CURSO O FUTURO DA ÁGUA

Perspectivas do reúso para um Brasil mais sustentável

Nome do grupo	*Grupo 2 - Reúso Agrícola e Industrial: Potencial Produtivo e Ganhos de Eficiência para o Brasil*
Integrantes	*Adriana Monteiro Souza Campos* *Bárbara Góes Ventura* *Marilângela da Silva Sobrinho* *Victor Cittadino*
Data de início	*01/08/2026 — Módulo 1*
Recorte do grupo	*Reúso Agrícola e Industrial*

1. Introdução

Historicamente concebida como um bem infinito e de livre acesso, a água transita hoje para o status de ativo crítico, impulsionada pela crescente escassez que subverte a percepção de abundância (Carvalho et al., 2023; Han et al., 2024). Esta reconfiguração conceitual posiciona a gestão hídrica no cerne da geopolítica contemporânea, onde a capacidade de garantir seu suprimento dita a competitividade industrial e a soberania alimentar dos Estados (Battaleme, 2020; Wolkmer; Pimmel, 2013).

No contexto brasileiro, embora o país detenha uma das maiores reservas de água doce do mundo, a distribuição desse patrimônio é profundamente desigual entre as regiões, com a oferta local frequentemente desalinhada do crescimento contínuo da demanda (Galvão Jr.; Custódio; Duarte, 2018). Esse gargalo estrutural é agravado pela intensificação das mudanças climáticas, pela expansão urbana e pelo avanço das atividades econômicas — fatores que elevam a pressão sobre os mananciais e exigem modelos de gestão cada vez mais eficientes (UNESCO, 2023).

Entre os setores mais afetados por essa vulnerabilidade, destacam-se a agricultura e a indústria: a primeira responde por 50% do consumo de água no país e desempenha papel vital na segurança alimentar, enquanto o setor industrial consome cerca de 10% do total disponível (ANA, 2025). Diante dessa forte dependência e do risco de escassez, torna-se imperativo adotar soluções que elevem a eficiência do uso hídrico sem comprometer a produtividade nacional.

Paralelamente a esse desafio de consumo, o país enfrenta um gargalo sanitário crítico: cerca de metade do esgoto gerado ainda não recebe tratamento adequado (SNIS; Instituto Trata Brasil, 2024). Paradoxalmente, esse cenário de déficit revela uma oportunidade estratégica para a ampliação do reúso de água. Mais do que uma medida mitigadora de impactos ambientais e de saúde pública, o aproveitamento de efluentes tratados surge como uma nova fonte de abastecimento para finalidades não potáveis, permitindo transformar um passivo ambiental em vetor de eficiência, redução de custos operacionais, resiliência hídrica e economia circular (CNI, 2022; Vilanova et al., 2025).

A viabilidade dessa abordagem é respaldada por pesquisas de instituições como a Embrapa (Macedo, 2026; Miyazaki, 2021), a Confederação Nacional da Indústria (CNI) e universidades brasileiras, que evidenciam o elevado potencial do país para expandir o reúso agrícola e industrial, principalmente as áreas predispostas ao estresse hídrico e próximas a polos produtivos, que possam realizar o reúso na irrigação e na produção agrícola. (BRAGA; LIMA, 2014). A CNI aponta o potencial do uso de efluentes tratados para abastecimento industrial e para a redução da pressão sobre fontes convencionais de água (CNI, 2020).

Com base nesse panorama, este artigo tem como objetivo discutir o potencial do reúso agrícola e industrial como estratégia para promover ganhos de eficiência e ampliar a capacidade produtiva no Brasil, posicionando essa prática como uma ferramenta chave para a gestão sustentável e estratégica dos recursos hídricos.

