por Membrana e Osmose Reversa	Diretiva 91/271/UE (desde 1991)	Irrigação, Áreas Turísticas e Industriais (Não potável)	13%
Itália	Osmose Reversa, Filtragem e Desinfecção UV	Diretiva 91/271/UE	Agricultura, Irrigação, Industrial e Consumo Humano (Potável)	4% a 5%
Portugal	Dessalinização, Radiação e Ultrafiltração por Osmose Rev.	Decreto-Lei nº 119/2019 e Diretiva 91/271/UE	Reuso Não Potável para diversos fins	1,2%
Arábia Saudita	Dessalinização e Biorreator de Membrana Anaeróbica (AnMBR)	Regulamentação própria desde 1991	Agricultura, Irrigação e Produção de Alimentos (Potável)	59%
Israel	Osmose Reversa, Irrigação por Gotejamento e Biofiltração	Regulamentação própria (desde 1959, atualizada 2010)	Agricultura e Irrigação (Potável)	90% (do esgoto é tratado)
Cingapura	Microfiltração, Osmose Reversa e Desinfecção UV	Clean Water Policy (metas integradas)	Potável e Não Potável para todos os fins	40% (proj. 55% em 2060)
China	Dessalinização, Desinfecção Biológica e Osmose Reversa	Implementação específica a partir de 2008	Industrialização e Agricultura	20%

Fonte: Adaptado – IRDA, (2023) e Lima *et al* (2018).

No Oriente Médio global o Estado de Israel destaca-se como caso de maior sucesso, reutilizando aproximadamente 90% do seu efluente tratado, majoritariamente para agricultura, mediante tecnologias avançadas (e.g., osmose reversa) e um sólido marco legal próprio (Silva, 2023). A Arábia Saudita enfrenta escassez hídrica extrema (Almulhim; Al-Said, 2023). Segundo a *Saudi Water Authority* o país apresenta o segundo maior índice com 59% de reutilização e tratamento de esgoto, utilizando dessalinização e tratamentos avançados para fins agrícolas e potáveis, sob uma regulamentação específica (SWA, 2024).

Entre os países europeus, a Espanha lidera com 13% de reuso (e.g., ultrafiltração e osmose reversa), principalmente para irrigação e usos industriais (Crespo-Barnabé *et al.*, 2022), seguindo a Diretiva 91/271 de 1991 da União Europeia. A Itália, signatária do bloco econômico europeu, também adotou a mesma Diretiva (91/271), com uma taxa entre 4% e 5%, possui um potencial subaproveitado, utilizando tecnologias similares, mas com aplicação diversificada, incluindo consumo humano potável. Portugal, com 1,2%, começa a estruturar sua política com o Decreto-Lei n 119/2019, mas vale lembrar que embora o país atualizou norma regulatória para o reuso, também aderiu as diretrizes da EU.

No cenário asiático, Cingapura é um exemplo de planejamento integrado (*Clean Water Policy*), reutilizando 40% de suas águas com projeção de alcançar 55% até 2060 (Lima *et al.*, 2018), empregando microfiltração e osmose reversa para fins potáveis e não potáveis. A China, com um índice de 20%, prioriza o reuso para industrialização e agricultura (Santos *et al.*, 2024), com um marco de implementação recente (Garcia; Weins, 2022).

No que diz respeito a reutilização de águas residuais em estados brasileiros, observa-se um cenário emergente e diversificado, onde a regulamentação e as tecnologias aplicadas variam conforme as necessidades e realidades locais. Segundo o Instituto Reuso da Água – IRDA (2023) a maioria dos estados, como Ceará, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Distrito Federal, Rio Grande do Sul e Paraná, direciona o efluente tratado predominantemente para agricultura e irrigação de forma não potável. As tecnologias mais comuns incluem sistemas de lodo ativado, reatores anaeróbios (UASB), reatores de batelada sequencial (RBS) e métodos de desinfecção como cloração e radiação UV.

