

REVISTA

SABERES DA AMAZÔNIA

CIÊNCIAS JURÍDICAS, HUMANAS E SOCIAIS



VOL. 5 | N. 10

Janeiro-Julho 2020 | ISSN: 2448-0576

SUSTENTABILIDADE DAS ÁGUAS: UM APORTE A PARTIR DA ECONOMIA CIRCULAR

WATER SUSTAINABILITY: A CONTRIBUTION TO THE CIRCULAR ECONOMY

Francine Cansi¹
Paulo Márcio Cruz²

RESUMO

A adoção de uma abordagem de economia circular para a gestão das águas superficiais e/ou subterrâneas, permite que o setor global concernente aos recursos hídricos alcance suprimentos de água seguros e sustentáveis e de qualidade para o futuro. A economia circular surgiu como uma ferramenta e estrutura que alinha os resultados econômicos e ambientais. Diante disso, o presente estudo busca compreender a forma de reutilização da água de uma perspectiva da economia circular e investiga oportunidades e riscos para a reutilização da água com a transição para

essa economia. Utilizou-se o método de investigação indutivo; na fase de tratamento dos dados, o cartesiano, e, no relatório, ou seja, emprega-se o método dedutivo-indutivo. O argumento econômico ao serem aplicados ao gerenciamento das águas subterrâneas ajudará a superar qualquer desconexão entre sua destinação e impactos negativos ao meio ambiente. Assim todo o sistema circular para reciclar e reutilizar a água, a abordagem circular na economia possibilita um futuro sustentável.

Palavras-chave: Águas subterrâneas. Economia circular da água. Sustentabilidade dos recursos hídricos.

ABSTRACT

The adoption of a circular economy approach to the management of surface and / or groundwater allows the global water sector to achieve safe and sustainable and quality water supplies for the future. The circular economy emerged as a tool and structure that aligns economic and environmental results. Given this, the present study seeks to understand how to reuse water from a circular economy perspective and investigates opportunities and risks for reusing water with the transition to that economy. The inductive investigation method was used; in the data processing phase, the Cartesian, and in the

1 Doutoranda em Ciência Jurídica Univali/SC e Doctoranda en Agua y Desarrollo Sostenible del Instituto Universitario del Agua y de las Ciencias Ambientales (IUACA), Universidade de Alicante/ Espanha (2018/2022).

2 Doutor em Direito pela Universidade Federal de Santa Catarina (1999)

report, that is, the deductive-inductive method is used. The economic argument when applied to the management of groundwater will help to overcome any disconnection between its destination and negative impacts on the environment. Therefore, throughout the circular system for recycling and reusing water, the circular approach to the economy will enable a sustainable future.

Keywords: Groundwater. Circular water economy. Sustainability of water resources.

INTRODUÇÃO

O presente ensaio traz a importância sobre o tema da economia circular a partir do elemento água como alternativa para a sua gestão, sejam águas superficiais e ou subterrâneas. a economia circular permite que o setor global concernente aos recursos hídricos alcance suprimentos de água seguros, sustentáveis e de qualidade para o futuro³.

Tendo como objetivo principal, o estudo ora proposto pretende compreender a forma de reutilização da água de uma perspectiva a partir da economia circular e investiga oportunidades e riscos para a reutilização da água com a transição para essa economia. Necessário se faz abordar a relevância da proteção dos recursos hídricos a fim de se caracterizar os elementos fundamentais e relacionar a importância da economia circular para a sustentabilidade dos recursos hídricos.

As ciências jurídicas e sociais, através do direito ambiental permite que a adoção do viés jurídico interdisciplinar através de diferentes pensadores possibilite reflexões que efetivamente mostrem o caminho para o alcance da sustentabilidade das águas, o que confirma a sustentabilidade como um novo paradigma do direito⁴.

Para realizar a pesquisa o Método utilizado na fase de Investigação é o indutivo; na Fase de Tratamento dos Dados, o cartesiano, e, no Relatório da Pesquisa, ou seja, no presente estudo emprega-se o método dedutivo-indutivo.

³ Melgarejo, M. J. (2019). Agua y economía circular. <https://doi.org/10.14198/Congreso-Nacional-del-Agua-Orihuela-2019>.

⁴ Cruz, P. M; Bodnar, Z. O novo paradigma de Direito na pós-modernidade - Porto Alegre-RECHTD/UNISINOS. RECHTD. Revista de Estudos Constitucionais, Hermenêutica e Teoria do Direito, v. 3, p. 75-83, 2011.

Nas fases da Pesquisa poderão ser acionadas as Técnicas do Referente, da Categoria, do Conceito Operacional e da Pesquisa Bibliográfica.

A economia circular surgiu como uma ferramenta e estrutura que alinha os resultados econômicos e ambientais. O argumento econômico para abordagens circulares das águas subterrâneas foi demonstrado pelo benefício potencial dos princípios que a regem, dos quais retém mais valor em produtos, componentes e materiais, mantendo-os em uso por mais tempo e 'projetando' resíduos desde o início.

Assim, ao serem aplicados ao gerenciamento das águas subterrâneas ajudará a superar qualquer desconexão entre sua destinação e impactos negativos ao meio ambiente. Portanto, em todo o sistema circular para reciclar e reutilizar a água, a abordagem circular na economia possibilitará um futuro sustentável.

1 SUSTENTABILIDADE E PRESERVAÇÃO DAS ÁGUAS

Pela importância e centralidade na ordem política atual, é possível afirmar, que a Sustentabilidade pode ser compreendida como impulsionadora do processo de consolidação de uma nova base axiológica ao Direito, para tanto, é fundamental que se reconheçam as múltiplas dimensões da sustentabilidade e os múltiplos objetivos dos meios de vida das pessoas. As atividades humanas interferem de várias maneiras no ciclo natural da água e afetam a relação sociedade-água⁵. O aumento constante da população humana e suas expectativas em relação ao padrão de vida aumentam a demanda pela exploração dos recursos existentes, incluindo a água⁶.

Desde a Revolução Industrial, a quantidade total de resíduos aumentou exponencialmente, à medida que o crescimento econômico se baseava em um modelo de 'pegar, consumir, descartar'. Esse modelo linear pressupõe que os recursos sejam abundantes, disponíveis e baratos para o descarte.

⁵ Cruz, P. M; Bodnar, Z. O novo paradigma de Direito na pós-modernidade - Porto Alegre-RECHTD/UNISINOS. RECHTD. Revista de Estudos Constitucionais, Hermenêutica e Teoria do Direito, v. 3, p. 75-83, 2011.

⁶ Chowdhury, S. (2013). Assessment of exposure to trihalomethanes in municipal drinking water and risk reduction strategy. Science of The Total Environment, 463-464C, 922-930. doi: 10.1016 / j.scitotenv.2013.06.104.

A conservação e aproveitamento racional da natureza podem e devem andar juntos. O desafio é: como conservar escolhendo-se estratégias corretas de desenvolvimento em vez de simplesmente multiplicarem-se reservas supostamente invioláveis? Como planejar a sustentabilidade múltipla da Terra e dos recursos renováveis? O modelo linear enfrenta desafios significativos de uma variedade de megatendências, incluindo rápido crescimento populacional e econômico, rápida urbanização e mudanças climáticas, afetando a disponibilidade e a qualidade dos recursos para o desenvolvimento sustentável⁷.

O uso produtivo não necessariamente precisa prejudicar o meio ambiente ou destruir a diversidade, se tivermos consciência de que todas as nossas atividades econômicas estão solidamente fincadas no meio ambiente natural⁸. Os três princípios básicos da sustentabilidade a serem cumpridos: “desenvolvimento econômico, proteção ambiental e equidade social”. Mesmo assim, com o descontrole populacional e a miséria dos países subdesenvolvidos, ainda a exploração ambiental tem sido vista como um fator secundário nos últimos anos, pelos países desenvolvidos⁹.

O desenvolvimento sustentável está ligado ao “progresso” que, de maneira geral, na medida em que as sociedades humanas se territorializaram a proteção do meio ambiente por meio de ações de educação para a sustentabilidade, conscientização, mudança dos padrões de consumo e pesquisas, nas quais se tornam componentes básicos da própria existência social¹⁰.

