



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

REÚSO AGRÍCOLA E FLORESTAL DE EFLUENTES TRATADOS: UMA REVISÃO

Patricia Raphaela Giordanni – patricia.giordanni@gmail.com
Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) *campus* Cerro Largo/RS
Rua Jacob Reinaldo Haupenthal, 1580 | Bairro São Pedro
CEP 97900-000 - Cerro Largo – Rio Grande do Sul

Augusto Gularth Melo – augustogmelo@hotmail.com
Universidade Federal da Fronteira Sul

Alcione Aparecida de Almeida Alves – alcione.almeida@uffs.edu.br
Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) *campus* Cerro Largo/RS

Bárbara Luiza Brandenburg dos Santos – barbara.brandenburg@outlook.com
Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) *campus* Cerro Largo/RS

Aline Raquel Müller Tones – aline.tones@uffs.edu.br
Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) *campus* Cerro Largo/RS

Resumo: *O manejo dos recursos hídricos está se tornando cada vez mais desafiador para muitos países onde, mesmo dispondo de várias fontes de água, sua qualidade acaba sendo comprometida pela disposição inadequada dos efluentes urbanos, industriais e agrícolas, diretamente nos corpos hídricos. Neste contexto, o uso de águas residuárias em culturas agrícolas e florestais é potencialmente favorável à conservação dos recursos naturais, reciclagem de nutrientes e menor dependência de fertilizantes químicos sintéticos, melhora de aspectos físicos e químicos do solo e na redução da entrada de poluentes e metais pesados na cadeia alimentar, reduzindo a bioacumulação. O presente artigo visa uma revisão teórica sobre o reúso agrícola e florestal de efluentes tratados. Este artigo também resume as aplicações e os riscos inerentes ao uso de águas residuais, levando em consideração aspectos técnicos do solo e o grau de tratamento do efluente utilizado.*

Palavras-chave: *Reúso agrícola, Reúso florestal, Água residuária, Irrigação com água residuária*

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

AGRICULTURAL AND FOREST REUSE OF TREATED EFFLUENTS: A REVIEW

Abstract: *The management of water resources is becoming increasingly challenging for many countries where, despite having several water sources, their quality become compromised by the inadequate disposal of urban, industrial and agricultural effluents directly into the water bodies. In this context, the use of wastewater in agricultural and forestry crops is potentially favorable to the conservation of natural resources, recycling of nutrients and less dependence on synthetic chemical fertilizers, improvement of soil physical and chemical aspects and reduction of pollutants and heavy metals in the food chain, reducing bioaccumulation. The present article aims at a theoretical revision regarding the agricultural and forestry reuse of treated effluents. This article also summarizes the applications and risks inherent to the use of wastewater, taking into account technical aspects of the soil and the degree of treatment of the effluent used.*

Keywords: *Agriculture reuse, Forestry reuse, Wastewater, Wastewater irrigation*

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e industrial tem gerado certa preocupação sobre a qualidade e finitude dos recursos naturais: solo e água, pois conduz a vários entraves de disponibilidade hídrica, alimento e condições básicas de saúde e infraestrutura. Nesse cenário, o fomento por práticas que favoreçam a racionalização quanto ao uso da água e manejo do solo, com técnicas conservacionistas, são medidas essenciais para alcançar a sustentabilidade. (KHAN *et al.*, 2009).

Atualmente tem-se conduzido a criação de legislações mais rigorosas e eficientes, em decorrência dos efeitos negativos das atividades humanas, principalmente no que se refere aos usos múltiplos da água (KUMMER *et al.*, 2012). Tem-se incentivado também a criação de técnicas para o tratamento e reutilização dos efluentes gerados, com o objetivo de proteger a qualidade dos recursos hídricos.

Neste contexto, surge o reúso da água que de acordo com a Resolução nº54 de 2005 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) é definido como a utilização de água residuária. Para efeito desta Resolução, o reúso não potável abrange modalidades para fins urbanos, agrícolas e florestais, ambientais, industriais e reúso na aquicultura.

O reúso da água para fins agrícolas e florestais torna-se uma alternativa potencial de racionalização deste bem natural, visto que o consumo hídrico para o setor agrícola corresponde atualmente cerca de 75% da vazão total consumida (ANA, 2016).

Uma vez que o reúso agrícola e florestal for realizado adequadamente, este proporcionará inúmeras vantagens, podendo mencionar-se a possibilidade de substituição parcial de fertilizantes químicos, aumento considerável da produção, evita a erosão do solo e controla processos de desertificação mediante irrigação e fertilização de cinturões verdes, propicia o uso sustentável dos recursos hídricos minimizando a poluição hídrica nos mananciais, além da economia da quantidade de água direcionada para a irrigação (KUMMER *et al.*, 2012).

Este trabalho teve como objetivo, realizar uma revisão da literatura abordando o reúso agrícola e florestal, discutindo suas aplicações atuais destacando a importância da reutilização de águas residuárias.

2. LEGISLAÇÃO VOLTADA PARA O REÚSO AGRÍCOLA E FLORESTAL

No Brasil ainda não existem normas e padrões técnicos específicos para regulamentar, orientar e promover a prática de reúso em nosso país. Porém, já se dispõe de uma primeira

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

demonstração de vontade política, encaminhada para a institucionalização do reúso (HESPANHOL, 2008).

A Lei 9.433 de 1997 institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH), a mesma tem por objetivo assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, a utilização racional e integrada dos recursos hídricos bem como a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos.

Ao definir a água como um bem de domínio público dotado de valor econômico, a PNRH dá uma nova visão a questão hídrica, a gestão do uso da água além da cobrança pelo seu uso. A ênfase legislativa reflete na racionalização do uso da água, estabelecendo princípios e instrumentos para sua utilização (BERNARDI, 2003).

A cobrança pelo uso da água imposta pela PNRH torna-se um instrumento de grande relevância, uma vez que reconhece a água como bem econômico e dá ao usuário uma indicação de seu real valor, além de incentivar a sua racionalização seja por meio de medidas de redução ou pela prática de reúso (BRASIL, 1997).