Quadro 2 - Experiências nacionais de reuso de água no Brasil

Estado	Tecnologias	Regulamentação	Aplicação do Reuso
Bahia	Lodo Ativado, Cloração, Radiação UV, Ultrafiltração, Osmose Reversa	Resolução CONERH n° 75/2010	Industrial (Não Potável)
Ceará	Cloração, Radiação UV, Osmose Reversa	Resolução COEMA n° 02/2017	Industrial e Agrícola (Não Potável)
Minas Gerais	Reatores UASB, Wetlands, ETES, Círculos de Bananeiras	Deliberação Normativa CERH n° 65/2020	Agricultura e Irrigação (Não Potável)
Mato Grosso do Sul	Reatores UASB, Reatores de Batelada Sequencial (RBS), ETES, Círculos de Bananeiras	Resolução CERH/MS n° 72/2022	Agricultura e Irrigação (Não Potável)

Distrito Federal	Reatores UASB, Reatores de Batelada Sequencial (RBS), Tanques de Evapotranspiração	Resolução nº 005/2022	Agricultura e Irrigação (Não Potável)
Rio Grande do Sul	Lodos Ativados, Eletroflotação, Reatores Anaeróbios, Filtros Biológicos, RBS	Resolução CONSEMA nº 419/2020	Agricultura e Irrigação (Não Potável)
São Paulo	Cloração, Radiação UV, Carvão Ativado, Tecnologias Eletroquímicas	Resolução Conjunta SES/SIMA nº 01/2020	Industrial e Urbano (Potável)
Paraná	Reatores UASB, Reatores de Batelada Sequencial (RBS)	Resolução CERH nº 122/2023	Agricultura e Irrigação (Não Potável)

Fonte: Adaptado – IRDA. (2023).

O estado de São Paulo se destaca por possuir a regulamentação mais abrangente, permitindo o reuso potável para fins urbanos, utilizando tecnologias avançadas como carvão ativado e processos eletroquímicos, conforme a Resolução Conjunta SES/SIMA nº 01/2020. A Bahia, por sua vez, aplica o reuso principalmente para fins industriais, com base na Resolução CONERH nº 75/2010, empregando desde tratamentos convencionais até métodos mais avançados (e.g., ultrafiltração e osmose reversa).

Nota-se que as recentes atualizações dos marcos regulatórios, como as resoluções publicadas a partir de 2020, indica um esforço crescente para institucionalizar a prática. Contudo, as aplicações permanecem majoritariamente restritas a usos não potáveis, com exceção de São Paulo.

A adoção de tecnologias naturais, como *Wetlands* (zonas húmidas) e círculos de bananeiras em estados como Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, revela uma adaptação às realidades regionais e uma busca por soluções de menor custo.

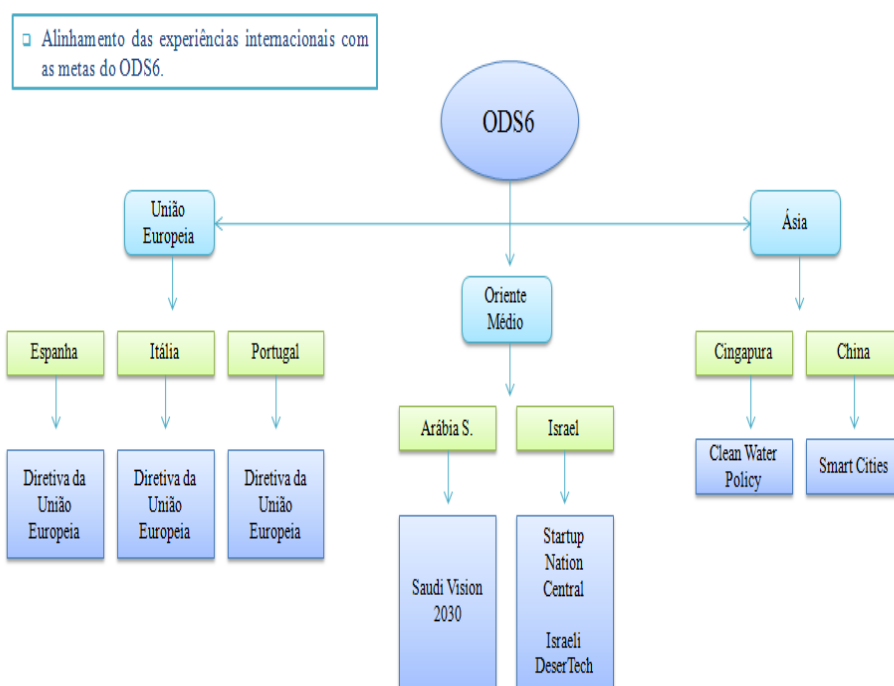
Portanto, o Brasil apresenta um panorama fragmentado de reuso de água, mas com evolução regulatória recente e tendência de expansão, sendo fundamental a troca de experiências entre os estados para consolidar a prática como estratégia de segurança hídrica.

