

Reúso da água na agricultura: a realidade brasileira e experiências internacionais

RESUMO

Letiane Thomas Hendges

letiane.hendges@hotmail.com

Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Cerro Largo, Brasil.

Bianca dos Santos Antes

biaantes@hotmail.com

Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Cerro Largo, Brasil.

Aline Raquel Müller Tones

aline.tones@uffs.edu.br

Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Cerro Largo, Brasil.

O reúso da água se apresenta como uma prática importante para auxiliar o gerenciamento dos recursos hídricos, principalmente em regiões áridas e semi-áridas, auxiliando na promoção do desenvolvimento sustentável da agricultura. Desse modo, o reúso da água para fins agrícolas tem-se difundido em todo o mundo, inclusive no Brasil. Porém, práticas inadequadas de utilização de águas residuárias podem causar danos à saúde humana e animal e também ao meio ambiente. Sendo assim, países como Espanha, China, Estados Unidos, Portugal e Israel elaboraram legislações e regulamentações que definem diretrizes e parâmetros com intuito de incentivar e auxiliar a prática do reúso na agricultura, bem como também medidas de proteção que visam minimizar os riscos à saúde. Entretanto, no Brasil observa-se que esta atividade é exercida sem normativas específicas. Na Espanha, China e Portugal, os decretos emitidos apontam para a adoção de medidas que garantem a segurança na aplicação de águas residuárias na agricultura, assim como a garantia desse recurso para as gerações futuras conforme as características e as necessidades de cada país. Já nos Estados Unidos, os padrões de uso dessas águas são definidos pela Environmental Protection Agency (EPA), e servem de referência para muitos países elaborarem suas próprias legislações. Já em países como Israel, esta prática já está difundida há décadas e possui legislações bem consolidadas.

PALAVRAS-CHAVE: reutilização; riscos à saúde; legislação ambiental.

INTRODUÇÃO

A segurança e a sustentabilidade do abastecimento de água correspondem a uma preocupação crescente da população. A escassez de água é um dos principais desafios do século XXI e pode ser atribuída a distribuição desigual desse recurso ao redor do mundo, seguido pela crescente necessidade de recursos hídricos em virtude do crescimento demográfico, econômico e melhoria dos padrões de vida.

A reutilização, reciclagem e recuperação de efluentes fornece uma alternativa sustentável ao estresse hídrico, podendo ser utilizada para irrigação, fins industriais, residenciais, entre outros, com base na satisfação dos padrões de qualidade, diminuindo as retiradas dos sistemas de água doce, bem como o volume de águas residuais lançadas em corpos hídricos.

A utilização de águas residuárias na agricultura é uma prática que ocorre há séculos, porém nos últimos anos vem recebendo atenção especial devido à escassez de recursos hídricos em muitos países (PEDRERO et al., 2010). Assim, segundo Barros et al. (2015), com o aumento do volume de águas residuárias, a prática de reúso, se mostra como uma alternativa de baixo custo à água de irrigação convencional, além de apoiar a subsistência e de gerar um valor considerável a agricultura

O reúso de água residual para fins de irrigação é uma prática viável e que pode ser utilizada em diferentes espécies de plantas. Em diversos países, como China, Espanha, Israel, Portugal e Estados Unidos, já existem grandes áreas irrigadas com águas residuais. Em nível de propriedade agrícola, o reúso de águas residuais oriundas da criação de animais também pode ocorrer. Estudos nessa área têm sido realizados por muitas universidades brasileiras e internacionais, com destaque para o seu uso na irrigação e fertilização de diversas espécies de plantas (EMBRAPA, 2014).

A utilização de águas residuárias não diluídas ainda é comum em muitos lugares, pois apresentam grande quantidade de nutrientes ou são mais baratas do que a água de fontes superficiais ou subterrâneas. Porém, essa prática pode prejudicar a saúde humana e o meio ambiente se não obter tratamento adequado, devido aos patógenos, metais pesados e demais componentes indesejáveis presentes. Além disso, tanto agricultores, consumidores e agências governamentais em muitos países não estão plenamente conscientes sobre os impactos do uso de águas residuárias na irrigação (QADIR et al., 2010).

As principais contribuições desse trabalho estão relacionadas ao uso de estudos referentes ao reúso da água na irrigação, praticada a nível nacional e internacional, enfatizando as diferentes abordagens em termos de legislação ambiental. expondo, desse modo, possibilidades que possam ser adotadas com vistas a aperfeiçoar o sistema de gestão e reúso de recursos hídricos no Brasil.

RISCOS A SAÚDE ASSOCIADOS AO REÚSO DA ÁGUA NA IRRIGAÇÃO

Considerando os riscos a saúde humana na utilização de águas residuárias sem o devido tratamento, os agricultores e consumidores ficam expostos à patógenos como vermes parasitas, protozoários, vírus, bactérias e a traços de elementos orgânicos e inorgânicos, pois desconhecem o risco inerente ao

manuseio de efluentes que não receberam o devido tratamento (QADIR et al., 2010).