Por isso é necessário criar formas estratégicas para enfrentar a problemática ambiental que possam surtir efeito desejado no processo de construção de uma sociedade sustentável, promovendo articulação

⁷ Sachs, I. (2000). Palestra proferida no Seminário Internacional de Ciência e Tecnologia Para uma Moderna Civilização Baseada em Biomassa. Rio de Janeiro. Recuperado em 02 jan. 2019, em <http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/viewFile/17897/10251>.

⁸ Barbosa, G. S. (2008). O desafio do desenvolvimento sustentável. *Revista Visões*, 4ª Edição, 1(4): 7-13.

⁹ Lozano, R. (2012). Towards better embedding sustainability into companies' systems: an analysis of voluntary corporate initiatives. *Journal of Cleaner Production*, 25(1)14-26.

¹⁰ Voulvoulis, N. (2018). Water reuse from a circular economy perspective and potential risks from an unregulated approach. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 2(3): 32-45.

coordenada entre todas as etapas de intervenção ambiental, inserindo neste contexto as ações de educação ambiental de modo que medidas políticas, jurídicas, institucionais e econômicas sejam direcionadas à proteção condicionando a recuperação e a melhoria socioambiental¹¹.

Desta forma, como meio para se chegar à sustentabilidade tem como premissa modificar atitudes e práticas pessoais; permitir que as comunidades cuidem de seu próprio ambiente; gerar uma estrutura nacional para integração de desenvolvimento e, conservação; constituir uma aliança mundial¹².

O desenvolvimento sustentável, assume uma postura de defesa do meio ambiente e de continuidade das gerações, afirmando que é preciso se desenvolver em harmonia levando em consideração as limitações ecológicas do planeta, sem destruir o ambiente, para que as gerações futuras tenham a chance de existir e viver bem, de acordo com suas necessidades, como a melhoria da qualidade de vida e das condições de sobrevivência¹³.

Assim sendo, como meio para se chegar à sustentabilidade tem como premissa modificar atitudes e práticas pessoais; permitir que as comunidades cuidem de seu próprio ambiente; gerar uma estrutura nacional para integração de desenvolvimento e, conservação; constituir uma aliança mundial¹⁴.

Os critérios de sustentabilidade, requer uma determinação das novas prioridades definidas pela sociedade, através de uma nova ética do comportamento humano e de uma recuperação dos interesses sociais, coletivos, englobando um conjunto de mudanças-chave na estrutura de

¹¹ Barros, H. C., & Pinheiro, J. Q. (2017). Mudanças climáticas globais e o cuidado ambiental na percepção de adolescentes: uma aproximação possível. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 40(2): 189-206.

¹² Berrueta, V., Garcia, C. A., Serrano-Medrano, M., & Astir, M. (2017). Promoting sustainable local development of rural communities and mitigating climate change: the case of Mexico's Patsari improved cookstove project. *Climatic Change* January, 140(1): 63–77.

¹³ Boer, J. (2015). The sustainable development fight will be won or lost in our cities. New York: United Nations University. Recuperado em 02 jan. 2019, em <http://cpr.unu.edu/the-sustainable-development-fight-will-be-won-or-lost-in-our-cities.html>.

¹⁴ Benhosi, K. P., Fachin, Z. (2013). O meio ambiente e o embate entre a preservação ambiental e o desenvolvimento tecnológico: uma discussão de direitos fundamentais. *Revista Jurídica Cesumar - Mestrado*, 13(1): 237-262.

produção e consumo, invertendo o quadro de degradação ambiental e a miséria social a partir de suas causas, o que não vem ocorrendo atualmente¹⁵.

Diante disso, a água continua sendo um dos recursos mais mal administrados do planeta. A divisão em tipos de água de acordo com a ocorrência reflete apenas o estado instantâneo e a localização, enquanto o estado real e sua dinâmica na natureza não são considerados¹⁶. Três bilhões de pessoas se unirão à classe de consumidores globais nas próximas duas décadas, acelerando a degradação dos recursos naturais e aumentando a competição por eles. Em nenhum lugar esse crescente desequilíbrio está ocorrendo de maneira mais aguda que o setor de água. A escassez já é tão acentuada que não podemos alcançar muitos de nossos objetivos econômicos, sociais e ambientais desejados. Se continuarmos os negócios como de costume, a demanda global por água excederá os recursos viáveis em 40% até 2030¹⁷.

A demanda global de água doce crescerá de tal forma que, a demanda levará a um sério estresse hídrico. Isso ocorre principalmente devido ao estresse proveniente de um modelo linear de uso da água, no qual fica mais poluído e desperdiçado à medida que viaja pelo sistema, diminuindo o ciclo da água. Além disso, problemática da crise hídrica é resultado da falta de entendimento ou negligência de perspectivas mais amplas, de governança, econômicas e socioculturais, portanto, de natureza política, econômica e cultural.¹⁸

Em todo o mundo, há uma transição para a 'economia circular' que se concentra nos 3Rs de redução do consumo de material, reutilização de materiais e recuperação de materiais a partir de resíduos. No contexto da gestão da água, cidades e seus respectivos serviços públicos de água estão a

¹⁵Lieder, M., & Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: a comprehensive review in a context of manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, 115 (2): 36-51.

¹⁶ Santos, G. M. A. (2018), *Gestão ambiental e economia circular: ações propostas para o Brasil*. In: Locatelli, M. R. C (Org.). *Sustentabilidade e responsabilidade social*. Vol. 9. Belo Horizonte, MG: Poisson. Cap. 12. pp. 137-148.

¹⁷ Velis, M., Conti, K., & Biermann, F. (2017). Groundwater and human development: synergies and trade-offs in the context of sustainable development goals. *Sustain Science*, 12 (6):1007-1017.

¹⁸ Ziegler, R. (2019). Viewpoint – water innovation for a circular economy: the contribution of grassroots actors. *Water Alternatives*, v. 12, n2, p. 774-787, 2019.p. 774.

começar a promover a redução do consumo de água, a reutilização de água, e a recuperação dos materiais a partir de águas residuais. Destaca-se que, as águas subterrâneas, por exemplo, são a fonte mais abundante de água doce na terra e crucial para a vida¹⁹.

As águas subterrâneas são o recurso escondido nos poros e rachaduras no subsolo, depois de percorrer a superfície da Terra ou ter sido preso devido à sedimentação ou atividade vulcânica. As águas subterrâneas não são apenas a principal fonte de água potável para metade da população mundial, mas também sustentam os ecossistemas ao fornecer água, nutrientes e uma temperatura relativamente estável. Os seres humanos podem confiar nesses ecossistemas relacionados à água subterrânea para produção de alimentos e energia, saúde e recreação²⁰.

O tratamento desnecessário da água resulta de sistemas políticos ou econômicos disfuncionais e de mercados mal definidos. Mas a questão real é que a água foi introduzida em um modelo linear no qual se torna sucessivamente mais poluída à medida que viaja pelo sistema, impossibilitando o uso futuro. Essa prática transforma nosso recurso mais valioso e universal em um fio inútil, criando altos custos para usuários subsequentes e para a sociedade em geral²¹.

É aparente em rios que não chegam mais ao mar, os aquíferos estão esgotados em muitos lugares; e existem muitas fontes de água poluída. Até países com sistemas avançados de gestão da água violam essas regras fundamentais, com falhas no processo de purificação da água antes de descartá-la no ambiente, sendo pelos altos custos de limpeza ou, mesmo quando energia ou produtos químicos valiosos podem ser extraídos. As substâncias contidas na água tornam-se poluentes. Igualmente preocupante

¹⁹ Assunção, G. M. de. (2019). A gestão ambiental rumo à economia circular: como o Brasil se apresenta nessa discussão. *Sistemas & Gestão*, 14(2):s/p.

²⁰ Velis, M., Conti, K., & Biermann, F. (2017). Groundwater and human development: synergies and trade-offs in the context of sustainable development goals. *Sustain Science*, 12 (6):1007-1017.

²¹ Lieder, M., & Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: a comprehensive review in a context of manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, 115 (2): 36-51.

qualquer volume de água removido do sistema raramente é substituído por um fluxo de retorno da mesma qualidade²².