Em se tratando de normas técnicas, a primeira a abordar o reúso da água no Brasil foi a NBR N° 13.969 de setembro de 1997. A norma oferece alternativas de procedimentos técnicos para projeto, construção e operação de unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos de tanque séptico, sendo o reúso uma opção de destinação desses efluentes.

Neste contexto, começou a surgir um certo interesse pelo reúso, foi então que o CNRH publicou a Resolução N° 54 de 2005, a qual estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água. As modalidades de reúso abrangem: fins urbanos, agrícolas e florestais, ambientais, industriais e reúso na aquicultura.

No que diz respeito ao reúso agrícola e florestal, foi estabelecido mediante a Resolução n°121 de 2010 do CNRH, diretrizes e critérios para a prática de reúso direto não potável de água nesta modalidade, definida na Resolução CNRH n° 54, de 2005.

A Resolução N° 420 de 2009 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), pode servir como um instrumento norteador para o reúso agrícola e florestal, pois a mesma, dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas, estabelece também diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.

Mesmo com resoluções estabelecendo critérios e diretrizes a respeito do reúso agrícola e florestal, estas ainda são incompletas (SCHAER-BARBOSA *et al.*, 2014). Evidencia-se ainda a falta de estudos relacionados com as taxas seguras de aplicação para cada tipo de cultura, bem como os reais danos que cada contaminante pode ocasionar ao sistema solo e as plantas (KUMMER *et al.*, 2012).

Salienta-se que enquanto a legislação brasileira encontra-se deficitária, utiliza-se critérios adotados pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e também recomendações publicadas pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA) (WHO, 1989, 2006; USEPA, 2012).

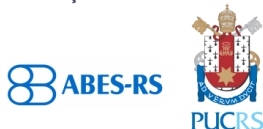
3. REÚSO DA ÁGUA

A reutilização ou o reúso de água não é um conceito novo e tem sido praticado em todo o mundo há muitos anos, porém a demanda crescente por água tem tornado o reúso planejado um tema atual e de grande relevância (WEBER *et al.*, 2010).

O reúso da água é definido como a utilização de água residuária, ou seja, é o processo pelo qual a água, tratada ou não, é reutilizada para o mesmo ou outros fins menos nobres. Ressalta-se que esta reutilização pode ser de forma direta ou indireta, decorrente de ações planejadas ou não (BRASIL, 2005).

O reúso indireto não planejado, ocorre quando a água utilizada anteriormente em alguma atividade é descarregada no meio ambiente e novamente utilizada a jusante. Já o reúso indireto

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375

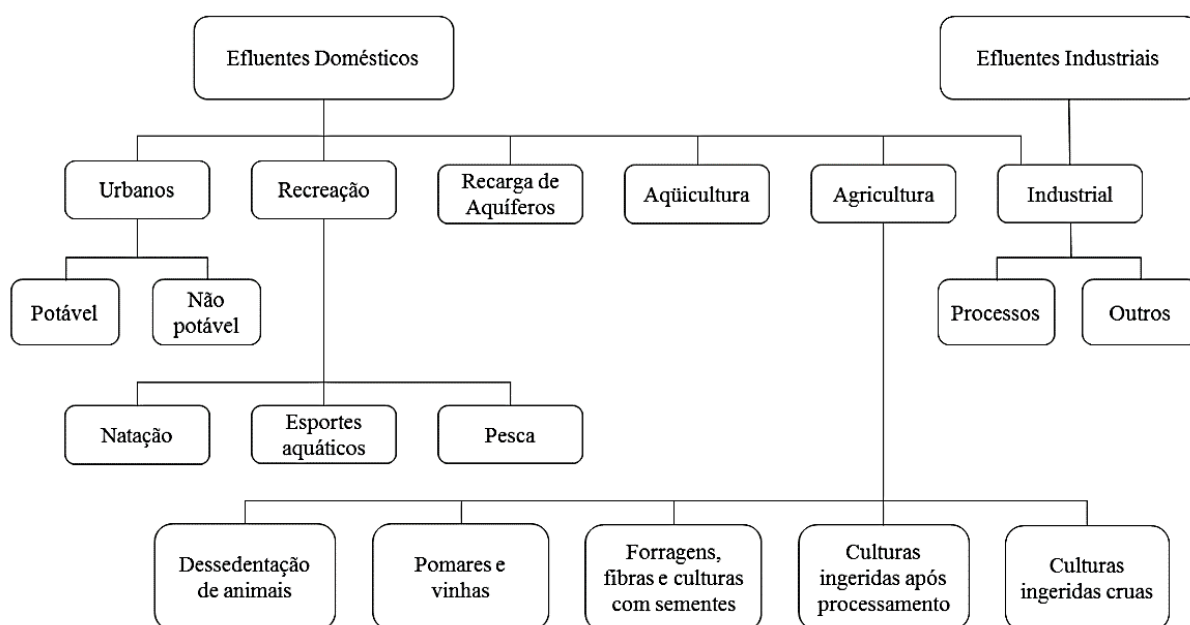


planejado dá-se quando o efluente depois de tratado é lançado em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos de forma planejada (HESPANHOL, 2002).

Outra possibilidade é o reúso direto, que compreende na utilização planejada de água de reúso (Brasil, 2005). Após o tratamento, a mesma é conduzida diretamente até o local de utilização sem que ocorra o lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos ou subterrâneos (WHO, 1973; USEPA, 2012).

De acordo com Hespagnol (2002) as possibilidades de reúso bem como suas formas potenciais dependem claramente de características, condições e aspectos locais, como decisões políticas, planos institucionais, disponibilidade técnica além de fatores econômicos, sociais e culturais. A Figura 1 apresenta alguns dos tipos de reúso e suas formas potenciais, que podem ser implantadas em áreas urbanas e rurais.

Figura 1 - Fluxograma ilustrativo das formas potenciais de reúso de água.



Fonte: Adaptado de Hespagnol, 2002.