O Brasil, diferente dos países da Europa, Ásia e Oriente Médio, abordados como exemplo de avanços no reuso, caminha a passos lentos no que tange aos objetivos de metas globais da ONU para a preservação dos recursos hídricos. Além dos entraves que reverberam em barreiras político-ideológicas, o país também tem déficit de programas que objetivam a conscientização educacional socioambiental nas mais variadas instituições e organismos sociais. Para Crespo-Barnabé e Lahora (2022) talvez para o desenvolvimento regional e local do

reuso de águas a aceitação da sociedade seja uma das razões para a restrição ao acesso à água reciclada.

As experiências verificadas neste estudo apontam que os países em questão estão mais alinhados ao ODS6, portanto ratifica-se que a implementação de política para o reuso é exequível em regiões áridas semiáridas, como nos casos, principalmente de parte do território da Espanha, Israel e Reino da Arábia Saudita.

Figura 1 – Alinhamento dos países com o ODS6.



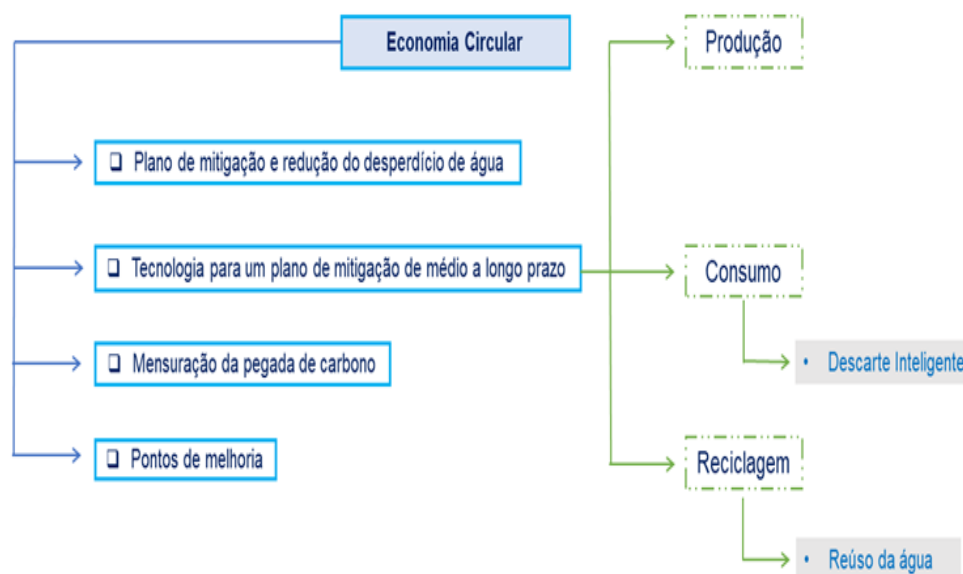
Fonte: Elaborado pelos autores, (2025).

Embora os países da EU avancem na gestão de saneamento, chegando a quase 100% da cobertura universal no atendimento a população, a Ásia e o Oriente Médio, estão mais alinhados as metas de desenvolvimento sustentável de governança hídrica.

Enquanto a Europa se destaca na cooperação entre países para unificação regulatória, países como Israel, Arábia Saudita e Cingapura investem pesadamente em conjunto de metas integradas, nacionalização de planejamento para o reuso e sólidas parcerias público-privadas para o avanço tecnológico no tratamento de águas residuais. Isso mostra a importância do atrelamento do poder do estatal na concessão de serviços públicos, de forma eficaz e eficiente.