2. Desenvolvimento

2.1 Segurança hídrica e a necessidade do reúso

A disponibilidade hídrica é um dos fatores que mais influenciam o desenvolvimento das atividades agrícolas e industriais. Com o aumento nos eventos climáticos extremos, como secas prolongadas e mudanças no regime de chuvas, a gestão da água se torna um dos principais desafios para o desenvolvimento sustentável (SEABRA, 2018). Diante dessa nova realidade, a segurança hídrica passou a ser compreendida como a capacidade de garantir a disponibilidade da água em quantidade e qualidade adequadas para atender às necessidades da população, atividades econômicas, preservação de ecossistemas e resiliência a eventos extremos, como secas e inundações (UN, 2013). Para manter essa estrutura se faz necessário à implementação, planejamento, infraestrutura, gestão eficiente e adoção de tecnologias capazes de reduzir desperdícios e ampliar a oferta por meio de fontes alternativas.

Nesse contexto, o reúso de água deixa de ser apenas uma solução empregada apenas em períodos de escassez e passa a integrar as estratégias de gestão dos recursos hídricos. A utilização de efluentes tratados reduz a pressão sobre mananciais superficiais e subterrâneos, permitindo que a água potável seja empregada para usos prioritários, aumentando a resiliência dos sistemas produtivos diante das incertezas climáticas. Além dos benefícios ambientais,

o reúso representa uma oportunidade para otimizar processos, reduzir custos operacionais e ampliar a eficiência no uso da água, especialmente em atividades que demandam grandes volumes, como a irrigação e os processos industriais (Gomes; Schmidt, 2024)

O reúso de água já é praticado em diversos países, principalmente em regiões com baixa disponibilidade hídrica, como Israel. A experiência internacional demonstra que o investimento em infraestrutura de tratamento, monitoramento da qualidade da água e regulamentação adequada permite reutilizar a água de forma segura, mesmo em cenários de restrição hídrica (Rich et al., 2023). No Brasil, embora essa prática ainda esteja em processo de expansão, estudos apontam um elevado potencial de crescimento, especialmente considerando a ampliação da coleta e do tratamento de esgoto (BRASIL, 2025).

2.2 Reúso agrícola: potencial produtivo e sustentabilidade

A agricultura é uma das atividades econômicas que mais dependem da disponibilidade hídrica. A irrigação desempenha papel fundamental na produção de alimentos, principalmente em regiões onde a distribuição das chuvas é irregular ou insuficiente para atender às necessidades das culturas. Nesse cenário, o reúso de água surge como uma alternativa capaz de complementar as fontes convencionais de abastecimento, contribuindo para a continuidade da produção e para o uso mais eficiente dos recursos hídricos.

A utilização de efluentes tratados na agricultura vem sendo adotada em diversos países e demonstra que, quando realizada de acordo com critérios técnicos e sanitários, pode atender às demandas de irrigação sem comprometer a produtividade das culturas ou a qualidade ambiental. Além de reduzir a captação de água potável, essa prática favorece a conservação dos mananciais e amplia a segurança hídrica das propriedades rurais. (Rich et al., 2023)

Outro aspecto relevante é que o reúso agrícola está diretamente relacionado aos princípios da economia circular. A água residuária tratada deixa de ser considerada apenas um resíduo e passa a ser incorporada novamente ao ciclo produtivo, agregando valor a um recurso que anteriormente seria descartado. Essa água pode apresentar nutrientes, como fósforo, nitrogênio e potássio, que podem complementar a adubação tradicional das culturas, reduzindo o consumo de fertilizantes químicos, contribuindo para a eficiência do sistema produtivo e redução de custos. (Braga; Lima, 2014)

Entretanto, a adoção do reúso deve estar associada ao planejamento e ao monitoramento contínuo da qualidade da água, do solo e das culturas. A implementação de Boas Práticas Agrícolas, o manejo adequado do solo, o controle da erosão e o acompanhamento de indicadores ambientais são medidas essenciais para garantir a segurança da prática, preservando a produtividade e minimizando possíveis impactos ambientais. (Gomes et al., 2006)

Além das práticas conservacionistas, o avanço das geotecnologias e da agricultura de precisão tem ampliado a capacidade de monitoramento e controle de áreas irrigadas, simplificando o acompanhamento de indicadores relacionados à qualidade ambiental. Essas ferramentas contribuem para o planejamento das atividades agrícolas, aumentando a eficiência no uso da água e tornando os sistemas produtivos mais resilientes frente às mudanças climáticas. (Buschinelli, 2006)