Da mesma forma, a contaminação das águas subterrâneas ocorre como resultado da liberação de poluentes no solo para reservatórios naturais de água subterrânea, conhecidos como aquíferos. Uma vez que os poluentes liberados chegam às águas subterrâneas, eles causam contaminação. É um tipo de poluição da água causada principalmente pela liberação intencional ou acidental de substâncias por atividades antropogênicas ou causas naturais²³.

Os poluentes geralmente se movem dentro de um aquífero, dependendo das propriedades biológicas, físicas e químicas. Processos como difusão, dispersão, absorção e velocidade da movimentação de água geralmente facilitam o movimento. Em todo o mundo, os sistemas sépticos são a principal causa de poluição das águas subterrâneas²⁴.

Além disso, os resíduos perigosos, como produtos químicos fotográficos, óleo de motor, óleo de cozinha, diluentes, medicamentos, produtos químicos para piscinas, tintas e produtos químicos para jardins ao entrarem em contato com o solo, atingem os aquíferos, justamente por sua dispersão e absorção. Igualmente, os produtos petrolíferos, cujo transporte de derivados de petróleo é feito principalmente no subsolo, ao serem derramados ou vazados, essas substâncias levam à contaminação das águas subterrâneas²⁵.

Os resíduos sólidos, quando lançados ao solo, também contribuem para o lixiviamentos nas águas subterrâneas por meio da precipitação e do escoamento superficial. Tanto quanto armazenados inadequadamente nos

²² Spangenberg, J. H. (2017). Towards social and ecological transitions: Circular economy experiences, conclusions and beyond. 3. GRF Conference, University of Sussex. s/p.

²³ Voulvoulis, N. (2018). Water reuse from a circular economy perspective and potential risks from an unregulated approach. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 2(3): 32-45.

²⁴ Barros, H. C., & Pinheiro, J. Q. (2017). Mudanças climáticas globais e o cuidado ambiental na percepção de adolescentes: uma aproximação possível. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 40(2): 189-206.

²⁵ Sasakova, N., Gregova, G., Takacova, D., Mojziso, J., Papajova, I., & et al. (2018). Pollution of surface and ground water by sources related to agricultural activities. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2(42): 2-11, jul.

aterros sanitários. Em represas de superfície é obrigatório sistemas de revestimentos, para impedir a lixiviação²⁶.

O setor da agricultura, produz milhões de toneladas de produtos químicos agrícolas, sendo um dos maiores causadores de contaminação dos aquíferos, pelo uso excessivo. Outras causas da poluição do solo são os poços abandonados, que podem atuar como um caminho para que os contaminantes cheguem aos aquíferos²⁷. Também os poços mal construídos, que podem não ter revestimento e coberturas adequados, podem causar contaminação das águas subterrâneas poluentes que chegam a esses poços. Outra causa de poluição são as atividades de mineração, nas quais, por precipitação, os minerais solúveis podem ser lixiviados dos locais para as águas subterrâneas²⁸.

As usinas a carvão estão causando a contaminação das águas subterrâneas, com a poluição tóxica atingindo níveis inseguros, conforme o primeiro relatório de análise abrangente que lida com as consequências do descarte de resíduos de cinzas de carvão. A contaminação das fontes de água subterrânea torna a área incapaz de sustentar a vida vegetal, humana e animal. A população da área diminui e o valor da terra se deprecia. Outro efeito é que isso leva a menos estabilidade nas indústrias que dependem das águas subterrâneas para produzir seus bens²⁹.

A poluição das águas subterrâneas pode levar a mudanças ambientais devastadoras. Uma dessas alterações é a perda de certos nutrientes essenciais para o auto sustento do ecossistema. Além disso, quando os poluentes se misturam aos corpos d'água, também podem ocorrer alterações

²⁶ Spangenberg, J. H. (2017). Towards social and ecological transitions: Circular economy experiences, conclusions and beyond. 3. GRF Conference, University of Sussex. s/p.

²⁷ Ziegler, R. (2019). Viewpoint – water innovation for a circular economy: the contribution of grassroots actors. *Water Alternatives*, v. 12, n2, p. 774-787, 2019.p. 774.

²⁸ Kalkreuth, W., Levandowski, J., Delgado, T., Scheffer, R., Maia, S. M., Peralba, M.C. R., & Barrionuevo, S. (2018). Avaliação dos impactos ambientais do processo de combustão na usina termelétrica de Figueira, Paraná. Recuperado em 07 jan. 2020, em http://www.ufrgs.br/rede-carvao/Sess%C3%B5es_B7_B8_B9/B8_ARTIGO_02.pdf.

²⁹ Ribeiro, F. M., & Kruglianskas, I. (2014), A economia circular no contexto europeu: conceito e potenciais de contribuição na modernização das políticas de resíduos sólidos. In: XVI ENGEMA - Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. Anais.

no ecossistema aquático. Animais aquáticos, como peixes, podem morrer rapidamente como resultado de muitos contaminantes nos corpos d'água³⁰.

Com a perspectiva de uma integração dos requisitos de bem-estar humano sustentável, a equidade social e segurança em várias escalas dentro da biosfera planetária, é possível reconhecer que a coexistência humana sustentável de forma economicamente conectado, significa meios diferentes de priorizar valores entre sociedades nacionais e culturais³¹, nas quais devem ser acomodados em um sistema normativo coerente aceito por todos em várias escalas trans-civilizacionais.

2 A ABORDAGEM DA ECONOMIA CIRCULAR

A adoção de uma abordagem de economia circular, visando a sustentabilidade das águas, deve estar baseada nos três princípios da economia circular, apresenta uma grande oportunidade para empresas, governos e cidades minimizarem o desperdício estrutural e, assim, obterem maior valor da indústria e da agricultura, enquanto regeneram o meio ambiente.

A raiz desse desafio é a violação do imperativo de desperdício zero - o princípio que está no coração de qualquer economia circular. Soluções de economia circular para a escassez de água', estabelece um modelo circular para o uso da água doce³². Nesse modelo, a abordagem 'pegar, criar e desperdiçar' é substituída por uma abordagem 'reduzir, reutilizar e reter'. A economia circular visa fechar o ciclo e tornar o sistema de água regenerativo por design, para que a água permaneça com qualidade, propriedade e possa

³⁰ Sasakova, N., Gregova, G., Takacova, D., Mojziso, J., Papajova, I., & et al. (2018). Pollution of surface and ground water by sources related to agricultural activities. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2(42): 2-11, jul.

³¹ Mata Diz, J. B., & Moura, J. R. F. de. (2016). Apontamentos sobre o conceito de governança e sua adoção pela União Europeia. In: Mata Diz, J. B., Silva, A. R. da, & Teixeira, A. V.(org.). (2016). *Integração, estado e governança*. Pará de Minas: Universidade de Itaúna, p. 104.

³² European Commission (2019). Comissão apresenta resultados do Plano de Ação para a Economia Circular. Recuperado em 07 jan. 2020, em https://ec.europa.eu/portugal/news/commission-de-livers-on-circular-economy-action-plan_pt.

ser usada por muitos ciclos. Avançar para sistemas de água mais circulares, pode melhorar o equilíbrio local de suprimento e demanda de água³³.

Ao considerar a água como um produto - algo processado, enriquecido e entregue -, é necessário seguir as mesmas regras estritas de design aplicadas a qualquer outro produto em uma economia circular. Quando a água é tratada como durável, ela deve ser mantida em circuito fechado sob condições de descarga com zero líquido e reutilizada o máximo possível³⁴.

O principal objetivo não é manter a água livre de contaminantes, mas gerenciar a integridade do ciclo em circuito fechado. As situações que favorecem a visão durável incluem aquelas em que seria muito caro descartar os solventes e recriá-los - por exemplo, quando a água contém solventes à base de água altamente específicos, banhos de galvanoplastia, ácidos e soluções alcalinas usadas em aplicações pesadas³⁵.

A reciclagem e a reutilização são fundamentais para uma abordagem de economia circular e oferecem uma estratégia para melhorar o suprimento de água, gerenciando melhor as águas residuais, padrões de qualidade da água adequados ao uso específico, mas também garantem uma operação adequada e confiável dos sistemas de reutilização da água e a aplicação regulatória adequada. A economia tem desempenhado um papel crescente no gerenciamento de quantidade e qualidade. Como a economia é uma ciência sobre a alocação ideal de recursos escassos, instrumentos econômicos como preços podem ajustar a demanda e a oferta e lidar com externalidades³⁶.