Como pode ser observado na Figura 1, as possibilidades de reúso consideradas como prioritárias são diversas. Bernardi (2003) salienta que essas modalidades de reúso não são consideradas exclusivas, desta forma pode-se empregar conjuntamente mais de uma delas em um mesmo município ou região.

A técnica de reúso da água proporciona oportunidades de mudança para um sistema de abastecimento de água eficiente e sustentável, servindo como instrumento para a gestão dos recursos hídricos do Brasil (WILCOX *et al.*, 2016). A grande vantagem da reutilização constitui-se em preservar a água potável para que sejam satisfeitas demandas para os usos mais nobres (WEBER *et al.*, 2010; FERRO *et al.*, 2015).

Os benefícios decorrentes da utilização da água de reúso são de ordem ambiental, econômica e social (BRAHIM-NEJI *et al.*, 2014; WILCOX *et al.*, 2016). Ambientalmente, essa prática repercute positivamente em reduções nas descargas de águas residuárias em corpos de água naturais, minimizando assim a poluição hídrica, além de diminuir a pressão sobre a captação de água bruta (BERNARDI, 2003; AL-JASSER, 2011; GOIS *et al.*, 2015).



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

No que diz respeito aos benefícios econômicos, fica evidente a economia com os custos do consumo, uma vez que a água de ótima qualidade pode ser direcionada para os usos mais nobres. Em países em com escassez de água, o reúso contribui para o aumento da produção de alimentos, elevando a qualidade de vida e as condições sociais das populações (HESPANHOL, 2002).

4. REÚSO AGRÍCOLA E FLORESTAL

Atualmente a agricultura depende de grandes volumes de água em um nível tal que a sustentabilidade da produção não poderá mais ser mantida sem o desenvolvimento de novas fontes de abastecimento bem como a gestão apropriada dos recursos hídricos (HESPANHOL, 2002; NOGUEIRA *et al.*, 2005; COSTA *et al.*, 2012).

A irrigação é a principal forma de utilização de água na agricultura, através da mesma pode-se intensificar a produção agrícola, regularizando, ao longo do ano as disponibilidades e os estoques de cultivares, uma vez que esta prática permite produzir mais de duas safras ao ano. Além disso, a agricultura irrigada reduz as incertezas, prevenindo o agente econômico (irrigante) contra a irregularidade das chuvas, anual e interanual (BERNARDI, 2003; COSTA *et al.*, 2014).

De acordo com o informe de 2016 da Agência Nacional das Águas (ANA) o setor agrícola foi responsável por 75% do uso consuntivo de água. Esta significativa demanda deve ser levada em consideração juntamente com a escassez dos recursos hídricos quando forem decididas as prioridades para o reúso. Desta forma, o reúso da água para fins agrícolas e florestais torna-se uma alternativa potencial de racionalização deste bem natural (BERNARDI, 2003; REBOUÇAS *et al.*, 2010; WEBER *et al.*, 2010).

A água de reúso pode apresentar diferentes qualidades, em decorrência aos diferentes métodos de tratamento utilizados para a produção de águas residuárias recuperadas (AL-JASSER, 2011). Sendo assim, certos componentes podem estar presentes na água residuária, estes podem trazer benefícios ou não às culturas cultivadas com a água de reúso (KUMMER *et al.*, 2012).

De fato, alguns parâmetros e aspectos, devem ser observados nas águas de reúso para fins agrícolas e florestais, como o método de disposição dos efluentes no solo, carga de nutrientes, material orgânico além de possíveis agentes contaminantes que podem estar presentes no efluente tratado. Estes podem afetar a qualidade do solo e os nutrientes benéficos para as plantas, comprometendo assim o rendimento e a qualidade das culturas (USEPA, 2012; NORTON-BRANDÃO *et al.*, 2013; EGGEN *et al.*, 2014).

De acordo com Bernardi (2003), os efluentes tratados adequadamente podem ser utilizados para diversas aplicações como em culturas de alimentos não processados comercialmente (irrigação superficial de qualquer cultura alimentícia, incluindo as consumidas cruas), culturas de alimentos processados comercialmente (irrigação superficial de pomares e vinhas), culturas não alimentícias (irrigação de pastos, forragens, fibras e grãos) e também para a dessedentação de animais.

Ressalta-se que as técnicas de tratamento de efluentes não são suficientes para garantir a aplicação adequada do efluente tratado na irrigação agrícola e florestal. Para tanto, é necessário avaliar se tais padrões são atendidos com a aplicação de técnicas de tratamento específicas (NORTON-BRANDÃO *et al.*, 2013).

Quando o reúso agrícola e florestal é realizado corretamente, este resultará em diversas vantagens, mencionando-se a possibilidade de substituição parcial de fertilizantes químicos, significativo aumento da produção, evita a erosão do solo e controla processos de desertificação mediante irrigação e fertilização de cinturões verdes, além da economia da quantidade de água direcionada para a irrigação (BAUMGARTNER *et al.*, 2007; KUMMER *et al.*, 2012).

4.1. Aplicações do reúso agrícola e florestal

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

Atualmente, pesquisadores têm avaliado a eficiência da prática de reúso da água na agricultura e em cultivos florestais na produção de inúmeras culturas. Em se tratando de cultivos florestais, Veronêz (2015) verificou a produtividade e a viabilidade econômica da aplicação de efluentes sanitários provenientes de lagoas de estabilização na irrigação da cultura de eucaliptos da espécie *urograndis* em trabalho experimental desenvolvido no município de Franca em São Paulo.

Como resultado, o autor constatou que os tratamentos irrigados com efluente apresentaram produtividade superior aos demais, chegando até 48% maior que a de sequeiro. Em relação à viabilidade econômica considerando o interesse do operador do sistema de saneamento, fica evidente, que essa depende da complexidade das obras necessárias para adequação do sistema de tratamento e afastamento do efluente (VERONÊZ, 2015).

Corroborando, Minhas *et al.* (2015) estudaram o efeito da irrigação a longo prazo (10 anos) utilizando águas residuárias domésticas e subterrâneas no crescimento e produção de biomassa do eucaliptos da espécie *tereticornis Sm.* As mudanças nas propriedades do solo monitoradas após 10 anos mostraram vantagens em termos de redução do pH do solo, conteúdo de nitrogênio disponível e fósforo. O principal benefício foi incorrido através da melhoria da matéria orgânica do solo.