Conforme relatado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (2014), na maioria dos casos a transmissão de doenças via água de irrigação ocorre principalmente por meio de hortaliças e frutas irrigadas com águas contaminadas por esgotos domésticos e consumidas pela população sem tratamento. Além disso, o tipo de produto vegetal, o tempo decorrido entre o contato com a água e a colheita, a persistência do patógeno no ambiente e as práticas de manipulação da água e dos produtos a serem consumidos, também podem influenciar na transmissão de doenças a qual o trabalhador e o consumidor estão expostos (EMBRAPA, 2014).

Segundo Sano et. al. (2016), os vírus entéricos devem receber atenção especial em função de serem excretados em maior número em relação aos demais patógenos entéricos, e principalmente por causarem doenças infecciosas a indivíduos suscetíveis. Tratamentos convencionais de filtração, cloração, irradiação UV e ozonização não são capazes de remover esses vírus das águas residuárias, podendo tornar-se assim um problema de saúde importante à população e também um problema para os reguladores de saúde pública quanto à delimitação de padrões de qualidade da água de reúso para a irrigação e demais usos (OKOH; SIBADA; GUSHA, 2010).

Além do potencial de transmissão de uma série de doenças ao homem, o uso de águas residuais para fins de irrigação também pode apresentar riscos ao meio ambiente, com destaque ao solo, águas subterrâneas e superficiais. Apesar de vários parâmetros e processos técnicos já terem sido estabelecidos, principalmente para regiões de clima temperado, vários fatores ainda necessitam ser mais bem elucidados, sobretudo para condições tropicais (SCHOEN; GARLAND, 2017).

REÚSO DA ÁGUA NA AGRICULTURA NO BRASIL

No Brasil, o uso de águas residuárias iniciou-se nos engenhos de cana de açúcar, com a utilização do efluente originário das destilarias de álcool para irrigar as plantações de cana. Posteriormente, a preocupação de algumas indústrias com a escassez de água fez com que algumas fábricas no estado de São Paulo, iniciassem um programa de reúso de água para refrigeração de seus processos de fabricação (LEITE, 2003). Porém, em termos de políticas públicas, o Brasil ainda está em fase inicial na efetivação e regulamentação de parâmetros técnicos a serem utilizados para a utilização de água de reúso (CUNHA et al., 2011).

As sinalizações da Constituição Federal brasileira de 1988 para criação de um Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e as definições da Lei Nº 9.433 de 1997, com os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, em especial, com a necessidade de outorga pelo uso dos recursos hídricos e de possibilidade de cobrança pelo uso dos recursos hídricos que forem outorgados, constituíram-se em razões adicionais para que as indústrias e os responsáveis pelos usos agrícolas passassem a considerar o reúso de águas servidas como opção para suas atividades, principalmente, de acordo com Barro et al. (2015), a agricultura.

Um primeiro avanço nesse campo foi obtido junto ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) com a Resolução Nº 54, em 28 de novembro de 2005, que estabeleceu modalidades e diretrizes gerais que regulamentam e estimulam a prática de reúso direto não potável de água em todo o território nacional. Esta Resolução foi à primeira de uma série de resoluções posteriores que tratam das especificidades inerentes a diversas modalidades de reúso da água. Já em 16 de dezembro de 2010, foi aprovada pelo CNRH a Resolução Nº 121, que estabelece diretrizes e critérios para a prática do reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal.

Para que a prática de reúso na agricultura no Brasil seja desenvolvida de forma adequada é necessária à criação de uma legislação federal mais específica e eficiente com normas e diretrizes que definam os conceitos, parâmetros e restrições ao reúso das águas. Até o momento existem algumas legislações estaduais e/ou municipais que abordam apenas alguns parâmetros de qualidade para a água de reúso, como o estado do Ceará e o município de Maringá/PR (ARAÚJO; SANTOS; SOUZA, 2017).

No Brasil, o principal instrumento utilizado para a prática de reúso que define parâmetros é a Norma Brasileira da Associação Brasileira de Normas técnicas (ABNT) - NBR 13.969 de 1997, que classifica apenas o reúso local, a partir de parâmetros físico-químicos de qualidade (pH, turbidez, coliforme fecal, sólidos dissolvidos totais e cloro residual) e também a sua adequada aplicação de acordo com quatro classes determinadas. Porém, esta norma não pode servir como instrumento para a adequação de parâmetros para posterior reúso na agricultura, justificando assim a necessidade da elaboração de um instrumento que os determine para a aplicação da água de reúso em tal atividade.

De acordo com Hespanhol (2002), mais 70% das águas consumidas no Brasil são destinados à agricultura. Desse modo, o reúso consciente e planejado de águas provenientes de drenagem agrícola, águas salobras, de chuva e esgotos domésticos e industriais, constitui-se como o instrumento mais eficaz para garantir a sustentabilidade da gestão dos recursos hídricos nacionais, principalmente como uma medida para atenuar o problema da escassez hídrica para os agricultores no semiárido (BARROS et al., 2015).

EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS DE REÚSO DA ÁGUA NA AGRICULTURA

REÚSO DA ÁGUA NA AGRICULTURA DA ESPANHA

Ne Segundo o Ministério da Agricultura, Pesca, Alimentação e Meio Ambiente (2008), na Espanha, os recursos hídricos são estimados em cerca de 100.000 hm³/ano, sendo que 74 % correspondem a águas superficiais e 26 % a águas subterrâneas e sua demanda atual é estimada em 353.310 hm³/ano. O país conta com uma distribuição irregular dos recursos hídricos em seu país, resultando em situações de déficit hídrico em parte de seu território.

As preocupações sobre os recursos hídricos na Espanha se devem ao aumento da demanda nos setores urbanos, agrícola, industrial entre outros; e a estudos que apontam a redução de precipitação na segunda parte do século XX e projeções que mostram um novo declínio e maior irregularidade no futuro. Dentro disso, a

irrigação é a maior consumidora de água no país, correspondendo a 68 % do consumo de água. Assim, a reutilização de águas residuais na agricultura na Espanha assume um papel importante, pois conduz uma gestão mais eficaz dos recursos hídricos (THUY; PALMA; GUNN, 2014).

Desse modo, o Real Decreto-Lei 11 de 28 de Dezembro de 1995 foi elaborado no contexto da implementação da Diretiva Européia 91/271/CEE, que determina que os Estados-Membros devem tomar as medidas necessárias para assegurar que águas residuárias sejam devidamente tratadas antes de sua descarga. Assim, esse Real Decreto-Lei 11/95 tem sido a principal ferramenta de planejamento do desenvolvimento de diferentes infraestruturas envolvendo águas residuais municipais e o tratamento dessas águas, visando limitar os efeitos poluentes das águas residuais, a fim de assegurar a proteção ambiental.

Em 1996, o Ministério do Meio Ambiente desenvolveu o esboço sobre o uso de águas residuárias recuperadas. Após anos de debate em comissões e fóruns, esse projeto foi aprovado como Real Decreto-Lei 1620/2007, de Reutilização Purificada da Água, através do qual são determinados os direitos, deveres, garantias, vantagens, proibições e penalidades aplicáveis sobre a reutilização de águas residuárias tratadas (PEDRERO et al., 2010). Os critérios estabelecidos foram baseados nos requisitos contemplados pela Organização Mundial da Saúde (OMS), que estabeleceram qualidades mínimas para reutilização direta (DENIZ; SADHWANI; VEZA, 2010).

O Real Decreto-Lei 1620/2007 apresenta 12 usos estabelecidos e agrupados nas seguintes seções principais: i) urbano; ii) Agrícola; iii) Industrial; iv) Recreativa e v) Ambiental. Para o uso agrícola são consideradas características microbiológicas (nematóides, coliformes fecais, legionella.), físicas (sólidos em suspensão, turbidez, condutividade) e químicas (Boro (Br), Arsênio (As), Berílio (Be), Cádmiio (Cd), Cobalto (Co), Cromo (Cr), Manganês (Mn), Molibdênio (Mo), Níquel (Ni), Selênio (Se) e Vanádio (V)).

REÚSO DA ÁGUA NA AGRICULTURA DA CHINA

A China é o país que detém a maior população do mundo, porém a disponibilidade de recursos hídricos per capita é muito limitada e a sua distribuição ocorre de forma desigual em diferentes regiões, onde aproximadamente 667 cidades sofrem com a escassez de água. No entanto, o aumento das demandas e o mau uso dos recursos hídricos nos últimos anos agravaram a situação de estresse hídrico e contaminação das águas no país, em que do total da água superficial disponível, 27% apresenta qualidade classificada como abaixo do nível mais inferior de classe previsto no padrão nacional da água na China, podendo ser destinados somente para a irrigação agrícola (CHU, 2004).

Nesse cenário, as políticas Chinesas iniciaram um projeto de emissão de medidas encorajando a utilização de água residual recuperadas, através do Ato da Água revisada da República Popular da China, executado em 2002. Com o avanço dessa estratégia, os governos central e local emitiram políticas destinadas a promover a reciclagem de águas residuais. Desse modo, as análises de políticas de reutilização e recuperação de águas residuais foram incorporadas nas pesquisas de políticas de recursos hídricos como um elemento essencial de proteção dos corpos hídricos (CHANG; MA; WANG, 2013).

Para ampliar a recuperação e reutilização de águas residuais, foram determinados padrões de qualidade para diferentes reutilizações de águas residuais, incluindo reutilização no meio ambiente (Guobiao Recommended Standards (GBT) 18921 - 2002), reutilização urbana diversa (GBT 18920 - 2002), e reutilização industrial (GBT 19923 - 2005). Para a reutilização na irrigação das terras agrícolas, foi emitido em 2007 o Guobiao Standards (GB) 20922, aprovada pelo Ministério da Proteção Ambiental (MEP) e pela Administração Geral de Supervisão, Inspeção e Quarentena de Qualidade (GAQSIQ) (CHANG; MA, 2012).