Israel, referência mundial em gestão hídrica, reutiliza grande parte dos efluentes tratados na irrigação agrícola, permitindo manter elevados índices de produção mesmo em condições de escassez de água. (BRAGA; LIMA, 2014) Essa experiência evidencia que investimentos em infraestrutura, tecnologia, monitoramento e regulamentação podem transformar o reúso em um componente estratégico para a segurança alimentar e para o desenvolvimento sustentável.

2.3 Reúso industrial: eficiência operacional e economia circular

A indústria está entre os setores que mais utilizam água em seus processos produtivos. Esse recurso é empregado para diversos fins, a depender da tipologia do empreendimento, como em sistemas de resfriamento, geração de vapor, lavagem de equipamentos, processos químicos e fabricação de produtos. O crescimento da demanda por água, aliado aos períodos de escassez hídrica registrados em diversas regiões do país, tem levado as empresas a buscar alternativas que garantam maior segurança no abastecimento e reduzam a dependência das fontes convencionais.

Nesse contexto, o reúso de água vem se consolidando como uma solução capaz de aumentar a eficiência operacional e contribuir para a sustentabilidade das atividades industriais. A utilização de efluentes tratados em aplicações que

não exigem água potável reduz a captação de recursos hídricos naturais, diminui os custos relacionados ao consumo de água e fortalece a resiliência das indústrias frente às oscilações de disponibilidade hídrica.

Estudos da Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2017) demonstram que o Brasil possui elevado potencial para ampliar o reúso industrial, principalmente em regiões com infraestrutura de coleta e tratamento de esgoto próxima aos polos industriais. Além dos benefícios ambientais, a adoção dessa prática contribui para reduzir riscos de interrupção da produção em períodos de restrição hídrica, aumentar a competitividade das empresas e estimular investimentos em tecnologias voltadas ao tratamento e monitoramento da qualidade da água.

A expansão do reúso industrial também depende do fortalecimento das políticas públicas, da ampliação da infraestrutura de saneamento e da regulação, com a criação de critérios técnicos que assegurem a qualidade da água de reúso para cada tipo de aplicação. Com esses avanços, a prática tende a ocupar posição cada vez mais estratégica no planejamento industrial brasileiro, conciliando desenvolvimento econômico, conservação dos recursos hídricos e eficiência produtiva.

2.4 Desafios para ampliação do reúso no Brasil

Apesar dos avanços tecnológicos e do crescente reconhecimento da importância do reúso de água, sua utilização ainda enfrenta diversos desafios no Brasil. Entre eles destacam-se a necessidade de ampliação da infraestrutura de coleta e tratamento de esgoto, a consolidação de políticas públicas específicas, a lacuna regulatória e a ampliação dos investimentos em sistemas de tratamento capazes de produzir água com qualidade adequada para diferentes usos.

Nesse contexto normativo, o arcabouço brasileiro caracteriza-se pela fragmentação normativa, heterogeneidade de critérios e ausência de padrões nacionais uniformes de qualidade da água de reúso para diversas modalidades e setores industriais, transferindo parte significativa da definição dos requisitos aos estados e aos órgãos ambientais.

Outro fator que limita a expansão da prática é a necessidade de monitoramento contínuo da qualidade da água de reúso. A utilização segura desse recurso depende da realização de análises físico-químicas e microbiológicas, garantindo que a água atenda aos padrões normativos estabelecidos para cada aplicação, seja na agricultura ou na indústria. Esse controle é fundamental para a proteção da saúde pública, preservação do meio ambiente e garantia a confiabilidade nos sistemas de reúso.

Na agricultura, o emprego do reúso também exige a implementação de Boas Práticas Agrícolas, incluindo o manejo adequado do solo, o controle da erosão, a escolha correta dos métodos de irrigação e o acompanhamento da qualidade das culturas produzidas. Essas medidas reduzem riscos ambientais e de contaminação, favorecendo a conservação dos recursos naturais e a produtividade das áreas irrigadas.