Já em estudo realizado por Silva *et al.* (2015), avaliou-se o cultivo de mudas de eucalipto da espécie *urograndis* irrigadas com esgoto doméstico tratado em estação com reator anaeróbico e lagoa de polimento. Como resultado, obteve-se uma boa eficiência durante os 3 meses de experimento, com remoção de DBO, DQO e helmintos de 90, 87 e 100%. Isso representa um fator positivo, pois as características do efluente atendem aos requisitos necessários e compatíveis com as exigências da cultura utilizada.

O uso de água residuária para a produção de mudas nativas é uma alternativa sustentável uma vez que recupera ecossistemas degradados além de estar preservando a qualidade da água. Costa *et al.* (2012) avaliaram a produção de mudas de timbaúba (*Enterolobium contortisiliquum*) sob diferentes concentrações de efluente doméstico tratado diluído em água de abastecimento, a fim de ser utilizado em áreas de reflorestamento e/ou em recuperação de áreas degradadas.

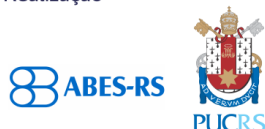
Os resultados apontam que tratamento que recebeu 100% de água residuária tratada foi a que obteve os melhores resultados para matéria fresca e seca da raiz (g), número de folha e tamanho de raiz (cm). Sendo assim, a produção de mudas de timbaúba com água residuária torna-se uma alternativa viável, uma vez que a qualidade do efluente seja monitorado regularmente (COSTA *et al.*, 2012).

O uso adequado de águas residuárias promove melhora nas condições físico-químicas do solo, porém, sua utilização em processos de recuperação de solos degradados é pouco difundida. Silva *et al.* (2016) avaliou o potencial de uso de água efluente doméstico tratado no crescimento de espécies florestais nativas do bioma caatinga, visando contornar a escassez de chuvas (através da fertirrigação) e gerar incremento no teor de nutrientes ao solo degradado.

O volume utilizado para os tratamentos foi de 7 e 14 L h⁻¹ semana, com 3 frequências (cinco vezes por semana, duas vezes por semana e uma aplicação semanal). Foi avaliada a altura de plantas⁻¹, diâmetro caulinar e número de folhas. Os melhores resultados foram encontrados com volume de 14 L h⁻¹. A espécie *T. avellanadae* apresentou altura 28,77% maior (comparado a volume aplicado inferior). Para diâmetro caulinar, *S. brasiliensis* apresentou desempenho 40% maior. Quanto ao número de folhas, a espécie *A. urundeuva* apresentou diferença de 69,56% superior, para volume de 14 L h⁻¹ (SILVA *et al.*, 2016).

Resultados que remetem a melhora das condições físicas do solo estão diretamente relacionadas a processos de recuperação, onde o teor de matéria orgânica, porosidade e densidade do solo podem ser levados em conta para determinar a qualidade de um solo. Em estudo realizado por Mojiri (2011), sob condições controladas, utilizando solo salino (alta condutividade elétrica e teor de Na⁺) e efluente doméstico via irrigação por gotejamento. O aumento no teor de matéria orgânica foi 41% maior para volume aplicado de 0,3 L dia⁻¹, em comparação a testemunha. A densidade específica do solo foi reduzida em mais de 5% com a utilização do maior volume de efluente (0,3 L dia⁻¹).

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

O uso de águas residuárias provenientes de indústria alimentícia e de indústria de papel foram avaliados por Lin (2008), onde os tratamentos realizados, em solo, foram: efluente indústria de papel (WP), efluente indústria alimentícia (WS) e dos dois efluentes juntos (WP+WS). Foi avaliado teor de carbono orgânico e de carbono orgânico solúvel em álcali (substâncias húmicas). O solo utilizado no foi caracterizado como silte-argiloso, onde prevalece o uso para lavoura de arroz, em ambiente alagado. Amostras de $0,3 \text{ kg}^{-1}$ de solo foram acondicionadas em frascos de $0,5\text{L}^{-1}$ de capacidade e sujeitas a adição de água destilada até obter lâmina d'água de $0,002 \text{ m}^{-1}$.

A condição de alagamento, utilizada para arroz irrigado, remete a condições anaeróbicas, gerando maior mineralização do carbono orgânico e conseqüente redução do seu teor no solo. Os maiores teores de carbono orgânico foram observados no tratamento WP+WS. Para as substâncias húmicas, não houve degradação sob tratamento WS, onde valores iniciais foram mantidos, após 103 dias. Tais avaliações buscam viabilizar a utilização de efluentes industriais para inclusão em sistemas alagados, sujeitos a condições anaeróbicas e de menores teores de carbono orgânico. A disponibilização do efluente deve garantir equilíbrio entre a relação C/N para maior eficiência do sistema agrícola (LIN, 2008).

Estudo realizado por Petousi *et al.* (2015) em Creta na Grécia, avaliou os efeitos da irrigação com águas residuais provenientes do tratamento secundário, terciário e também água da torneira em árvores de oliveira. Após 2 anos de aplicação de ambos os tipos de águas residuárias tratadas constatou-se uma acumulação de nutrientes, principalmente de P e K e também de sais como o Na, em comparação com a água da torneira. Reforçando, Magdich *et al.* (2016) avaliaram os efeitos da aplicação de águas residuárias oriundas do moinho de azeitona e na irrigação de oliveiras e constataram um aumento na atividade fotossintética, nutrientes minerais foliares e também na produtividade.

A reutilização de águas residuárias industriais tratadas com solução salina misturadas com efluente doméstico para a irrigação foi utilizada para avaliar seu efeito sobre o conteúdo mineral de três cultivares de oliveira. Os resultados indicam que as águas residuais tratadas podem ser usadas para irrigar as oliveiras. Porém, é necessário o monitoramento contínuo da qualidade do efluente e dos níveis tóxicos quanto a presença de metais pesados (AL-ABSI *et al.*, 2009).