A GB 20922 de 2007, define diferentes padrões de qualidade de água de reúso para a irrigação de diferentes culturas, divididas em quatro categorias: culturas oleaginosas, algodão, arroz e pastagens. Os parâmetros delimitam características físicas (turbidez, pH, sólidos suspensos e sólidos totais dissolvidos), características químicas (oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), nitrogênio amoniacal (NH₃-N), Sulfonato de Alquilbenzeno Linear (LAS), Mercúrio (Hg), Cádmio (Cd), Arsênio (As), Cromio (Cr), Chumbo (Pb), Ferro (Fe) e Manganês (Mn)) e também características microbiológicas (coliformes fecais) (LYU et al., 2015).

Para gerenciar riscos a saúde do trabalhador e do consumidor, são seguidas as diretrizes para reutilização segura de águas residuais na agricultura da Organização Mundial de Saúde (OMS), que incluem opções de manuseio em toda a cadeia, desde o cultivo até o consumo. Porém, as instituições chinesas que fornecem os treinamentos necessários para cumprir os regulamentos são, em geral, fracas e precisam ser fortalecidas, principalmente em locais de baixa renda (MURRAY; RAY, 2010).

Porém, de acordo com Chang e Ma (2012), ainda há pouco acordo em termos de exigência em tecnologias de tratamento, parâmetros e limites numéricos, e protocolos de monitoramento para o reúso de águas residuárias. Até agora, embora tenham sido emitidos padrões de qualidade da água para diferentes usos de água recuperada na agricultura, a reutilização continua sendo questionável porque a água recuperada de uma agência é frequentemente distribuída para diferentes usuários finais que realizam atividades distintas entre si, e que necessitariam de uma água com qualidade diferenciada.

REÚSO DA ÁGUA NA AGRICULTURA DOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

De acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) (2016), os Estados Unidos (EUA) contam com um saldo hídrico de 715 mm / ano. Considerando a irrigação, esta representa 38 % das retiradas totais de água doce considerando todos os usos, ou seja, 61 % das retiradas de água sem considerar a energia termoelétrica. É importante salientar que 57 % das retiradas da água para irrigação provém de águas superficiais, sendo o restante proveniente de águas subterrâneas (MAUPIN et al., 2014). De acordo com a FAO (2016) cerca de 26.708 mil hectares estão equipadas para a irrigação, sendo 85 % dessa área equipada, efetivamente irrigada.

Nos EUA, as diretrizes para a qualidade da água a ser reutilizada, são sugeridas pela Agência de Proteção Ambiental (EPA) e cada estado do país estabelece seus próprios padrões de qualidades baseados nessas diretrizes. Se comparados aos padrões da OMS, os padrões aplicados pelos EUA são mais rígidos, onde estados

como Texas e Florida, por exemplo, proíbem o contato direto com a água de irrigação, porém a Califórnia, que estabeleceu os primeiros regulamentos de reúso de águas residuais para irrigação em 1918 permite o contato, porém a qualidade da água residuária é semelhante aos padrões da água potável (JEONG; KIM; JANG, 2016)

Dessa forma, a prática de reúso é goveranda a nível federal, porém cada estado possui seus guias e regulamentações. Porém, certos parâmetros foram impostos para as águas residuárias, a fim de garantir que seja produzida uma água com boa qualidade. Assim, é necessária a adoção de formas de tratamento das águas residuárias que promovem a remoção de patógenos, nutrientes, traços de elementos orgânicos, metais, entre outros compostos (CHAIDEZ; JIMENEZ, 2013). Para isso, em 2012 foi lançado pela EPA o "Guia de Reúso da Água", no qual são descritos diversos tipos de reúso, entre eles o reúso na agricultura.

Esse Guia de Reúso da Água estabelece uma série de parâmetros para o uso de águas residuárias na agricultura, como os microbiológicos (coliformes fecais), parâmetros físicos (turbidez, pH, sólidos suspensos) e parâmetros químicos como (Alumínio (Al), Arsênio (As), Boro (B), Cádmi (Cd), Cobre (Cu), Chumbo (Pb), Mercúrio (Hg) e Manganês (Mn), DBO entre outros). Ainda, segundo esse Guia, a água pode ser reutilizada em culturas dos alimentos não processados e processados, onde os valores para irrigação de lugares públicos ou de alimentos que serão consumidos sem processamento são mais restritivos em comparação aos alimentos que serão processados.

REÚSO DA ÁGUA NA AGRICULTURA DE PORTUGAL

Portugal apresenta um saldo hidrológico médio de 950 mm / ano, caracterizando relativa abundância. Porém a precipitação apresenta uma distribuição espacial irregular, acentuada sazonalidade, sendo o período de chuva concentrado entre o final do outono e o início da primavera, e irregularidade interanual, ou seja, ao longo dos anos, devido ao clima atlântico/mediterrâneo (AGÊNCIA PORTUGUESA DE ÁGUA, 2015).

Em Portugal foram publicadas diretrizes para a reutilização de águas residuais na irrigação, como a Norma Portuguesa (NP) N° 4434 de 2005. Essa norma fornece orientações sobre a utilização de águas residuais tratadas na irrigação agrícola, como culturas, florestas e viveiros, como também na irrigação paisagística, como parques, jardins, campos desportivos (como de golfe). Essa normativa é o primeiro documento padrão do país que apresenta critérios de qualidade das águas residuárias e orientações sobre demais aspectos que visam garantir práticas seguras como a seleção dos equipamentos e métodos utilizados para a irrigação (MATOS et al., 2014).