A capacidade de reutilizar a água, independentemente de a intenção ser aumentar o suprimento de água ou gerenciar os nutrientes no efluente tratado (também um fator que leva à reutilização da água), traz benefícios positivos que também são os principais motivadores para a implementação de

³³ Santos, G. M. A. (2018), Gestão ambiental e economia circular: ações propostas para o Brasil. In: Locatelli, M. R. C (Org.). Sustentabilidade e responsabilidade social. Vol. 9. Belo Horizonte, MG: Poisson. Cap. 12. pp. 137-148.

³⁴ Lieder, M., & Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: a comprehensive review in a context of manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, 115 (2): 36-51.

³⁵ Fernandes, A. G. (2016), Fechando o ciclo: os benefícios da economia circular para os países em desenvolvimento e as economias emergentes. Tearfund Brasil; EPEA Brasil; Nures.

³⁶ Berrueta, V., Garcia, C. A., Serrano-Medrano, M., & Astir, M. (2017). Promoting sustainable local development of rural communities and mitigating climate change: the case of Mexico's Patsari improved cookstove project. *Climatic Change* January, 140(1): 63-77.

programas de reutilização³⁷. Esses benefícios incluem melhor produção agrícola; consumo de energia reduzida associada à produção, tratamento e distribuição de água; e benefícios ambientais significativos, como redução da carga de nutrientes nas águas de recebimento devido à reutilização das águas residuais tratadas.

Na Europa, a implementação da diretiva (91-271-CEE) já contribuiu para a obtenção de águas residuais tratadas de alta qualidade, que poderiam ser reutilizadas para determinadas aplicações ou aprimoradas por etapas de polimento para usos com requisitos de qualidade mais altos.³⁸

Embora o reuso de água recuperado esteja atualmente implementado em muitos países, seu potencial ainda não foi explorado em muitas áreas, e a proporção de reuso de água na geração total de águas residuais ainda é pequena. Essa visão de mundo emergente que considera que uma terceira revolução industrial está em andamento, apoiada pela era da Internet, que facilita a troca de ideias em um ritmo nunca antes visto, vê muitos estados começando a usar sua capacidade financeira e regulatória para iniciar uma economia circular que poderia criar sinergias significativas para a ampla adoção do reuso de água³⁹. O conceito surgiu em resposta às desvantagens do modelo convencional de crescimento do tipo e a mudança para o desenvolvimento sustentável.

A economia circular oferece uma nova maneira de analisar as relações entre mercados, clientes e recursos naturais, promovendo políticas e práticas sustentáveis e com eficiência de recursos. Um modelo de negócios que permite que a economia cresça, minimizando a quantidade de recursos virgens extraídos. Como muitos estados e corporações estão se afastando dos modelos lineares para circulares de produção e consumo, há muitas evidências que mostram a necessidade de políticas e regulamentos para possibilitar isso,

³⁷ Santos, G. M. A. (2018), Gestão ambiental e economia circular: ações propostas para o Brasil. In: Locatelli, M. R. C (Org.). Sustentabilidade e responsabilidade social. Vol. 9. Belo Horizonte, MG: Poisson. Cap. 12. pp. 137-148.

³⁸ European Commission (2019). Comissão apresenta resultados do Plano de Ação para a Economia Circular. Recuperado em 07 jan. 2020, em https://ec.europa.eu/portugal/news/commission-de-livers-on-circular-economy-action-plan_pt.

³⁹ Cooper, D. R., & Schindler, P. S. (2011). Métodos de pesquisa em administração. 10 ed. Bookman, Porto Alegre.

para ajudar as economias a se afastarem de uma trajetória econômica poluidora e passar para um 'limpo'⁴⁰.

Uma transição para uma economia circular incentivará um uso mais eficiente da água, combinado com fortes incentivos à inovação, pode melhorar a capacidade de uma economia de lidar com as demandas do crescente desequilíbrio entre o suprimento e a demanda de água.

Embora a reutilização da água enfrente inúmeras barreiras, variando da percepção do público a preços e desafios tecnológicos, de segurança e regulatórios, estão surgindo estratégias geográficas e setoriais que sustentam a economia circular, e têm o potencial de transformar algumas das principais barreiras à economia, especialmente quando se refere à reutilização de água⁴¹.

Do ponto de vista da economia circular, a reutilização da água é uma opção pela qual o ciclo completo de gerenciamento de águas residuais é um componente crítico do ciclo, desde a fonte até a distribuição, coleta (sistemas de saneamento de esgoto e no local) e tratamento até o descarte e reutilização, incluindo água, nutrientes e recuperação de energia⁴².

As iniciativas de economia circular visam fechar lacunas de recursos e prolongar a vida útil de recursos e materiais por meio de uso, reutilização e remanufatura mais longos. A reciclagem e reutilização de recursos podem ajudar a fechar o ciclo de recursos, fornecendo uma alternativa sustentável à extração de recursos virgens. No entanto, se os recursos são baratos, o incentivo para administrar uma sociedade descartável é maior, sem motivo para que tais sinergias ocorram⁴³.

A água geralmente é gratuita, embora as cobranças cada vez maiores de captação sinalizem o valor da escassez de água, refletindo seus benefícios potenciais para diferentes usuários e para diferentes fins, e o custo de

⁴⁰ Sasakova, N., Gregova, G., Takacova, D., Mojzisova, J., Papajova, I., & et al. (2018). Pollution of surface and ground water by sources related to agricultural activities. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2(42): 2-11, jul.

⁴¹ Santos, G. M. A. (2018), Gestão ambiental e economia circular: ações propostas para o Brasil. In: Locatelli, M. R. C (Org.). *Sustentabilidade e responsabilidade social*. Vol. 9. Belo Horizonte, MG: Poisson. Cap. 12. pp. 137-148.

⁴² Assunção, G. M. de. (2019). A gestão ambiental rumo à economia circular: como o Brasil se apresenta nessa discussão. *Sistemas & Gestão*, 14(2):s/p.

⁴³ Fernandes, A. G. (2016), Fechando o ciclo: os benefícios da economia circular para os países em desenvolvimento e as economias emergentes. Tearfund Brasil; EPEA Brasil; Nures.

oportunidade implicado em usá-la para uma finalidade (por exemplo, agricultura) e não para outra coisa (por exemplo, geração urbana ou hidrelétrica). As taxas de cobrança podem ser diferentes entre os usuários de águas superficiais e subterrâneas (por exemplo, se os rios locais eram muito baixos ou os aquíferos caíam rapidamente), mas geralmente se aplicam a ambos, uma vez que esses dois recursos são interdependentes e devem ser gerenciados de maneira unificada⁴⁴.

As cobranças também variam de acordo com a estação, dependendo da disponibilidade de água. O nível das taxas de captação depende de estimativas hidrológicas, projeções de demanda, usos alternativos, o custo do desenvolvimento de fontes alternativas de água, etc.. O princípio importante é confrontar os abstratores com um custo associado ao seu uso da água, que é grande o suficiente para figurar em seus cálculos e que é um fator em suas decisões⁴⁵.

Para Voulvoulis⁴⁶, se a reutilização da água faz sentido para uma região depende, em parte, do seu custo em comparação com os custos de outras alternativas viáveis de gestão da água (por exemplo, novos suprimentos, esforços de conservação ampliados) e o custo de não buscar nenhuma mudança na gestão da água. Com uma ampla variedade de processos de tratamento potencialmente incorporados a um sistema de reutilização para atender a metas específicas de qualidade da água para os usos pretendidos e para tratar de restrições locais específicas do local, é difícil fazer declarações gerais sobre o custo da reutilização da água.

Se a água recuperada é usada para usos não potáveis ou potáveis, existem vários fatores que afetam os custos de um programa de reutilização de água. Isso inclui a localização de uma fonte de água recuperada (por exemplo, a estação de tratamento de águas residuais), infraestrutura de tratamento,

⁴⁴ Boer, J. (2015). The sustainable development fight will be won or lost in our cities. New York: United Nations University. Recuperado em 02 jan. 2019, em <http://cpr.unu.edu/the-sustainable-development-fight-will-be-won-or-lost-in-our-cities.html>.