Esses achados da pesquisa evidenciam que “os métodos lineares de produção e consumo são insustentáveis para o planeta” (Hodkinson *et al.*, 2018, p.3). Partido deste apontamento é evidente que um planejamento integrado para a gestão hídrica através da economia circular possibilita implementação de política de governança da água de forma sustentável, com tecnologia e inovação no planejamento estratégico.

Figura 2 – Planejamento Integrado para o reuso através da economia circular



Hodinkson *et al.*, (2023).

Nesse sentido, a economia circular tem como objetivo transformar a forma como usamos a matéria, buscando separar o crescimento econômico da necessidade de desperdiçar cada vez mais o recurso natural (Hodkinson *et al.*, 2018). Para tanto é fundamental um plano de redução da escassez hídrica com ações socioambientais e jurídicas por meio de um plano estratégico para a implementação e avaliação da política do reuso de água.

5) Referências

ALMULHIM, A. I; AL-SAIDI, M. “Circular economy and the resource nexus: Rea-lignment and progress towards sustainable development in Saudi Arabia” *Environmental Development*, Volume 46, June 2023, 100851. p.1-7. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.envdev.2023.100851>

Acesso em: 26 set. 2025.

BALLESTEROS-OLZA, M et al. “Using reclaimed water to cope with water scarcity an alternative for agricultural irrigation in Spain”. *ResearchGate* , 2022. p. 2-4. Disponível em: DOI:10.1088/1748-9326/aca3bb

Acesso em: 26 set. 2025.

BERNABÉ-CRESPO, M. B et al. “A Examining the implementation of potable water reuse in sewersheds of Southeastern Spain”. *UrbanWaterJournal*.v. 19. 2022 p. 630-635. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/1573062X.2022.2069043>

Acesso em: 26 set. 2025.

GARCIA, J. R; WEINS, N. W. “Economia Política da água na China e no Brasil: Algumas Reflexões”. *ResearchGate*. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* Vol. 35, No. 2: 1-19, 2022. p. 6-8. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/359634832_Economia_Politica_da_agua_na_China_e_no_Brasil_Algumas_Reflexoes

Acesso em: 27 set. 2025.

HODINKSON, G *et al.* *World Economic Forum*. “Circular Economy in Cities Evolving the Model for a Sustainable Urban Future”. 2018. Disponível em:

https://www3.weforum.org/docs/White_paper_Circular_Economy_in_Cities_report_2018.pdf

Acesso em: 08 set. 2025.

INSTITUTO REUSO DE ÁGUA – IRDA. “Reuso de Águas no Brasil: um pouco da história e perspectivas futuras” Lisboa, Portugal, 2022. Disponível em: <https://reusodeagua.org/reuso-de-agua/>

Acesso em: 26 set. 2025.



LIMA, M. A. M et al. “Análise Prática dos Aspectos Legais das Principais Plantas de Reuso Potável de Água no Mundo”. 18.º ENASB/18.º SILUBESA, Instituto Reúso de Água (IRDA). Porto, Portugal. 10-12 outubro 2018. p. 2-4. Disponível em:

<https://reusodeagua.org/nossosartigoscientificos/>

Acesso em: 26 set. 2025.

SANTOS, A. S. P et al. “A technical–scientific content management system on water reuse as an environmental education tool: the experience of a Portugal/Brazil partnership”. IWA Publishing. v. 24. p.3. Disponível em: <https://doi.org/10.2166/ws.2024.214>

Acesso em: 26 set. 2025.

SANTOS, A. S. P et al. “Uma perspectiva para a aceitação do reúso da água: histórico da valorização das águas residuais ao longo do desenvolvimento da sociedade”. ScieloBrazil. Política da Água Vol. 26. p. 337-343. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-4152202020180201>

Acesso em: 26 set. 2025.

SILVA, J. I. A. O. “Governança Comparada da Água”. Veredas do Direito. Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável. v. 20. Belo Horizonte – MG, 2023. p. 3-4. Disponível em: <https://doi.org/10.18623/rvd.v20.2105>

Acesso em: 26 set. 2025.

SWA. Saudi WaterAuthority. Estratégia da Autoridade Saudita de Águas. Reino da Arábia Saudita, 2025. Disponível em: <https://www.swa.gov.sa/en/>

Acesso em: 27 set. 2025.