

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Hortaliças
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Reúso de água na agricultura

*Marcos Brandão Braga
Carlos Eduardo Pacheco Lima*
Editores Técnicos

*Embrapa
Brasília, DF
2014*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na

Embrapa Hortaliças

BR 060, Km 9 trecho Brasília-Anápolis

Caixa Postal 218

70.351-970 Brasília, DF

Fone: +55 (61) 3385-9000

Fax: +55 (61) 3556-5744

www.embrapa.br

https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Unidade responsável pelo conteúdo e edição

Embrapa Hortaliças

Comitê de Publicações da Embrapa Hortaliças

Presidente

Warley Marcos Nascimento

Editor técnico

Ricardo Borges Pereira

Membros

Mariane Carvalho Vidal

Jadir Borges Pinheiro

Fábio Akiyoshi Suinaga

Ítalo Morais Rocha Guedes

Carlos Eduardo Pacheco Lima

Supervisor editorial

George James

Normalização bibliográfica

Antonia Veras de Souza

Capa, tratamento das ilustrações, projeto gráfico e editoração eletrônica

André Luiz Garcia da Silva

1ª edição

1ª impressão (2014): 2.000 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Hortaliças

Reúso de água na agricultura / Marcos Brandão Braga, Carlos Eduardo Pacheco Lima, editores técnicos. – Brasília, DF : Embrapa, 2014.

200 p. : il. color. ; 17 cm x 24 cm.

ISBN 978-85-7035-402-0

1. Águas residuais. 2. Tratamento de água. 3. Irrigação. 4. Hortaliças. 5. Mudança climática.
I. Braga, Marcos Brandão. II. Lima, Carlos Eduardo Pacheco. III. Embrapa Hortaliças.

CDD 635-0487

© Embrapa 2014

Apresentação

O uso e conservação dos recursos hídricos é tema chave para o desenvolvimento de um país, sendo essencial para a produção de bens de consumo com altos níveis de produtividade e competitividade do produto final. A disponibilidade de água de qualidade e em quantidade adequadas para produção seja de alimentos e ou de outros bens, é cada vez mais restrita, uma vez que os fatores que regulam esta situação estão diretamente correlacionados com a sustentabilidade ambiental da região onde se encontram os mananciais.

Em face disso, entre os diferentes recursos naturais utilizados na produção agropecuária, a água tem-se constituído num fator limitante ao sucesso de qualquer empreendimento, principalmente, em decorrência da sua escassez e ou qualidade, com reflexos limitantes ao desenvolvimento sócio econômico de determinadas regiões.

Com o crescimento dos grandes centros urbanos no Brasil e no mundo, atualmente com cerca de 80% da população mundial vivendo em cidades, faz-se necessário o abastecimento de água para usos doméstico, comercial e industrial. Neste contexto, tem-se evidenciado também a necessidade de adequar a qualidade das águas residuárias destes processos, as quais apresentam algum tipo de contaminante, seja orgânico, químico e ou biológico. Diversas tecnologias têm sido empregadas para o tratamento de vários tipos de água residual.

Na maioria das vezes, no cultivo irrigado de alimentos é utilizada água de baixa qualidade química e biológica. Este problema tem sido recorrente em regiões urbanas e periurbanas, onde se cultivam diferentes espécies de hortaliças, principalmente as do tipo folhosas, que em sua maioria são consumidas cruas. Este problema tem sido mais evidente, em regiões de baixo desenvolvimento sanitário, ou seja, com inexistência e ou inadequação de serviços de saneamento básico.

A Embrapa Hortaliças vem trabalhando com a agricultura irrigada há mais de 30 anos, e neste período, estabeleceu diversos processos e tecnologias para uso adequado da água no cultivo de hortaliças.

Recentemente, tem-se verificado uma maior demanda, por parte da sociedade, vinculada a melhoria da qualidade da água utilizada nos cultivos de hortaliças. Em face disso, em 2011 a Embrapa Hortaliças organizou e promoveu o primeiro *Simpósio de qualidade de água para uso na olericultura*, sendo que este livro, fruto das apresentações e discussões sobre o tema, apresenta para o leitor algumas alternativas para uso da água residual na produção agrícola, incluindo hortaliças.

O Procisur é um programa cooperativo para o desenvolvimento tecnológico agroalimentar e agroindustrial do Cone Sul, que compreende diversos órgãos de pesquisa agropecuária em seis países: o INTA na Argentina, o INIAF na Bolívia, a EMBRAPA no Brasil, o INIA no Chile, o IPTA no Paraguai e INIA no Uruguai. Dentre as suas premissas de trabalho, o uso sustentável dos recursos naturais é um dos objetivos, sendo que o uso racional dos recursos hídricos é parte componente das plataformas regionais de estudo e desenvolvimento do programa.

Esta publicação, resultado do esforço da parceria entre a Embrapa e o Procisur e demais colaboradores, sem dúvida, é uma marco neste importante tema relacionado aos recursos naturais.