⁴⁵ Barros, H. C., & Pinheiro, J. Q. (2017). Mudanças climáticas globais e o cuidado ambiental na percepção de adolescentes: uma aproximação possível. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 40(2): 189-206.

⁴⁶ Voulvoulis, N. (2018). Water reuse from a circular economy perspective and potential risks from an unregulated approach. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 2(3): 32-45.

qualidade da água influente da planta, requisitos de uso do cliente, transmissão e bombeamento, necessidades de tempo e armazenamento, requisitos de energia, descarte de concentrado, permissão e custos de financiamento⁴⁷.

As iniciativas de reutilização de água não potável e potável (principalmente potável diretamente direta) nos Estados Unidos têm enfrentado crescente oposição pública. Várias iniciativas de alto nível foram interrompidas após vários anos de planejamento e gastos significativos. Cinco princípios emergiram do processo de aprendizagem: 1. Gerenciar informações para todos; 2. Manter a motivação individual e demonstrar compromisso organizacional; 3. Promover a comunicação e o diálogo público; 4. Garantir decisões e decisões justas e sólidas; 5. Criar e manter a confiança⁴⁸.

O público está se preocupando mais com o meio ambiente e, como resultado, a reciclagem da água é cada vez mais percebida como natural como qualquer outra reciclagem e mais ecológica do que grandes barragens, rios desviados e dessalinização. A percepção do público se resume ao quanto às pessoas confiam nos governos para garantir que sua água potável seja segura. As pessoas precisam entender de onde vem a água e todas as coisas que já são filtradas. Além disso, alguns estudos também demonstraram que a barreira real à reutilização da água geralmente não é a percepção do público, mas a percepção das autoridades sobre a percepção do público⁴⁹.

A "economia circular", um termo que talvez não seja familiar, relativamente novo surgiu apenas alguns anos atrás, está se formando como uma alternativa viável e prática ao atual modelo econômico linear. Refere-se à capacidade de uma economia crescer enquanto o uso de recursos está em declínio; a dissociação do crescimento econômico do consumo de recursos e da poluição. O argumento comercial para uma transição para uma economia circular é convincente tanto em termos de resultados econômicos quanto de

⁴⁷ Ribeiro, F. M., & Kruglianskas, I. (2014), A economia circular no contexto europeu: conceito e potenciais de contribuição na modernização das políticas de resíduos sólidos. In: XVI ENGEMA - Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. Anais.

⁴⁸ Lieder, M., & Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: a comprehensive review in a context of manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, 115 (2): 36-51.

⁴⁹ Barros, H. C., & Pinheiro, J. Q. (2017). Mudanças climáticas globais e o cuidado ambiental na percepção de adolescentes: uma aproximação possível. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 40(2): 189-206.

emprego, e, embora isso crie as condições certas para a ampla aplicação do reuso de água, os problemas reais ou percebidos na qualidade da água continuam sendo as principais barreiras⁵⁰.

Além disso, em termos de percepção do público, pode-se argumentar que é melhor reutilizar diretamente e tratar a água com métodos avançados, em vez de continuar com a reutilização indireta, mas onde a água não é tratada com a mesma qualidade. Semelhante pode ser o caso da 'reutilização indireta', que ocorre quando as águas residuais são diluídas, mas ainda permanece um componente dominante dos fluxos de águas superficiais usados para irrigação⁵¹.

Em comparação com as águas de fontes convencionais, o reuso potável é frequentemente examinado com mais cuidado pela indústria da água, mantido por padrões mais altos de qualidade da água pelos reguladores da água e testado para uma ampla gama de contaminantes químicos e microbianos⁵². Apesar de um nível inevitavelmente mais alto de contaminação inicial, esses sistemas podem fornecer um nível maior de proteção à saúde pública do que muitas das fontes de água tratadas com processos convencionais de água potável que fornecem hoje a água da torneira.

A reutilização da água oferece o potencial de transformar o ciclo linear da água humana (abstrair, tratar, distribuir, consumir, coletar, tratar e descartar) em um fluxo circular, fechando o ciclo, mas também potencialmente dissociando o consumo de água municipal do esgotamento e poluição da água reservas. Seu papel no tratamento de problemas de recursos hídricos precisa de uma investigação cuidadosa e da consideração de aspectos técnicos, econômicos, sociais, ambientais e também legais por meio de um quadro analítico coerente. Por exemplo, o tratamento de águas residuais para reutilização (desviado da descarga da estação de tratamento de águas

⁵⁰ Lieder, M., & Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: a comprehensive review in a context of manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, 115 (2): 36-51.

⁵¹ Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A Circular economy review: the expected transition to a balanced interaction of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 115(15): 11-32.

⁵² Assunção, G. M. de. (2019). A gestão ambiental rumo à economia circular: como o Brasil se apresenta nessa discussão. *Sistemas & Gestão*, 14(2):s/p.

residuais) pode ter um impacto nos níveis de fluxo dos rios, o que poderia afetar ecologia e disponibilidade de água para captação a jusante. O impacto se houver de um esquema de reutilização de água seria específico para o projeto individual⁵³.

Um dos aspectos principais do planejamento e design de um esquema de reutilização de água é a qualidade (e a variação na qualidade) das águas residuais influentes (efluentes secundários), os requisitos de qualidade do objetivo de uso e a confiabilidade da operação. O projeto e a implementação de um sistema de tratamento com baixo desempenho podem levar à qualidade da água inaceitável ou não confiável para fins de reutilização da água (derrotando o objeto de maior resiliência e segurança da água). Como exemplo, a seleção apropriada de tratamento deve basear-se nas melhores tecnologias, normas, legislação e conhecimentos sólidos disponíveis, tendo em mente que mesmo um tratamento avançado pode representar um risco maior do que o uso de águas residuais tratadas com um tratamento mais baixo (por exemplo, descarga de desinfecção subprodutos)⁵⁴.

Em qualquer caso, o planejamento e o design de um esquema de reutilização de água devem ser informados pela avaliação de riscos, para identificar os possíveis benefícios e quaisquer possíveis inconvenientes e, assim, ajudar a tomar melhores decisões sobre a introdução dessa ferramenta, para qual deverão ser ponderados os riscos e benefícios, que serão específicos às circunstâncias locais e, portanto, precisam ser determinados caso a caso⁵⁵.

A potencial promoção da reutilização da água do ponto de vista da economia circular também pode representar alguns riscos significativos, em particular no que diz respeito à qualidade da água e à saúde humana. Existem

⁵³ Barros, H. C., & Pinheiro, J. Q. (2017). Mudanças climáticas globais e o cuidado ambiental na percepção de adolescentes: uma aproximação possível. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 40(2): 189-206.

⁵⁴ Ribeiro, F. M., & Kruglianskas, I. (2014). A economia circular no contexto europeu: conceito e potenciais de contribuição na modernização das políticas de resíduos sólidos. In: XVI ENGEMA - Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. Anais.

⁵⁵ Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A Circular economy review: the expected transition to a balanced interaction of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 115(15): 11-32.

muitas preocupações e incertezas sobre o impacto da qualidade da água reciclada, dependendo do seu uso. Por exemplo, questões de qualidade da água podem criar problemas reais ou percebidos na agricultura, incluindo concentrações de nutrientes e sódio, metais pesados e a presença de contaminantes como patógenos humanos e animais, produtos farmacêuticos, quando irrigação com água reutilizada. As atitudes sociais em relação ao uso de culturas irrigadas com águas recicladas e o impacto resultante no valor de mercado das culturas também são uma consideração importante⁵⁶.

Os sistemas de reutilização, particularmente em aplicações potáveis, devem incluir uma estrutura de tratamento com várias barreiras composta por processos unitários avançados e incorporar resiliência (ou seja, capacidade de ajustar-se a problemas), redundância (ou seja, sistemas de backup) e robustez (ou seja, características que abordam simultaneamente vários contaminantes) para obter êxito⁵⁷.

A reciclagem e a reutilização oferecem uma estratégia para melhorar o suprimento de água, gerenciando melhor as águas residuais e, em um contexto de economia circular, elas podem ser promovidas por meio de instrumentos políticos, como cobranças e tarifas, aumentando sua relação custo-efetividade e aceitabilidade, e deve-se tomar cuidado com o tratamento real e percebido questões de qualidade da água⁵⁸. A reutilização da água é uma consideração vital na transição para uma economia circular. Portanto, este artigo examina a reutilização da água de uma perspectiva da economia circular e investiga oportunidades e riscos para a reutilização da água com a transição para essa economia.