Os níveis de qualidade resultantes da água tratada dependem do uso pretendido na agricultura, isso porque, determinadas utilizações são mais susceptíveis à contaminação do que outras, se aderindo a superfície da planta. Assim, a NP 4434/05 agrupa em 4 classes as culturas a serem regadas, considerando o seu nível de contaminação microbiológica que pode ocorrer devido à rega com a água residuária tratada, considerando os padrões recomendados pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO). Desse modo, os utilizadores de águas residuárias tratadas devem garantir que as

quantidades de poluentes aplicadas são adequadas com as plantas a regar, a fim de não prejudicar a saúde pública e o meio ambiente (MONTE; ALBUQUERQUE, 2010).

A classe A, considera as culturas hortícolas para o consumo cru; a classe B abrange parques e jardins públicos e relvados para a prática de desportos, zonas florestadas com acesso para o público. A classe C, leva em conta as culturas hortícolas para consumir cozinhadas, culturas forrageiras, vinhas e pomares. A classe D considera as culturas cerealíferas, com exclusão do arroz, culturas hortícolas para processamento industrial, culturas destinadas à produção de matérias-primas para as indústrias têxtil, extração de óleos e essências vegetais e similares, culturas florestais e relvados situados em locais de difícil acesso para o público ou com acesso controlado (MONTE, 2007).

De acordo com Monte (2007). os critérios de qualidade de águas residuais tratadas para rega agrícola propostos para Portugal envolvem parâmetros microbiológicos (Coliformes fecais) apenas e para rega de campos de golfe e espaços verdes sem restrição de acesso envolvem parâmetros microbiológicos (Coliformes fecais) e físicos (sólidos totais dissolvidos (STD)) e químicos (Cério (Ce), Cloro (Cl), Azoto (N), Fósforo (P), metais).

REÚSO DA ÁGUA NA AGRICULTURA EM ISRAEL

Em Israel as fontes naturais de água doce são escassas para suprir a demanda dos cerca de dois bilhões de metros cúbicos necessários para atender as múltiplas demandas deste recurso. Apesar disso, tem uma agricultura desenvolvida e raramente passa por crises hídricas, pois adotou o uso intensivo de águas residuárias como a principal fonte de irrigação. Atualmente, mais de metade da água de irrigação utilizada pelos agricultores é de efluentes reciclados, correspondendo a 83% de todo o esgoto que é tratado. Os 17% dos efluentes que não são utilizados pela agricultura são lançados em córregos, fazendo com que muitas correntes intermitentes naturalmente fluam perenemente (REZNIK et al., 2017).

O reúso de água passou a ser praticado intensivamente em Israel desde 1963, sendo tratada como política pública para a gestão de recursos hídricos no país conforme definido pela Lei Nº 5719 de 1959, conhecida como Lei da Água. No país estão em vigor atualmente duas normas atualizadas baseadas no British Standards (BS) para a disposição e reúso da água, a BS-8525-1 de 2010 e a BS-8525-2 de 2011, respectivamente. A primeira trata de parâmetros para disposição em corpo hídrico para posterior uso na agricultura e a segunda estabelece limites máximos de contaminantes para águas residuárias tratadas com destinação direta ao reúso no serviço à população (LIBHABER, 2012).

Na BS-8525-1 de 2010 são definidos os limites para os parâmetros coliformes fecais, DBO, SST, DQO, Nitrogênio total, Fósforo e Cloro residual. Esta norma também enfatiza os valores de coliformes fecais e ovos de helmintos. Já a BS-8525-2 de 2011, define os limites máximos permitidos de contaminantes de acordo com o tipo de uso, dividido em contato direto e contato indireto. Os parâmetros definidos são coliformes fecais, quantidade de ovos de helmintos, presença de óleos e gorduras, DBO e SST (ORON et al., 2014).

De acordo com Tal (2015), as concentrações de coliformes e a poluição fecal em lixiviados dos leitos de cultivo são baixas em comparação às das fontes de irrigação convencionais. Isto se deve a fato de as águas residuárias sofrerem tratamento a nível secundário utilizando lodos ativados, e em alguns casos passam até mesmo por tratamento terciário. Sendo assim, desde a década de 1970, nenhum efeito associado à saúde foi identificado, comprovando desse modo a eficiência dos sistemas de tratamento empregados.

DISCUSSÕES

Conforme relatado, em 12 de dezembro de 2010 entrou em vigor a Resolução N° 121, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, e a partir dessa são estabelecidos diretrizes e critérios para a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal. Essa Resolução não define parâmetros específicos de qualidade de água para reúso direto não potável, especificando apenas que a aplicação da água de reúso não pode apresentar risco ou causar danos ambientais e a saúde pública.

Fica a critério do produtor, adequar a água de reúso quanto à qualidade que este necessita para realizar a irrigação de suas culturas. Logo, esta prática, associada à falta de legislações pertinentes que estipulem parâmetros de qualidade, pode trazer riscos a saúde do trabalhador bem como do consumidor, principalmente quando estas culturas irrigadas serão destinadas a alimentação humana e animal.