As águas residuárias de adegas, são resultantes do processamento de uvas e de operações de limpeza dentro da mesma. O volume e a composição variam em função do tamanho da vinícola, do tipo de vinho produzido e também da época do ano. Neste contexto, Mosse *et al.* (2013) estudaram os impactos da irrigação de videiras utilizando as águas de adegas. Constatou-se que não ocorreu nenhum impacto imediato sobre a saúde da videira ou na qualidade do vinho durante uma única estação de crescimento. No entanto, existe o potencial de maiores impactos ocorrer em períodos mais longos devido à natureza perene das videiras e à acumulação de sais no solo.

Hirzel *et al.* (2017) examinaram os efeitos da irrigação de água residuária de adegas previamente tratada na composição química de uvas e vinhos e em atos sensoriais em vinhedos em Condados de Napa e Sonoma na Califórnia. As análises focaram nas concentrações dos cátions móveis Na^+ , Mg^{2+} , K^+ e Ca^{2+} além de alterações nos perfis fenólicos das uvas e dos vinhos.

Constatou-se que as concentrações de Na^+ e K^+ foram maiores nas águas residuárias de adega comparadas com água de controle devido à presença de sólidos de uva e detergentes. Já as amostras do solo de irrigação com água residuária de adega apresentaram acumulações de cátions de Na^+ e K^+ , e as amostras das folhas continham mais Na^+ e Mg^{2+} e menos K^+ e Ca^{2+} do que os tratamentos que receberam água de controle. Esses valores não estavam próximos dos valores que limitariam o crescimento das plantas (HIRZEL *et al.*, 2017).

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de mamão, onde a produtividade depende de fatores como a qualidade da semente, do substrato e do adubo utilizado, pois estes contribuem para melhor desenvolvimento e sanidade dos frutos (ARAÚJO *et al.*, 2010). Em se tratando de produtividade, Batista *et al.* (2017) avaliaram a qualidade físico-química e microbiológica dos frutos irrigados com efluente doméstico tratado. Deste modo, observou-se que as diferentes proporções de

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

efluente tratado não causaram alterações nas características físico-químicas dos frutos, constatou-se também a ausência de *Salmonella ssp.* e Coliformes Totais, assim os frutos produzidos encontram-se dentro dos padrões aceitáveis para o consumo humano.

Com o objetivo de avaliar o desempenho do pimentão de espécie *Capsicum annum L.*, Sousa *et al.* (2006) submeteram a cultura a cinco tratamentos distintos: 1) irrigação com água de poço e solo sem adubação; 2) irrigação com água de poço e solo com adubação mineral completa; 3) irrigação com água de poço e solo com adubação orgânica (vermicomposto); 4) irrigação com efluente de lagoa de polimento, e 5) irrigação com efluentes de reator UASB.

A cultura que recebeu adubação orgânica foi a que apresentou a maior produtividade (38,3 t ha⁻¹). Não houve diferença significativa em relação ao peso médio dos frutos e à área foliar, entre os tratamentos 2, 3 e 5, respectivamente, adubação mineral, adubação com vermicomposto e fertirrigação com efluente do reator UASB. Já a menor produtividade ocorreu com o tratamento 4, irrigado com efluente de lagoa de polimento. O pH variando entre 8,5 e 9,8, não disponibilizou nutrientes suficientes para o bom desempenho da cultura do pimentão, uma vez que o pH ótimo do solo para tal cultura situa-se entre 5,5 a 7,0 (SOUSA *et al.*, 2006).

Reforçando estudos sobre a cultivar de pimentão, Duarte *et al.* (2007) avaliaram os efeitos da disposição do efluente doméstico tratado sobre algumas características do solo. Os resultados obtidos comprovaram que o efluente utilizado mostrou qualidade física e química adequada para irrigação de plantas de pimentão e, com exceção da concentração de matéria orgânica, não se constataram-se, em geral, alterações significativas nas concentrações de fósforo, potássio e pH do solo cultivado.

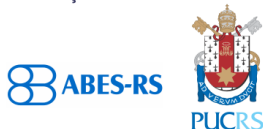
A alface é uma importante folhosa cultivada em várias partes do mundo. No Brasil, o seu cultivo é realizado durante todo o ano, em diferentes regiões (NASCIMENTO & PEREIRA, 2007). Desta forma, diversos pesquisadores têm estudado o efeito do reúso de águas residuárias na cultura da alface aplicada por sistemas de irrigação. Sandri *et al.* (2007), avaliaram o uso de água residuária tratada por reator anaeróbio e água de um reservatório superficial no desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa L.*) cv “Elisa” durante dois ciclos de cultivo. Como resultado, os pesquisadores observaram que as plantas que receberam a água residuária apresentaram maiores valores de massa seca, massa fresca e área foliar.

Corroborando o reúso da água residuária na cultura da alface, estudo conduzido por Urbano *et al.* (2017) teve por objetivo avaliar o rendimento e a qualidade da alface após o cultivo com águas residuais tratadas na irrigação. Examinou-se também, as mudanças nas características físicas, químicas e microbiológicas de um Latossolo Vermelho Dusky. A concentração de alguns nutrientes do solo como K, Ca, H, Al e S aumentou após a irrigação, além disso a presença de bactéria *E. coli* não foi observada nas folhas de alface ou no solo. Indicando assim, que o uso de águas tratadas para irrigação da cultura de alface pode promissora com o benefício adicional de melhorar os nutrientes do solo e aumentar a produtividade.

A utilização de efluentes produzidos a partir de dejetos suínos e bovinos apresenta grande difusão no meio agrícola brasileiro, porém é requerido período de estabilização deste efluente antes de sua disposição no solo (KUNZ *et al.*, 2009). Nesta circunstância, Chiconato *et al.* (2013) avaliaram o efeito de doses de biofertilizante de origem bovina sob dois níveis de irrigação na cultura da alface (*Lactuca sativa L.*). O tratamento que utilizou a maior dose de biofertilizante, foi o que obteve os melhores resultados superando os demais tratamentos para as variáveis altura, número de folhas, diâmetro e massa seca.