3 MODELO DE ECONOMIA CIRCULAR PARA A “ÁGUA”

⁵⁶ Barros, H. C., & Pinheiro, J. Q. (2017). Mudanças climáticas globais e o cuidado ambiental na percepção de adolescentes: uma aproximação possível. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 40(2): 189-206.

⁵⁷ Spangenberg, J. H. (2017). Towards social and ecological transitions: Circular economy experiences, conclusions and beyond. 3. GRF Conference, University of Sussex. s/p.

⁵⁸ Ribeiro, F. M., & Kruglianskas, I. (2014). A economia circular no contexto europeu: conceito e potenciais de contribuição na modernização das políticas de resíduos sólidos. In: XVI ENGEMA - Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. Anais.

Um modelo de Economia Circular visa fechar a lacuna entre o nosso ciclo de produção e o ciclo dos ecossistemas naturais, pois, em última análise, dependemos deles. Isso significa, por um lado, a eliminação de resíduos - compostagem de resíduos biodegradáveis ou, se for um resíduo transformado e não biodegradável, reutilização, remanufatura e, finalmente, reciclagem⁵⁹.

A economia circular é apresentada no plano de ação como uma contribuição para objetivos mais gerais, que incluem sustentabilidade e capacidade de carga da terra, qualidade da água, biodiversidade, economia de baixo carbono, eficiência dos recursos, competitividade da UE no contexto global, segurança (face aos desafios globais escassez de recursos e flutuações de preços), integração e coesão social e criação de empregos⁶⁰. Ziegler afirma que⁶¹:

Embora cada uma dessas metas possa não ser muito surpreendente, sua combinação gera questões importantes. A sustentabilidade é apoiada pelo objetivo da economia circular de dissociar as pressões ambientais do crescimento econômico. Prioridade é, portanto, dada à economia circular na Europa, em parte devido a uma preocupação com a segurança de recursos. Isso aponta para o importante papel dos valores na economia circular (p. 774).

Conforme a pesquisa de Voulvoulis (p. 33)⁶², o processo de inovação no plano de ação da EU, por exemplo, é retratado como impulsionado por "atores econômicos, como empresas e consumidores". Entretanto, Ziegler⁶³ instruiu em seu trabalho que, as autoridades regionais e nacionais, bem como a UE, são instadas a apoiar a transição, inclusive com a regulamentação e o investimento adequados. A sociedade civil na forma de organizações e associações não governamentais não é explicitamente mencionada no plano. No entanto, os cidadãos são mencionados em seu papel potencial de promover novas formas

⁵⁹ Voulvoulis, N. (2018). Water reuse from a circular economy perspective and potential risks from an unregulated approach. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 2(3): 32-45.

⁶⁰ Assunção, G. M. de. (2019). A gestão ambiental rumo à economia circular: como o Brasil se apresenta nessa discussão. *Sistemas & Gestão*, 14(2):s/p.

⁶¹ Ziegler, R. (2019). Viewpoint – water innovation for a circular economy: the contribution of grassroots actors. *Water Alternatives*, v. 12, n2, p. 774-787, 2019.p. 774.

⁶² Voulvoulis, N. (2018). Water reuse from a circular economy perspective and potential risks from an unregulated approach. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 2(3): 32-45.

⁶³ Ziegler, R. (2019). Viewpoint – water innovation for a circular economy: the contribution of grassroots actors. *Water Alternatives*, v. 12, n2, p. 774-787, 2019.p. 774.

de consumo. Além disso, as empresas sociais são chamadas de "colaboradores-chave" em áreas como reciclagem, reparo e inovação.

A circularidade se concentra nos ciclos de recursos, que conforme os achados de Ghisellini, Cialani e Ulgiati⁶⁴, enquanto a sustentabilidade está mais amplamente relacionada às pessoas, ao planeta e à economia. Circularidade e sustentabilidade mantêm uma longa tradição de visões, modelos e teorias relacionadas. Na sua essência, um modelo de economia circular tem a intenção de projetar resíduos. De fato, uma economia circular é baseada na ideia de que não existe desperdício. Para isso, os produtos são projetados para durar (são utilizados materiais de boa qualidade) e otimizados para um ciclo de desmontagem e reutilização que facilitará o manuseio, a transformação ou a renovação.

O modelo de Economia Circular, percebida por Velis, Conti e Biermann⁶⁵, faz uma distinção entre ciclos técnicos e biológicos. O consumo ocorre apenas em ciclos biológicos, onde materiais de base biológica (como alimentos, linho ou cortiça) são projetados para alimentar o sistema através de processos como digestão anaeróbica e compostagem. Esses ciclos regeneram sistemas vivos, como o solo ou os oceanos, que fornecem recursos renováveis para a economia. Por sua vez, como citaram Ghisellini, Cialani e Ulgiati⁶⁶, os ciclos técnicos recuperam e restauram produtos (por exemplo, máquinas de lavar), componentes (por exemplo, placas-mãe) e materiais (por exemplo, calcário) por meio de estratégias como reutilização, reparo, remanufatura ou reciclagem.

Neste contexto, a pesquisa de Voulvoulis⁶⁷, além de sua preservação necessária, a água, como transportadora de materiais e energia, é fundamental

⁶⁴ Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A Circular economy review: the expected transition to a balanced interaction of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 115(15): 11-32.

⁶⁵ Velis, M., Conti, K., & Biermann, F. (2017). Groundwater and human development: synergies and trade-offs in the context of sustainable development goals. *Sustain Science*, 12 (6):1007-1017.

⁶⁶ Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A Circular economy review: the expected transition to a balanced interaction of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 115(15): 11-32.

⁶⁷ Voulvoulis, N. (2018). Water reuse from a circular economy perspective and potential risks from an unregulated approach. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 2(3): 32-45.

para a economia circular realmente tomar forma. Sabendo disso, a efetiva proposta para a economia circular da água tem um papel central a desempenhar na transição do mundo do consumo linear de recursos para seu uso circular. O sucesso no desenvolvimento de uma dinâmica de economia circular exigirá que indivíduos, organizações e empresas superem seus silos tradicionais e desenvolvam mais parcerias e interações.

Adicionado a essa ideia, Ziegler⁶⁸ e Voulvoulis⁶⁹, concordam que uma transição para uma economia circular poderia criar sinergias significativas para a ampla adoção do reuso de água como fonte alternativa de água. A capacidade de reutilizar a água, independentemente de a intenção ser aumentar o suprimento de água ou gerenciar os nutrientes no efluente tratado (também um fator que leva à reutilização da água), traz benefícios positivos que também são os principais motivadores para a implementação de programas de reutilização.

Esses benefícios, incluem melhor produção agrícola; consumo de energia reduzida, associada à produção, tratamento e distribuição de água; e benefícios ambientais significativos, como redução da carga de nutrientes nas águas de recebimento devido à reutilização das águas residuais tratadas, mas também garantem uma operação adequada e confiável dos sistemas de reutilização da água e a aplicação regulatória adequada. Assim, a implementação da Economia Circular em todo o mundo ainda aparece nos estágios iniciais, principalmente focadas na reciclagem, e não na reutilização. Para Voulvoulis⁷⁰, resultados importantes foram alcançados em alguns setores de atividade (por exemplo, na gestão de resíduos, onde são alcançadas grandes taxas de reciclagem de resíduos em países desenvolvidos selecionados).

A Economia Circular, implica a adoção de padrões de produção mais limpos no nível da empresa, um aumento da responsabilidade e

⁶⁸ Ziegler, R. (2019). Viewpoint – water innovation for a circular economy: the contribution of grassroots actors. *Water Alternatives*, v. 12, n2, p. 774-787, 2019. p. 774.

⁶⁹ Voulvoulis, N. (2018). Water reuse from a circular economy perspective and potential risks from an unregulated approach. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 2(3): 32-45.