Além dos aspectos técnicos, ainda existem desafios relacionados à percepção da sociedade sobre a água de reúso. Em muitos casos, o desconhecimento sobre os processos de tratamento e os padrões de qualidade adotados gera resistência à utilização dessa alternativa. Portanto, ações de educação ambiental, divulgação científica e transparência na gestão dos sistemas de reúso são essenciais para ampliar a aceitação da população e dos setores produtivos.

Outro desafio está relacionado à integração entre os setores de saneamento, agricultura, indústria e gestão de recursos hídricos. A expansão do reúso depende de planejamento conjunto, investimentos em infraestrutura e articulação entre instituições públicas e privadas, permitindo que o efluente tratado seja incorporado de forma segura e eficiente aos processos produtivos. Nesse contexto, o fortalecimento do saneamento básico desempenha papel estratégico, uma vez que a ampliação da coleta e do tratamento de esgoto aumenta diretamente a disponibilidade de água para reúso.

3. Perspectivas

A expansão do reúso de água no Brasil já apresenta iniciativas que demonstram sua viabilidade técnica, econômica e ambiental. Embora essa prática ainda esteja em processo de consolidação, projetos desenvolvidos em diferentes

regiões do país evidenciam que a utilização de efluentes tratados pode contribuir para aumentar a segurança hídrica, reduzir a pressão sobre os mananciais e fortalecer a eficiência dos setores produtivos (Braga; Lima, 2014)

Um dos principais exemplos é a parceria entre a Aegea e a Petrobras para o fornecimento de água de reúso ao Complexo de Energias Boaventura, no estado do Rio de Janeiro. O projeto utiliza efluentes tratados provenientes da Estação de Tratamento de Esgoto de São Gonçalo, que passam por etapas complementares de tratamento até atender aos padrões exigidos para uso industrial. Além de reduzir a utilização de água potável em processos produtivos, a iniciativa demonstra como o saneamento pode gerar novas oportunidades para o desenvolvimento econômico, promovendo a integração entre infraestrutura, indústria e sustentabilidade. (AEGEA, 2026)

No cenário internacional, países como Israel demonstram que o reúso de água pode desempenhar papel estratégico na segurança hídrica e na produção de diversos setores da economia. A adoção de políticas públicas, investimentos em tecnologia e planejamento integrado permitiu ampliar significativamente a utilização de água de reúso, contribuindo para o desenvolvimento humano mesmo em regiões com elevada escassez hídrica.

Para o Brasil, as perspectivas são favoráveis. A ampliação da cobertura de coleta e tratamento de esgoto, aliada ao avanço das tecnologias de tratamento, da agricultura de precisão e dos sistemas inteligentes de monitoramento, tende a aumentar a disponibilidade de água de reúso para diferentes aplicações. Paralelamente, o fortalecimento da regulamentação e das políticas públicas poderá proporcionar maior segurança jurídica para novos investimentos, incentivando a adoção dessa prática em larga escala.

4. Conclusão

O reúso de água representa uma alternativa estratégica para ampliar a eficiência no uso dos recursos hídricos e fortalecer a segurança hídrica no Brasil. Ao longo deste trabalho, observou-se que sua aplicação nos setores agrícola e industrial pode contribuir para a redução da pressão sobre os mananciais, o aumento da produtividade, a otimização dos processos produtivos e a promoção de práticas alinhadas à sustentabilidade e à economia circular. Entretanto, sua expansão ainda depende de investimentos em infraestrutura de saneamento, da criação de regulamentações específicas, do monitoramento contínuo da qualidade da água e da integração entre os diferentes setores envolvidos.