As águas residuárias provenientes da piscicultura e suinocultura também foram estudadas para a irrigação da cultura da alface. O objetivo do trabalho realizado por Baumgartner *et al.* (2007) foi avaliar o desenvolvimento, a produção e a qualidade sanitária da alface da variedade Americana irrigada com águas residuárias originadas da suinocultura e da piscicultura. Constatou-se que os tratamentos não apresentaram diferenças significativas para altura da alface, diâmetro da cabeça, comprimento da raiz, massa da raiz, massa total da planta, massa fresca e massa seca. Porém, a análise

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

microbiológica demonstrou que, em todos os tratamentos, ocorreu contaminação por coliformes fecais e totais, no entanto, não ocorreu nenhuma contaminação por *Escherichia coli*.

A água residuária pode também ser utilizada para a irrigação de cereais, como é o caso do trigo. Neste cenário, Kummer *et al.* (2012) monitoraram os teores de ferro e manganês, bem como valores de pH e condutividade elétrica da água residuária utilizada para irrigação por gotejamento da cultura do trigo. Em relação aos teores de Fe e Mn, estes foram observados em concentrações que não comprometessem o sistema de irrigação. Além do mais, não foram constatados valores elevados de condutividade elétrica, indicando assim que essa água pode ser usada no solo, sempre que houver grau elevado de lixiviação, sem maior comprometimento das culturas.

O milho é uma das forrageiras mais cultivadas na região semi-árida nordestina, espaço em que predomina a agricultura familiar. Desta forma, Azevedo *et al.* (2007) verificaram o real aumento da produção do milho irrigado com água residuária tratada. Para tanto, constatou-se que a irrigação apenas com água residuária promoveu um incremento da produtividade de 144% em relação à produção alcançada quando se utilizou somente a água de abastecimento. Já a aplicação das águas residuárias de suinocultura para a produção de milho aumentou significativamente os valores de altura de plantas, índice de espigas, altura de espigas e peso de espiga (FREITAS *et al.*, 2004).

Com o propósito de auxiliar nas investigações sobre reúso agrícola, Nogueira *et al.* (2005) realizaram o monitoramento da cultivar de capim bermuda tifton-85, após 1,5 anos de irrigação com efluente doméstico tratado. Os resultados mostraram aumentos no quociente metabólico (qCO_2) ao longo das práticas agrícolas, comprovando assim uma elevação da atividade metabólica desenvolvida pelos microrganismos em condições de umidade e quando o C se encontra mais efêmero pela diminuição da relação C:N do solo devido à fertilização nitrogenada. Já a água residuária de suinocultura contribuiu para o aumento do magnésio e fósforo e para diminuição do alumínio no solo na produção de capim-elefante (CABRAL *et al.*, 2011).

O estudo desenvolvido por Fideles Filho *et al.* (2005) teve por objetivo comparar os efeitos das irrigações com água residuária e água de poço, sobre diâmetro caulinar, altura de plantas, área foliar e produtividade do algodão colorido. Os resultados confirmam que a água residuária, aumentou o diâmetro caulinar e a altura das plantas, quando comparada com plantas irrigadas com água de poço. Desta forma, a utilização de efluente doméstico tratado pode substituir a adubação convencional do algodoeiro (SOUSA NETO *et al.*, 2012).

O trabalho desenvolvido por Rego *et al.* (2005) teve como objetivo acompanhar o desenvolvimento da cultura da melancia irrigada com efluente doméstico tratado, comparando-se com água de poço irrigada para fins de controle. Para tanto, constatou-se que o efluente doméstico tratado apresenta potencial e viabilidade técnica e econômica para fins de irrigação da cultivar de melancia.

Feitosa *et al.* (2009) avaliaram a qualidade de amostras de melancia, produzidas com o efluente doméstico tratado em decorrência da falta de relatos sobre os aspectos de qualidade da melancia produzida através do reúso de águas residuárias. Para tanto avaliou-se aspectos microbiológicos, físico-químicos e sensoriais. A água residuária utilizada mostrou-se adequada para a irrigação da cultura uma vez que provocou alterações significativas nas características físico-químicas e sensoriais dos frutos produzidos.

Além da irrigação, as águas residuárias podem ser empregadas para fins hidropônicos. Desta forma, Adrover *et al.* (2013) estabeleceram um experimento de cultura hidropônica afim de comparar a resposta ao crescimento e estado nutricional mineral da cevada (*Hordeum vulgare L. cv. County*) fornecida com duas águas residuárias diferentes. As mudas de cevada foram continuamente alimentadas com três tipos de água: águas residuárias tratadas, provenientes de uma estação de tratamento convencional (CWW), águas residuárias tratadas por um sistema de lagoas (LWW) e para controle utilizou-se uma solução nutritiva Hoagland de meia resistência (HNS).

Com relação as concentrações de N, P e K, estas foram menores em LWW do que em CWW, enquanto a HNS apresentou a maior concentração de nutrientes. A produção de cevada em peso seco foi reduzida em tratamentos de CWW e LWW para 49% e 17%, se comparado com HNS. Já

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

o teor de metais pesados foi inferior aos níveis tóxicos em todos os casos. Embora as águas residuais tratadas sejam um recurso interessante, é necessária fertilização adicional para manter uma alta produtividade nas mudas de cevada (ADROVER *et al.*, 2013).

A aquicultura é uma atividade que também demanda grande quantidade de água, desta forma é necessário buscar o desenvolvimento de soluções alternativas, das quais o uso de efluentes tratados é uma dessas possíveis práticas. Sendo assim, Santos *et al.* (2009), buscaram avaliar o cultivo de peixes (tilápia do Nilo - *Oreochromis niloticus*) em esgoto doméstico tratado, com diferentes taxas de alimentação.