Diferente da realidade brasileira, países como Espanha, China, EUA, Portugal e Israel possuem legislações a tempo consolidadas em relação ao reúso de águas residuárias na agricultura. Os parâmetros físicos, químicos e biológicos adotados nesses países foram baseados nos parâmetros definidos por organizações como a OMS, FAO e EPA em função das características de solo, clima, culturas agrícolas e necessidade hídrica do país em questão, a fim de possibilitar o reúso da água na agricultura de forma segura em termos de saúde humana e ambiental.

Na Espanha, de acordo com Deniz (2010), a legislação nacional mais recente sobre a reutilização de águas tratadas definiu os critérios de qualidade de acordo com o destino da água a ser reutilizada, considerando maior quantidade de critérios de análises fornecidos pela OMS. Assim, os valores dos parâmetros variam em função do tipo de cultura a ser irrigada, onde para alimentos crus, os valores recomendados são geralmente mais rigorosos do que para alimentos processados ou utilizadas como pastagens ou culturas energéticas (BECERRA-CASTRO et al., 2015). Com isso, a regulamentação espanhola apresenta a maioria das categorias de reúso de água residuária tratada (SANZ; GAWLIK, 2014).

Considerando a China, sua legislação institui diferentes padrões para diferentes culturas, como pastagens, arroz, culturas oleaginosas e algodão. Além disso, de acordo com Chang e Ma (2012), a legislação desse país estipula que os trabalhadores que entram em contato com a água devem ter um treinamento sobre o uso de águas residuárias na agricultura, baseadas nos guias emitidos pela OMS.

Os EUA reutilizam águas residuárias na agricultura irrigando diferentes tipos de culturas e essa reutilização está bem documentada (JEONG et al., 2016). Nesse país, podem ser encontradas técnicas de saneamento e tratamento altamente

eficazes em instalações de recuperação planejadas, sendo, porém uma abordagem cara, mas que reduz o risco ao mínimo de contaminações (MATEO-SAGASTA et al., 2013). Assim, os parâmetros exigidos pela EPA e pelas legislações estaduais são rigorosos, sendo eliminado totalmente o risco de infecção (JEONG; KIM; JANG, 2016). Além disso, foram estabelecidos valores limiares diferentes em função do tipo de culturas irrigadas (BECERRA-CASTRO et al., 2015).

Em Portugal, conforme apontado por Sanz e Gawlik (2014), os padrões de reúso da água são orientações, mas essas são levadas em consideração pelo governo nacional ao emitir licenças de reutilização da água, além disso, essas orientações se referindo unicamente aos efluentes urbanos tratados, enquanto que na Espanha são considerados também os efluentes industriais. Essas orientações também fornecem diretrizes para a seleção de equipamentos, métodos de irrigação e para proteção ambiental e monitoramento do impacto ambiental em áreas irrigadas com águas residuais tratadas (MONTE, 2007).

A legislação em Israel trata os valores limiares estabelecidos devem ser cumpridos independentemente do uso pretendido para as culturas irrigadas (BECERRA-CASTRO et al., 2015). Com isso, segundo Tal (2015), desde 1970 não foram identificados quaisquer efeitos adversos relacionados a saúde, sugerindo que isso se deve ao cumprimento dos valores estipulados para os parâmetros de qualidade da água e execução da legislação pertinente no país. Não menos importante, a adoção de boas práticas, tem também papel fundamental na prevenção de riscos em relação ao uso de águas residuárias principalmente para a irrigação.

CONCLUSÕES

No Brasil, a atividade de utilização de águas residuárias para fins agrícolas é prática de longa data, no entanto, é exercida de maneira informal e sem maiores cuidados com o meio ambiente e a saúde pública. Desse modo, torna-se necessário institucionalizar, regulamentar e promover esse método de reciclagem de águas residuárias através da criação de estruturas de gestão, definição de legislação e disseminação de informações compatíveis com as nossas condições técnicas, culturais e socioeconômicas.

Países como Espanha, China, Estados Unidos, Portugal e Israel elaboraram legislações e regulamentações que definem diretrizes e parâmetros com intuito de incentivar e auxiliar a prática do reúso, bem como também medidas de proteção que visam minimizar os riscos à saúde. Sendo assim, considerando as reduzidas experiências brasileiras em reúso planejado e institucionalizado, o arcabouço legal instituído nesses países pode fornecer subsídios para o desenvolvimento de padrões e códigos de prática, adaptados as características regionais e locais do território brasileiro.