Além dos ganhos diretos, a ampliação do reúso estimula investimentos em infraestrutura, inovação tecnológica e sistemas de monitoramento da qualidade da água. Essas iniciativas fortalecem a gestão dos recursos hídricos e ampliam a capacidade do país de enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas e pelo crescimento da demanda. Dessa forma, o reúso deixa de ser apenas uma alternativa técnica e passa a integrar uma estratégia de desenvolvimento sustentável, capaz de promover maior eficiência produtiva, segurança hídrica e competitividade para o Brasil. Nesse contexto, o fortalecimento de políticas públicas, aliado ao investimento em tecnologias e inovação, é fundamental para ampliar sua utilização de forma segura, contribuindo para o desenvolvimento sustentável, a competitividade dos setores produtivos e o crescimento econômico do Brasil.

5. Referências

AEGEA. Reúso: Aegea avança em projeto no antigo COMPERJ. 5 maio 2026. Disponível em: Saneamento Ambiental*. Acesso em: 11 ago. 2026.*

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2025: relatório síntese. Brasília: ANA, 2026. 55 p.

Battaleme, J. (2020). A água está na dinâmica dos recursos naturais estratégicos em um mundo volátil, incerto, complexo e ambíguo. Relaciones Internacionais, 45, 91–105. Disponível em: https://doi.org/10.15366/relacionesinternacionales2020.45.004. Acesso em: 11 ago. 2026.

BRASIL. Análise de Impacto Regulatório sobre o reúso de efluentes de estações de tratamento de esgoto para usos não potáveis. Brasília: Superintendência de Regulação de Saneamento Básico (SSB), Coordenação de Regulação de Água e Esgoto (COAES/SSB/ANA) 2025. 129 p. Disponível em: https://participacao-social.ana.gov.br/api/files/RAIR%20%20REUSO%20FINAL%2012_12_25-1766516031534.pdf. Acesso em: 11 ago. 2026.

BRAGA, Marcos Brandão; LIMA, Carlos Eduardo Pacheco (Ed.). Reúso de água na agricultura. Brasília, DF: Embrapa, 2014.

BUSCHINELLI, Cláudio César de Almeida. Geotecnologias como ferramentas de apoio à certificação da qualidade no campo: noções gerais. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. (Documentos, 48).

Carvalho, ECCD, Nunes, AT de S., Rodrigues, JB, & Mouchrek, AN (2023). Uso da água na produção de alimentos e na segurança dos alimentos. Cuadernos de Educación y Desarrollo, 15 (4), 3918–3925. Disponível em: https://doi.org/10.55905/cuadv15n4-050. Acesso em: 11 ago. 2026.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). Reúso de efluentes: metodologia para análise do potencial do uso de efluentes tratados para abastecimento industrial. Brasília, DF: CNI, 2017.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). Segurança hídrica para a indústria: uso eficiente da água no Brasil. Brasília, DF: CNI, [2026].. Disponível em: https://cni.portaldaindustria.com.br/atuacao/meio-ambiente-e-sustentabilidade/seguranca-hidrica?utm_source=chatgpt.com . Acesso em: 1 set. 2026.
CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). Estudo sobre o impacto econômico dos investimentos de reúso de efluentes tratados de esgoto para o setor industrial. Brasília: CNI, 2020. Disponível em: https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2020/10/estudo-sobre-o-impacto-economico-dos-investimentos-de-reuso-de-efluentes-tratados-de-esgoto-para-o-setor-industrial/. Acesso em: 11 ago. 2026.

DE MACEDO, M. B.; SILVA, A. F. Avaliação de impactos socioeconômico e ambiental da adoção de tecnologias integradas em área experimental da Embrapa Semiárido. 2025. Disponível em: https://www.sidalc.net/search/Record/dig-alice-doc-1185573/Description. Acesso em 04 set.2026.

EMBRAPA. O Aquífero Guarani no contexto das mudanças climáticas globais. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2011.

EMBRAPA. Para refletir: água – sem ela seremos o planeta Marte de amanhã. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2011.

EMBRAPA. Só valorizamos o que nos falta: água. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2014.

EMBRAPA. Uso agrícola das áreas de recarga do Aquífero Guarani. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999.