⁷⁰ Voulvoulis, N. (2018). Water reuse from a circular economy perspective and potential risks from an unregulated approach. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 2(3): 32-45.

conscientização dos produtores e consumidores, o uso de tecnologias e materiais renováveis (sempre que possível), bem como a adoção de políticas e ferramentas adequadas, claras e estáveis. A lição aprendida com as experiências bem-sucedidas é que a transição para a Economia Circular vem do envolvimento de todos os atores da sociedade e de sua capacidade de vincular e criar padrões adequados de colaboração e intercâmbio⁷¹.

Claro que eficiência, economia circular, e renovabilidade dos recursos naturais oferecem uma redução potencial da escassez, especialmente no que se refere aos recursos hídricos. A capacidade de reutilizar a água, independentemente de a intenção ser aumentar o suprimento de água ou gerenciar os nutrientes no efluente tratado (também um fator que leva à reutilização da água), traz benefícios positivos que também são os principais motivadores para a implementação de programas de reutilização⁷².

A Economia Circular é inspirada nos sistemas naturais; portanto, sua base está no pensamento do sistema. Recursos renováveis devem ser usados sempre que possível, e a aplicação dos princípios da economia circular exigirá mapear as interações do ciclo da água, como ele é usado e onde, dentro da bacia hidrográfica e dos ciclos urbanos, é possível extrair o valor dos ciclos urbanos e estabelecer novas metas de sustentabilidade efetivas. Entretanto, mapear os princípios da economia circular para a água não é tarefa fácil⁷³.

Para abordar completamente a amplitude e a complexidade desse desafio, existem etapas que são concernentes aos princípios da economia circular, sua relação com os sistemas de água e o gerenciamento sustentável da água⁷⁴.

Existe a necessidade de uma “mudança de paradigma” no que se refere ao consumo da água, dessa forma afastando-se dos tradicionais padrões

⁷¹ Assunção, G. M. de. (2019). A gestão ambiental rumo à economia circular: como o Brasil se apresenta nessa discussão. *Sistemas & Gestão*, 14(2):s/p.

⁷² Spangenberg, J. H. (2017). Towards social and ecological transitions: Circular economy experiences, conclusions and beyond. 3. GRF Conference, University of Sussex. s/p.

⁷³ Dossa, Z., & Kaeufer, K. (2013). Understanding sustainability innovations through positive ethical networks. *Journal of Business Ethics*, [s.l.], 119(4):543-559. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s10551-013-1834-8>.

⁷⁴ Dossa, Z., & Kaeufer, K. (2013). Understanding sustainability innovations through positive ethical networks. *Journal of Business Ethics*, [s.l.], 119(4):543-559. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s10551-013-1834-8>.

lineares de uso de água e caminhando para uma abordagem de economia circular em que as águas residuais não sejam mais vistas como lixo ou um risco ambiental, mas como um recurso valioso que contribui para superar o estresse hídrico e desequilíbrios entre oferta e demanda⁷⁵.

Nesta linha, é urgente gerenciar os recursos hídricos com mais eficiência e o tratamento de águas residuais pode levar a um fornecimento alternativo eficiente. Entretanto, é necessária uma abordagem holística que leve em consideração todos os fatores de reuso (fatores políticos, decisórios, sociais, econômicos, tecnológicos e ambientais) para uma implementação sustentável do reuso de água⁷⁶. A capacidade de reutilizar a água, independentemente da intenção é aumentar o suprimento de água ou seu gerenciamento de forma sustentável, na qual possui benefícios positivos e motivadores para a implementação de programas de reutilização. Esses benefícios incluem melhoramentos dos produtos agrícolas; redução de consumo de energia com a produção, tratamento e distribuição de água; redução de cargas de nutrientes para águas receptoras devido à reutilização das águas residuais tratadas, por exemplo⁷⁷.

No trabalho de Girard e Nocca⁷⁸, é possível observar que o modelo de economia circular, baseado no princípio de que na natureza nada é “desperdício” e tudo pode se tornar um “recurso”, é proposto para operacionalizar os princípios de desenvolvimento sustentável. Os insumos de reutilização adaptativa são tangíveis (água, resíduos, energia, materiais, solo, bens) e intangíveis (valores, criatividade, tecnologias). Os resultados dessa atividade estão relacionados a aspectos econômicos, sociais, dimensões ambientais e culturais. A reutilização adaptativa é capaz de produzir efeitos externos que impactam parcialmente no contexto e parcialmente são capazes,

⁷⁵ Assunção, G. M. de. (2019). A gestão ambiental rumo à economia circular: como o Brasil se apresenta nessa discussão. *Sistemas & Gestão*, 14(2):s/p.

⁷⁶ Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A Circular economy review: the expected transition to a balanced interaction of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 115(15): 11-32.

⁷⁷ Voulvoulis, N. (2018). Water reuse from a circular economy perspective and potential risks from an unregulated approach. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 2(3): 32-45.

⁷⁸ Girard, L.F., Nocca, F. (2019). Moving Towards the Circular Economy/City Model: Which Tools for Operationalizing This Model? *Sustainability*, 11(6253):2-48. doi:10.3390/su1122625

por sua vez (em uma perspectiva circular), de “voltar” (do contexto) ao patrimônio cultural. Isto é capaz de produzir impactos econômicos no contexto que, por sua vez, se tornam novamente insumos para o patrimônio cultural. De fato, esse valor econômico pode ser "reutilizado" para apoiar as atividades incluídas no espaço / local.

Desta forma, para a sustentabilidade dos recursos hídricos subterrâneos e/ou superficiais é necessário rever as políticas de gestão e os muitos fatores, que incluem esgotamento do armazenamento de águas subterrâneas, reduções na vazão, perda potencial de áreas úmidas e ribeirinhas dos ecossistemas, subsidência da terra, intrusão de água e mudanças na qualidade da água subterrânea. Cada sistema de água é único e requer uma análise ajustada à natureza das questões hídricas existentes.

Tais fatores, devem ser vislumbrados à natureza da água e as questões enfrentadas quanto ao esgotamento dos recursos hídricos, incluindo as questões sociais, econômicas e restrições legais que devem ser levadas em consideração. Um dos principais desafios para alcançar a sustentabilidade das águas é enquadrar as implicações hidrológicas às estratégias alternativas de gestão, de tal maneira que possam ser adequadamente avaliados. Entende-se, assim que uma gestão hídrica com implantação de processos relacionados à EC oferece a possibilidade de diminuir riscos de exposição à escassez hídrica, porém não garantem sua completa eliminação.

Conforme os estudos de Velis, Conti e Biermann⁷⁹, os benefícios econômicos da captação de água subterrânea excedem os da água superficial por unidade de volume, pois estas, geralmente se movem lentamente - a velocidades entre 0,01 e 10 m por dia, em condições naturais. A quantidade de tempo que a água subterrânea gasta no armazenamento (ou seja, o tempo de residência) pode variar de dezenas a milhares de anos. As formações geológicas sobrepostas protegem as águas subterrâneas das flutuações climáticas e da poluição. Devido a essas propriedades, a água subterrânea é

⁷⁹ Velis, M., Conti, K., & Biermann, F. (2017). Groundwater and human development: synergies and trade-offs in the context of sustainable development goals. *Sustain Science*, 12 (6):1007-1017

uma fonte de água relativamente confiável e prontamente disponível, que geralmente requer pouco tratamento.

Com essas informações, é possível afirmar que a partir da visão de Ghisellini, Cialani e Ulgiati⁸⁰, Velis, Conti e Biermann⁸¹, Voulvoulis⁸², Girard e Nocca⁸³ e outros pesquisadores que a economia circular para as águas subterrâneas combinada com a implementação de novas tecnologias e a mudança dos padrões de consumo, para atender à crescente escassez da humanidade por recursos, água, energia e alimentos, demandará uma combinação de abordagens, abrangendo conservação, reciclagem, tratamento e manutenção por meios não tradicionais para "criar" nova água.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o objetivo de compreender a forma de reutilização da água de uma perspectiva da economia circular e investigar oportunidades e riscos para a reutilização da água com a transição para essa economia, a reutilização da água como uma ferramenta para aumentar a confiabilidade do abastecimento de água diante de inúmeras incertezas, mostrou-se eficaz a partir do gerenciamento ou reposição adequados.