Reuse of water in agriculture: the brazilian reality and international experiences

Abstract

The reuse of water is an important practice to assist the management of water resources, especially in arid and semi-arid regions, helping to promote the sustainable development of agriculture. Thus, the reuse of water for agricultural purposes has spread throughout the world, including in Brazil. However, improper wastewater practices can cause harm to human and animal health as well as to the environment. As a result, countries such as Spain, China, the United States, Portugal and Israel have developed legislation and regulations that define guidelines and parameters to encourage and assist the practice of reuse in agriculture, as well as protection measures aimed at minimizing health risks. However, in Brazil it is observed that this activity is carried out without specific regulations. In Spain, China and Portugal, the decrees issued indicate the adoption of measures to ensure the safety of the application of wastewater in agriculture, as well as the guarantee of this resource for future generations according to the characteristics and needs of each country. In the United States, water use patterns are defined by the Environmental Protection Agency (EPA), and serve as a reference for many countries to develop their own legislation. In countries like Israel, this practice has been widespread for decades and has well-established legislation.

KEYWORDS: water reuse; health; legislation.

REFERÊNCIAS

- ATKINS AGÊNCIA PORTUGUESA DE ÁGUA. **Plano Nacional da Água**. 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13969: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997
- ARAÚJO, B. M.; SANTOS, A. S. P.; SOUZA, F. P.. Comparativo econômico entre o custo estimado do reúso do efluente de efluente para fins industriais não potáveis e o valor da água potável para a região sudeste do Brasil. **Perspectiva Online**, Campos dos Goytacazes, v. 7, n. 17, p.51-61, fev. 2017.
- BS-8525-1, 2010. British Standards Part 1: Greywater Systems: Code and Practices. Issued by the British Standards Institution, London, UK, ISBN 978 0 580 63 475 8. BSI, p-54.
- BS-8525-2, 2011. Greywater Systems Part 2: Domestic Greywater Treatment Equipment, Requirements and Test Methods. Issued by the British Standards Institution, London, UK, ISBN 978 0 580 63 476 5. BSI, p-32.
- BARROS, H. M. M. et al. Reúso de água na agricultura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 10, n. 5, p.1-6, dez. 2015. Edição Especial.
- BECERRA-CASTRO, C. et al. Wastewater reuse in irrigation: A microbiological perspective on implications in soil fertility and human and environmental health. **Environment International**, v. 75, p. 117–135, 2015.
- CHAIDEZ, M. S.; JIMENEZ, M. Water: waste, recycling and irrigation in fresh produce processing. In: GLOBAL SAFETY OF FRESH PRODUCE: A HANDBOOK OF BEST PRACTICE, I. C. S. A. C. S. **Global Safety of Fresh Produce: A Handbook of Best Practice**, Innovative Commercial Solutions and Case Studies. 1. ed.: Woodhead Publishing , 2013. p. 119-132.
- CHANG, D.; MA, Z.. Wastewater reclamation and reuse in Beijing: Influence factors and policy implications. **Desalination**, China, v. 1, n. 297, p.72-78, maio 2012.
- CHANG, D.; MA, Z.; WANG, X.. Framework of wastewater reclamation and reuse policies (WRRPs) in China: Comparative analysis across levels and areas. **Environmental Science & Policy**, China, v. 1, n. 33, p.41-52, jun. 2013.
- CHU, J. Wastewater reuse potential analysis: implications for China's water resources management. **Water Research**, China, v. 1, n. 38, p.2746-2756, abr. 2004.
- CNRH - **CONSELHO NACIONAL DOS RECURSOS HIDRICOS**. Resolução 121 de 2010.
- CNRH - **CONSELHO NACIONAL DOS RECURSOS HIDRICOS**. Resolução 54 de 2005.
- CUNHA, A. H. N. et al. O reúso de água no Brasil: a importância da reutilização de água no país. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 13, p.1225-1248, nov. 2011.

DENIZ, F.; SADHWANI, J. J.; VEZA, J. M. New quality criteria in wastewater reuse The case of Gran Canaria. **Desalination**, v. 250, p. 716–722, 2010.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Reúso da água na agricultura**. Embrapa Hortaliças, 2014. 200 p.

ESPANHA. Real Decret- Lei 11, de 28 de Dezembro 1995. **Boletín Oficial del Estado**.

ESPANHA. Real Decret- Lei 1620, de 7 de Dezembro 2007. **Boletín Oficial del Estado**.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Country Fact Sheet: United States of America. **AQUASTAT**, 2016.

Disponível em:
<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/cf/readPdf.html?f=USA-CF_eng.pdf>. Acesso em: 2017 Junho 11.

HESPANHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.7, n. 4, p.75-95, 2002.

ISRAEL. **LEY 5719 - 1959**. Water Law. Disponível em:<<http://www.mfa.gov.il/mfa/pressroom/1998/pages/the%20water%20law%20of%20195>>. Acesso em: 04 de jun. 2017.

JEONG, H. et al. Classification of Wastewater Reuse for Agriculture: A Case Study in South Korea. **Irrigation and Drainage**, v. 65, p. 76–85, 2016.

JEONG, H.; KIM, H.; JANG, T. Irrigation Water Quality Standards for Indirect Wastewater Reuse in Agriculture: A Contribution toward Sustainable Wastewater Reuse in South Korea. **Water**, v. 8, p. 1-18, 2016.

Lei 9.433 – **Política Nacional de Recursos Hídricos**, de 1997.

LEITE, A. M. **Reúso de água na gestão integrada de recursos hídricos**, 2003. Dissertação (Mestrado) – Universidade Católica de Brasília.