EMBRAPA SOJA. Impacto da geopolítica global no agro brasileiro abre debate em seminário sobre mercado de soja. Londrina, 2026. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/146292083/impacto-da-geopolitica-global-no-agro-brasileiro-abre-debate-em-seminario-sobre-mercado-de-soja. Acesso em: 5 ago. 2026.

GALVÃO JR., A.C; CUSTÓDIO, A.M.B.; DUARTE, C.S. Acesso à água nas regiões Norte e Nordeste do Brasil: desafios e perspectivas. Instituto Trata Brasil. Reinfra Consultoria.2018.187f. Disponível em: <http://tratabrasil.org.br/images/estudos/acesso-agua/tratabrasil_relatorio_v3_A.pdf>. Acesso em: 1 set. 2026.

GOMES, Carla; SCHMIDT, Luísa. B-WaterSmart: desafios e perspetivas para uma nova governança da água. In: CARDOSO GONÇALVES, Jorge (coord.). Academia da Água - a construir o futuro. Lisboa: APRH, 2024. p. 137-140. ISBN 978-989-8509-38-3. Disponível em: https://www.ics.ulisboa.pt/projeto/B-WaterSmart. Acesso em: 11 ago. 2026.

GOMES, Marco Antonio Ferreira et al. Boas práticas agrícolas para as áreas de nascentes do Rio Araguaia-GO/MT: controle de processos erosivos e aplicação otimizada de defensivos agrícolas. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. (Comunicado Técnico, 38).

Han, X., Boota, MW, Soomro, S., Ali, S., Soomro, SGH, Soomro, N.-E., Soomro, MHAA, Soomro, AR, Batool, S., Bai, Y., Shi, X., Guo, J., Li, Y., Hu, C., & Tayyab, M. (2024). Estratégias e gestão da água: caminhos atuais para o uso sustentável da água. Ciência Aplicada da Água, 14 (7). https://doi.org/10.1007/s13201-024-02214-2.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Ranking do Saneamento 2024. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2024.

MIYAZAKI, Caroline Kimie. ***Avaliação de risco em sistemas unifamiliares: o caso da fossa séptica biodigestora da Embrapa****. 2021. Tese de Doutorado. Disponível em:* https://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=585889&tipoMidia=0*. Acesso em 04 set.2026*

RICH, Drew et al. A review of water reuse applications and effluent standards in response to water scarcity. Water Security, v. 20, p. 100154, 2023. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2468312423000226. Acesso em: 11 ago. 2026.

SEABRA, M. A. O direito fundamental de acesso à água e a necessidade de aprimoramento da normatização do reuso e do aproveitamento no meio urbano: os aspectos socioambientais na sociedade hiperconsumista.2018.147f. Dissertação (Mestrado em Direito) – Universidade Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2018. Disponível em: < https://repositorio.ucs.br/items/0913386e-8ddc-4dab-9f79-c85e8cfc4008 >. Acesso em:04 set.2026.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). Diagnóstico Temático: Serviços de Água e Esgotos. Brasília: Ministério das Cidades, 2023. Ano de referência: 2022.

UN. UNITED NATIONS. What is water security? Infographic. New York: UN, 8 May 2013. Disponível em: https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2017/05/unwater_poster_Oct2013.pdf.

UNESCO; UN-WATER. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2023: parcerias e cooperação para a água. Paris: UNESCO, 2023. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000384657_por. Acesso em: 11 ago. 2026.

VILANOVA, Daniel Rodrigo Bernardes et al. Saneamento básico e tecnologias ecológicas no Brasil: Desafios, soluções sustentàveis e perspectivas de economia circular. Revista Geociências, v. 24, n. 1, p. 2, 2025. Disponível em: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10530831. Acesso em: em: 11 ago. 2026.

Wolkmer, M. de FS e Pimmel, NF (2013). Política Nacional de Recursos Hídricos: governança da água e cidadania ambiental. Seqüência estudos jurídicos e políticos, 165–198. https://doi.org/10.5007/2177-7055.2013v34n67p165.