Os resultados obtidos mostraram que o cultivo de peixes em tanques com efluente doméstico tratado é viável para os peixes sem o fornecimento de ração comercial. Pois os mesmos acabam aproveitando a biomassa algal presente no efluente tratado para se alimentar e produzir sua biomassa corpórea. Este é o resultado esperado quando do cultivo em esgoto doméstico tratado, ou seja, a produção de peixes sem custo com ração (SANTOS *et al.*, 2009).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de águas residuárias garante uma forma adequada de disposição dos efluentes produzidos nas áreas urbanas, indústrias e sistemas de produção agrícola, como suinocultura e bovinocultura. Porém, a adoção de boas práticas operacionais como a forma de disposição no solo, condições físico-químicas e delimitação de parâmetros máximos de poluentes são condições básicas a serem seguidas pelos utilizadores desta tecnologia.

Diante da boa resposta, quanto ao desenvolvimento e produtividade, em sistemas de produção, o uso de águas residuárias para sistemas de fertirrigação/piscicultura garante melhorias no âmbito social, econômico e ambiental. O tratamento do efluente ainda é um dos principais entraves, devido a existência de sistemas de tratamento defasados ou com sobrecarga de suas plantas.

Diante dos estudos elencados neste artigo, as águas residuárias apresentaram condições benéficas as culturas agrícolas, florestais e piscicultura, porém, a adoção desta prática, de forma individual, não assegura o máximo potencial produtivo, requerendo aporte secundário para o pleno desenvolvimento das espécies.

Desenvolver tratamento adequado, formas de disposição que levem em conta a declividade, cobertura vegetal do solo, taxa de infiltração máxima do solo, possíveis danos a micro/meso/macro fauna do solo, requerimento de nutrientes pelas plantas e segurança aos trabalhadores, são condições que devem ser seguidas, onde a inobservância de ao menos uma delas não garante a sustentabilidade da prática, podendo causar efeitos negativos ao sistema e recursos naturais.

REFERÊNCIAS

ADROVER, M.; MOYÀ, G.; VADELL, J. Use of hydroponics culture to assess nutrient supply by treated wastewater. **Journal of Environmental Management**, v.127, p. 162-165, 2013.

AL-ABSI, K. M.; AL-NASIR, F. M.; MAHADEEN, A. Y. Mineral content of three olive cultivars irrigated with treated industrial wastewater. **Agricultural Water Management**, v.96, p. 616-626, 2009.

AL-JASSER, A. O. Saudi wastewater reuse standards for agricultural irrigation: Riyadh treatment plants effluent compliance. **Journal of King Saud University – Engineering Sciences**, v. 23, p. 1-8, 2011.

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. Conjuntura dos recursos hídricos: **Informe 2016**. Brasília: ANA, 2016. Disponível em: < <http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos>> Acesso em: 25 maio 2017.

ARAÚJO, W. B. M. et al. Esterco caprino na composição de substratos para formação de mudas de mamoeiro. **Revista Ciência Agrotécnica**, v. 34, p. 68-73, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.969**: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

AZEVEDO, M. R. de Q. A. et al. Efeito da irrigação com água residuária tratada sobre a produção de milho forrageiro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 2, p. 63-68, 2007.

BATISTA, A. A. et al. Qualidade dos frutos de mamoeiro produzidos com esgoto doméstico tratado. **Revista Ciência Agrônômica**, v.48, n.1, p. 70-80, 2017.

BAUMGARTNER, D. et al. Reúso de águas residuárias da piscicultura e da suinocultura na irrigação da cultura da alface. **Revista Engenharia Agrícola**, v27, p. 152-163, 2007.

BERNARDI, C. C. **Reuso de água para irrigação**. Brasília: ISAEFGV/ ECOBUSINESS SCHOOL, 2003. 52p. (Monografia - MBA em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada, área de concentração Planejamento Estratégico).

BRAHIM-NEJI, H. B.; RUIZ-VILLAVERDE, A.; GONZÁLEZ-GÓMEZ, F. Decision aid supports for evaluating agricultural water reuse practices in Tunisia: The Cebala perimeter. **Agricultural Water Management**, v.143, p. 113-121, 2014.

BRASIL. Lei federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a política nacional de recursos hídricos, cria o sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos, regulamenta o inciso xix do art. 21 da constituição federal, e altera o art. 1º da lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005 – Estabelece critérios gerais para reúso de água potável.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009 - Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 121, de 16 de dezembro de 2010 - Estabelece diretrizes e critérios para a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal.

CABRAL, J. R. et al. Impacto da água residuária de suinocultura no solo e na produção de capim-elefante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p. 823-831, 2011.

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

CHICONATO, D. A. et al. Resposta da alface à aplicação de biofertilizante sob dois níveis de irrigação. **Revista Bioscience**. J., Uberlândia, v. 29, n. 2, p. 392-399, 2013.

COSTA, M. S. et al. Produção de mudas de timbaúba sob diferentes concentrações de efluente doméstico tratado. **Revista Irriga**, Edição Especial, p.408-422, 2012.

COSTA, F. G. B. et al. Desenvolvimento inicial de cultivares de melão fertirrigadas com distintas proporções de esgoto doméstico em Mossoró-RN. **Revista Caatinga**, v.27, n.2, p.116-123, 2014.

DUARTE, A. S. et al. Efeitos da aplicação de efluente tratado no solo: pH, matéria orgânica, fósforo e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, p. 302-310, 2008.

EGGEN, R.I. et al. Reducing the discharge of micropollutants in the aquatic environment: the benefits of upgrading wastewater treatment plants. **Environmental Science & Technology**, v.48, p.7683-7689, 2014.

FEITOSA, T. et al. Qualidade de frutos de melancia produzidos com reúso de água de esgoto doméstico tratado. **Revista Tecnológica**, v.30, p. 53-60, 2009.

FERRO, G. et al. Urban wastewater disinfection for agricultural reuse: effect of solar driven AOPs in the inactivation of a multidrug resistant E. coli strain. **Applied Catalysis B: Environmental**, v.178, p.65-73, 2015.

FIDELES-FILHO, J. Et al. Comparação dos efeitos de água residuária e de poço no crescimento e desenvolvimento do algodoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, (Suplemento), p.328-332, 2005.