LIBHABER, M., Experiência do reúso de água em Israel. 1º Simpósio Internacional de reúso de água, Curitiba. p.123. 2012.

LIMA, J. E. F. W. **Recursos hídricos no Brasil e no mundo**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 46 p.

LYU, S. et al. Wastewater reclamation and reuse in China: Opportunities and challenges. **Journal of Environmental Sciences**. v. 39, p.86-96, jan. 2015.

MATEO-SAGASTA, J. et al. **Proceedings of the UN-Water project on the Safe Use of Wastewater in Agriculture**. Bonn: UNW-DPC, v. 11, 2013.

MATOS, C. et al. Wastewater and greywater reuse on irrigation in centralized and decentralized systems — An integrated approach on water quality, energy consumption and CO2 emissions. **Science of The Total Environment**, v. 493, p. 463–471, 2014.

MAUPIN, M. A. et al. **Estimated Use of Water in**. Reston: U.S. Geological Survey, 2014.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PESCA, ALIMENTAÇÃO E MEIO AMBIENTE. Plano Nacional de Irrigação. Madrid, 2008. 486 p.

MONTE, H. M. Guidelines for Good Practice of Water Reuse for Irrigation: Portuguese Standard NP 4434. In: ZAIDI, M. K. **Wastewater**

Reuse - Risk Assessment, Decision-Making and Environmental Security. Istanbul: Springer, 2007. Cap. 7, p. 253-266.

MONTE, H. M.; ALBUQUERQUE, A. **Reutilização de Águas Residuais.** Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos. Portugal, v. 14, 2010.

MURRAY, A.; RAY, I.. Wastewater for agriculture: A reuse-oriented planning model and its application in peri-urban China. **Water Research.** v. 44, n. 5, p.1667-1679, mar. 2010.

PEDRERO, F. et al. Use of treated municipal wastewater in irrigated agriculture—Review of some practices in Spain and Greece. **Agricultural Water Management,** v. 97, p. 233–1241, 2010.

QADIR, M. et al. The challenges of wastewater irrigation in developing countries. *Agricultural Water Management,* v. 97, p. 561–568, 2010.

OKOH, A.; SIBANDA, T.; GUSHA, S. S. Inadequately Treated Wastewater as a Source of Human Enteric Viruses in the Environment. **International Journal of Environmental Research and Public Health,** v. 7, p. 2620–2637, 2010.

ORON, G. et al. Greywater use in Israel and worldwide: Standards and prospects. *Water Research,* v. 58, p.92-101, 2014.

REZNIK, A. et al. Economic implications of agricultural reuse of treated wastewater in Israel: A statewide long-term perspective. **Ecological Economics,** Israel, v. 1, n. 135, p.222-233, 2017.

SANO, D. et al. Risk management of viral infectious diseases in wastewater reclamation and reuse: Review. **Environment International,** v. 91, p.220-229, 2016.

SANZ, L. A.; GAWLIK, B. M. **Water Reuse in Europe:** Relevant guidelines, needs for and barriers to innovation. Ispra: Joint Research Centre, 2014. 51 p.

SCHOEN, M. E.; GARLAND, J. Review of pathogen treatment reductions for onsite non-potable reuse of alternative source waters. *Microbial Risk Analysis,* v. 5, p.25-31, 2017.

SCOTT, C. A.; FARUQUI, N. I.; SALLY, L. R. Wastewater use in irrigated agriculture: management challenges in developing countries. In: SCOTT, C. A.; FARUQUI, N. I.; SALLY, L. R. **Wastewater use in irrigated agriculture:** confronting the livelihood and environmental realities. Wallingford: CAB International, 2004. p. 1-10.

TAL, A. Rethinking the sustainability of Israel's irrigation practices in the Drylands. **Water Research,** Israel, v. 1, n. 90, p.387-349, 2015.

THUY, L. A. D. R.; PALMA, J. V.; GUNN, E. L. **The institutional organization of irrigation in Spain and other Mediterranean countries.** In: SANTOS, P. M.; ALDAYA, M. M.; LLAMAS, M. R. *Integrated Water Resources Management in the 21st Century: Revisiting the Paradigm.* Londres: CRC Press, 2014. p. 277-301.

TRAG, D. T. et al. Low risk for helminth infection in wastewater-fed rice cultivation in Vietnam. **Journal Water Health,** v. 4, p. 321–331, 2006.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Guidelines for Water Reuse.** Washington, 2012.

VAN DER HOEK, W. et al. Urban wastewater: a valuable resource for agriculture. **Research Report,** Sri Lanka, v. 63, 2002.

Recebido: 17/07/2017

Aprovado: 10/05/2018

DOI:

Como citar: HENDGES, L. T.; ANTES, B. S.; TONES, A. R. M. Reúso da água na agricultura: a realidade brasileira e experiências internacionais. R. Eletr. Cient. Inov. Tecnol, Medianeira, v. 09, n. p 94_ p 109, set/dez 2018. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/recit>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Letiane Thomas Hendges

letiane.hendges@hotmail.com

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