Com isso, tem-se que a água como elemento essencial e valioso em todas as sociedades, com a economia circular para as águas subterrâneas representa oportunidades para maximizar o seu uso, beneficiando as comunidades locais, regionais, nacionais e transnacionais, além da economia e o meio ambiente globais. Neste tipo de economia, são empregados processos avançados de tratamento, como osmose reversa e processos avançados de oxidação, têm sido demonstrados na Califórnia há quase duas décadas para fornecer água purificada para injeção em águas subterrâneas, como uma

⁸⁰ Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A Circular economy review: the expected transition to a balanced interaction of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 115(15): 11-32.

⁸¹ Velis, M., Conti, K., & Biermann, F. (2017). Groundwater and human development: synergies and trade-offs in the context of sustainable development goals. *Sustain Science*, 12 (6):1007-1017.

⁸² Voulvoulis, N. (2018). Water reuse from a circular economy perspective and potential risks from an unregulated approach. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 2(3): 32-45.

⁸³ Girard, L.F., Nocca, F. (2019). Moving Towards the Circular Economy/City Model: Which Tools for Operationalizing This Model? *Sustainability*, 11(6253):2-48. doi:10.3390/su1122625

ferramenta para conter a intrusão de elementos contaminantes, e aumentar o suprimento de água potável.

E, embora o modelo possa ser empregado em diferentes usos da água, como no setor industrial e doméstico, é imprescindível mudanças de padrões de consumo, bem como a gestão eficaz dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos para atender às necessidades da população humana. Contudo, em muitas áreas do mundo, esse desafio não está sendo suficientemente enfrentado, levando a uma multiplicidade de oportunidades perdidas e a impactos negativos. Essas consequências inevitavelmente se tornam mais graves à medida que o nível de desenvolvimento econômico diminui.

Frente a tudo isso, a gestão dos recursos hídricos deve ser abordada com uma mentalidade holística e sistêmica. Essa abordagem, concernente a economia circular das águas subterrâneas possibilitará grande potencial de recuperação de energia, sistemas de irrigação mais eficientes, sincronia e otimização dos ciclos naturais da água e, um futuro abundante, resiliente e regenerador da água para todos.

REFERÊNCIAS

ASSUNÇÃO, G. M. de. **A gestão ambiental rumo à economia circular: como o Brasil se apresenta nessa discussão.** *Sistemas & Gestão*, 14(2):s/p, 2019.

BARBOSA, G. **O desafio do desenvolvimento sustentável.** *Revista Visões*, 4ª Edição, v. 1, n. 4, p. 7-13, 2008.

BARROS, H. C; PINHEIRO, J. Q. **Mudanças climáticas globais e o cuidado ambiental na percepção de adolescentes: uma aproximação possível.** *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 40, n. 2, p.189-206., 2017.

BENHOSI, K. P., FACHIN, Z. **O meio ambiente e o embate entre a preservação ambiental e o desenvolvimento tecnológico: uma discussão de direitos fundamentais.** *Revista Jurídica Cesumar - Mestrado*, v. 13, n. 1, p. 237-262, 2013.

BERRUETA, V; et al. **Promoting sustainable local development of rural communities and mitigating climate change: the case of Mexico's Patsari improved cookstove project.** *Climatic Change January*, v. 140, n. 1, p. 63–77, 2017.

BOER, J. **The sustainable development fight will be won or lost in our cities.** New York: United Nations University. 2015. Disponível em:

<<http://cpr.unu.edu/the-sustainable-development-fight-will-be-won-or-lost-in-our-cities.html>>. Acesso em: 02 jan. 2020.

COOPER, D. R; SCHINDLER, P. S. **Métodos de pesquisa em administração**. 10 ed. Bookman, Porto Alegre, 2011.

CHOWDHURY, S. **Assessment of exposure to trihalomethanes in municipal drinking water and risk reduction strategy**. Science of The Total Environment, 463–464C, 922–930. 2013. doi: 10.1016 / j.scitotenv.2013.06.104.

CRUZ, P. M; BODNAR, Z. **O novo paradigma de Direito na pós-modernidade**. Porto Alegre - RECHTD/UNISINOS. RECHTD. Revista de Estudos Constitucionais, Hermenêutica e Teoria do Direito, v. 3, p. 75-83, 2011.

DOSSA, Z; KAEUFER, K. **Understanding sustainability innovations through positive ethical networks**. Journal of Business Ethics, [s.l.], v. 119, n. 4, p.543-559, 2013. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s10551-013-1834-8>.

EUROPEAN COMMISSION. **Comissão apresenta resultados do plano de ação para a economia circular**. 2019. Disponível em: https://ec.europa.eu/portugal/news/commission-de-livers-on-circular-economy-action-plan_pt. Acesso em: 07 jan. 2020.

FERNANDES, A. G. **Fechando o ciclo: os benefícios da economia circular para os países em desenvolvimento e as economias emergentes**. Tearfund Brasil; EPEA Brasil; Nures, 2016.

GIRARD, L.F; NOCCA, F. **Moving towards the circular economy/city model: which tools for operationalizing this model?** Sustainability, v. 11, n. 6253, p. 2-48, 2019. doi:10.3390/su1122625

GHISELLINI, P; CIALANI, C; ULGIATI, S. **A circular economy review: the expected transition to a balanced interaction of environmental and economic systems**. Journal of Cleaner Production, v. 115, n. 15, p.11-32, 2016.

MELGAREJO, M. J. **Agua y Economía circular**. 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.14198/Congreso-Nacional-del-Agua-Orihuela-2019>>. Acesso em: 12 jan. 2020

KALKREUTH, W; et al. **Avaliação dos impactos ambientais do processo de combustão na usina termelétrica de Figueira, Paraná**. 2018. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/redecarvao/Sess%C3%B5es_B7_B8_B9/B8_ARTIGO_02.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2020.

LIEDER, M; RASHID, A. **Towards circular economy implementation: a comprehensive review in a context of manufacturing industry**. Journal of Cleaner Production, v. 115, n. 2, p. 36-51, 2016.

LOZANO, R. **Towards better embedding sustainability into companies' systems**: an analysis of voluntary corporate initiatives. *Journal of Cleaner Production*, v. 25, n. 1, p. 14-26, 2012.

MATA DIZ, J. B.; MOURA, J. R. F. de. (. Apontamentos sobre o conceito de governança e sua adoção pela União Europeia. In: Mata Diz, J. B., Silva, A. R. da, & Teixeira, A. V.(org.). (2016). **Integração, estado e governança**. Pará de Minas: Universidade de Itaúna, p. 104.

PASOLD, C. L. **Metodologia da pesquisa jurídica, teoria e prática**. 14.ed.rev.atual. e amp. Florianópolis: EMais, 2018.

RIBEIRO, F. M.; KRUGLIANSKAS, I. **A economia circular no contexto europeu**: conceito e potenciais de contribuição na modernização das políticas de resíduos sólidos. In: XVI ENGEMA - Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. Anais, 2014.

SASAKOVA, N; et al. **Pollution of surface and ground water by sources related to agricultural activitie**. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, v. 2, n. 42, p. 2-11, jul, 2018.

SACHS, I. **Palestra proferida no Seminário Internacional de Ciência e Tecnologia Para uma Moderna Civilização Baseada em Biomassa**. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <
<http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/viewFile/17897/10251>>. Acesso em: 12 jan. 2020.

SANTOS, G. M. A. Gestão ambiental e economia circular: ações propostas para o Brasil. In: Locatelli, M. R. C (Org.). **Sustentabilidade e responsabilidade social**. Vol. 9. Belo Horizonte, MG: Poisson. Cap. 12. pp. 137-148, 20189.

SPANGENBERG, J. H. **Towards social and ecological transitions**: circular economy experiences, conclusions and beyond. 3. GRF Conference, University of Sussex. s/p, 2017.

VELIS, M; CONTI, K; BIERMANN, F. **Groundwater and human development**: synergies and trade-offs in the context of sustainable development goals. *Sustain Science*, v. 12, n. 6, p.1007-1017, 2017.

VOULVOULIS, N. **Water reuse from a circular economy perspective and potential risks from an unregulated approach**. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 2(3): 32-45, 2018.

ZIEGLER, R. **Viewpoint – water innovation for a circular economy**: the contribution of grassroots actors. *Water Alternatives*, v. 12, n. 2, p. 774-787, 2019.