FREITAS, W. da S. et al. Efeito da aplicação de águas residuárias de suinocultura sobre os componentes de produção do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, p.120-125, 2004.

GOIS, E. H. B. de; RIOS, C. A. S.; COSTANZI, R. N. Evaluation of water conservation and reuse: a case study of a shopping mall in southern Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v.96, p. 263-271, 2015.

HESPANHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil: Agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.7, p. 75-95, 2002.

HESPANHOL, I. Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. **Estudos avançados**, v.22, p. 131-158, 2008.

HIRZEL, D. R. et al. Impact of winery wastewater irrigation on soil, grape and wine composition. **Agricultural Water Management**, v.180, p. 178-189, 2017.

KHAN, S.; HAMRA, R.A.; UM, J. Water management and crop production for food security in china: a review. **Agricultural water management**, v. 96, p. 349-360, 2009.

KUMMER, A. C. B. et al. Qualidade da água residuária para irrigação do trigo. **Revista Irriga**, v.01, p.297-308, 2012.

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

KUNZ, A. et al. Effect of storage time on swine manure solid separation efficiency by screening. **Bioresource Technology**, v.100, p.1815-1818, 2009.

LIN, C. et al. Application of wastewater from paper and food seasoning industries with green manure to increase soil organic carbon: A laboratory study. **Bioresource Technology**, v.99, p. 6190-6197, 2008.

MAGDICH, S. et al. Effects of long-term olive mill wastewater spreading on the physiological and biochemical responses of adult Chemlali olive trees (*Olea europaea* L.). **Ecological Engineering**, v.97, p. 122-129, 2016.

MINHAS, P. S. et al. Effect of long-term irrigation with wastewater on growth, biomass production and water use by Eucalyptus (*Eucalyptus tereticornis* Sm.) planted at variable stocking density. **Agricultural Water Management**, v. 152, p. 151-160, 2015.

MOJIRI, A. Effects of Municipal Wastewater on Physical and Chemical Properties of Saline Soil. **J. BIOL. ENVIRON. SCI**, v. 5, p. 71-76, 2011.

MOSSE, K. P. M. et al. Irrigation of an established vineyard with winery cleaning agent solution (simulated winery wastewater): Vine growth, berry quality, and soil chemistry. **Agricultural Water Management**, v.123, p.93-102, 2013.

NASCIMENTO, W. M.; PEREIRA, R. S. Testes para avaliação do potencial fisiológico de sementes de alface e sua relação com a germinação sob temperaturas adversas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, p. 175-179, 2007.

NOGUEIRA, S. F. et al. Indicadores eco-fisiológicos da qualidade de um solo irrigado com esgoto tratado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, suplemento, p.138-142, 2005.

NORTON-BRANDÃO, D.; SCHERRENBERG, S. M.; LIER, J. B. van. Reclamation of used urban waters for irrigation purposes - A review of treatment technologies. **Journal of Environmental Management**, v.122, p.85-98, 2013.

PETOUSI, I. et al. Effects of reclaimed wastewater irrigation on olive (*Olea europaea* L. cv. 'Koroneiki') trees. **Agricultural Water Management**, v.160, p.33-40, 2015.

REBOUÇAS, J. R. L. et al. Crescimento do feijão-caupi irrigado com água residuária de esgoto doméstico tratado. **Revista Caatinga**, v.23, p. 97-102, 2010.

REGO, J. L. et al. Uso de esgoto doméstico tratado na irrigação da cultura da melancia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, p.155-159, 2005.

SANDRI, D.; MATSURA, E. E.; TESTEZLAF, R. Desenvolvimento da alface Elisa em diferentes sistemas de irrigação com água residuária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p.17-29, 2007.

SANTOS, E. S. dos et al. Cultivo de tilápia do Nilo em esgoto doméstico tratado, com diferentes taxas de alimentação. **Revista DAE**, v. 180, p. 4-11, 2009.

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

SCHAER-BARBOSA, M.; SANTOS, M. E. P. dos; MEDEIROS, Y. D. P. Viabilidade do reúso de água como elemento mitigador dos efeitos da seca no semiárido da Bahia. **Revista Ambiente e Sociedade**, v.17, p.17-32, 2014.

SILVA, R. J. et al. Cultivo de mudas de eucalipto irrigadas com esgoto doméstico tratado. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.20, p.323-330, 2015.

SILVA, S. S et al. Potencial do uso de água residuária na silvicultura utilizando espécies nativas da caatinga. **Revista Irriga**, v. 1, p. 93-98, 2016.

SOUSA, J. T. de et al. Reúso de água residuária na produção de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, p.89-96, 2006.

SOUSA NETO, O. N. et al. Fertirrigação do algodoeiro utilizando efluente doméstico tratado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.200-208, 2012.

UNITED STATES ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY. **Guidelines for Water Reuse**. EPA/600/R-12/618. Washington: USEPA, 2012.

URBANO, V. R. et al. Effects of treated wastewater irrigation on soil properties and lettuce yield. **Agricultural Water Management**, v.181, p.108-115, 2017.

VERONÊZ, A. H. **Irrigação de eucalipto com efluente sanitário: Avaliação econômica e de produtividade agrícola**. Campinas: Faculdade de Engenharia Civil - UNICAMP, 2015. 151p. Tese (Doutorado), 2015.

WEBER, C. C.; CYBIS, L. F.; BEAL, L. L. Reúso da água como ferramenta de revitalização de uma estação de tratamento de efluentes. **Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.15, p.119-128, 2010.

WILCOX, J.; NASIRI, F.; BELL, F.; RAHMAN, S. Urban water reuse: A triple bottom line assessment framework and review. **Sustainable Cities and Society**, v.27, p.448-456, 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Reuse of effluents: methods of wastewater treatment and health safeguards**. Of a WHO meeting of experts. Technical report series n° 517. Genebra: WHO, 1973.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture**. Of a WHO scientific group. Technical report series n° 778. Genebra: WHO, 1989.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Health guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater – v.02** Wastewater use in agriculture. Genebra: WHO, 2006.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375