Valdir Stumpf Júnior
Presidente
Comissão Diretiva do Procisur

Jairo Vidal Vieira
Chefe-geral
Embrapa Hortaliças

Prefácio

Os conflitos pelos múltiplos usos da água, seja por limitações impostas pela quantidade de água disponível ou pela qualidade dela, são realidade mundial e também no território brasileiro. Por outro lado, vivemos em um mundo com população ainda crescente o que exige incrementos na produção de alimentos, preferencialmente acompanhados de aumento da qualidade nutricional dos mesmos. A agricultura é hoje a atividade que apresenta maior uso de água doce e, por isso, tem sido alvo de diversas críticas, muitas vezes infundadas, por parte de órgãos e pessoas que não entendem bem a dinâmica do ciclo hidrológico. Conviver com o aumento da necessidade de produção de alimentos mantendo a sustentabilidade da agricultura é indubitavelmente um desafio prioritário para o século XXI. Adicionalmente, o aumento da consciência da população brasileira sobre a importância da manutenção de hábitos alimentares saudáveis, assim como o aumento da renda média do trabalhador, tem levado a um significativo aumento na procura por produtos oriundos da cadeia produtiva das hortaliças. Entretanto, a baixa qualidade da água para irrigação e para tratamentos pós-colheita podem constituir uma ameaça à segurança alimentar, devendo ser discutida pelos diversos atores da sociedade que exercem influência sobre essa importante cadeia produtiva. O reuso indireto de água na olericultura é uma realidade que não pode ser negligenciada. Dados oficiais da Agência Nacional de Águas (ANA) dão conta que a maioria dos corpos d'água doce superficiais brasileiros apresenta qualidade inferior àquela permitida para o uso em irrigação de hortaliças consumidas in natura. Essa situação se agrava em áreas densamente povoadas como nas regiões metropolitanas, em áreas urbanas e periurbanas. Nestas, estão localizadas importantes áreas de produção de hortaliças, denominadas de cinturões verdes das grandes cidades, o que denota a relevância do tema. Faz-se necessário, portanto, a condução de pesquisas, ações de transferência de tecnologia e elaboração de políticas públicas que versem sobre o tema reuso de águas residuárias na olericultura, seja ele direto ou indireto, buscando a manutenção da sustentabilidade do cultivo de espécies oleráceas, bem como a segurança alimentar dos consumidores. É possível ainda que esse quadro se agrave se relevarmos os impactos projetados das mudanças climáticas. Por outro lado, a atividade agrícola também pode impactar a disponibilidade dos recursos hídricos e alterações nos sistemas produtivos que levem a um menor impacto ambiental devem ser buscadas. A condução dos sistemas agrícolas com

intenso revolvimento do solo e uso de insumos têm levado a um quadro de degradação ambiental preocupante que, inclusive, pode ser alvo de barreiras não tarifárias futuras para limitação da comercialização de produtos brasileiros no exterior. Além disso, o aumento da consciência ambiental do consumidor pode levar a restrições futuras de consumo daqueles produtos altamente impactantes. Melhoramento genético buscando maior eficiência do uso de água e nutrientes, melhor planejamento do uso e ocupação do solo, utilização de sistemas e práticas conservacionistas de produção e utilização de sistemas e manejos de irrigação mais eficientes no uso da água são exemplos de ações que podem mitigar os impactos das atividades agrícolas sobre os corpos d'água. Portanto, esse livro contém discussões de diversos temas relevantes ao conhecimento do uso de água residuária na produção de alimentos.

Marcos Brandão Braga
Carlos Eduardo Pacheco Lima
Editores Técnicos

Sumário



Reúso de água como fator na produção de alimentos	13
Introdução.....	13
Potencial do uso de água residual na irrigação.....	15
Tratamento e caracterização de qualidade de água.....	17
Risco à saúde pública e ao meio ambiente.....	22
Considerações finais	24
Referências.....	25
Reúso de água residuária na Olericultura: necessidade, limitações e impactos sobre a qualidade de hortaliças e dos solos	27
Introdução.....	27
Disponibilidade hídrica no Brasil e no mundo.....	28
Qualidade da água para produção de hortaliças no Brasil.....	31
Mudanças climáticas esperadas para o Brasil e recursos hídricos.....	39
Impactos do uso de águas de baixa qualidade sobre a produção de hortaliças	41
Impactos do uso de águas residuárias sobre a qualidade do solo	45
Considerações finais	48
Referências.....	49

Reúso de água na agricultura no contexto da gestão de recursos hídricos no Brasil.....	59
Introdução.....	59
Agência Nacional de Águas e Gestão de Recursos Hídricos.....	60
Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil.....	61
Reúso Direto Não Potável de Água	63
Reúso de Água para Fins Agrícolas.....	66
Ações da Agência Nacional de Águas de Incentivo e Apoio ao Reúso de Água	79
Considerações Finais	89
Referências.....	90
A evolução da irrigação no Brasil e o reúso de água.....	97
Introdução.....	97
Potencial agrícola e de irrigação no Brasil.....	97
Reúso de água para irrigação e legislação.....	101
Referências.....	108
Reúso de água na agricultura: estado da arte e perspectivas	109
Bases conceituais da disposição controlada de águas residuárias no solo	109
Histórico do aproveitamento agrícola de águas residuárias.....	110
Fertirrigação com água residuária.....	110
Tratamento/aproveitamento agrícola em sistemas alagados construídos	123
Referências.....	129
Qualidade microbiológica da água para irrigação de hortaliças	131
Introdução.....	131
Avaliação da qualidade microbiológica da água para irrigação de hortaliças.....	132

Bases conceituais para a formulação de critérios de qualidade da água para irrigação de hortaliças.....	135
Avaliação quantitativa de risco microbiológico aplicada à irrigação de hortaliças.....	136
Normas e critérios de qualidade microbiológica da água para irrigação de hortaliças.....	141
Normas e critérios de qualidade microbiológica de hortaliças e associação com a qualidade da água de irrigação.....	149
Considerações finais.....	152
Referências.....	153
Remoção Biológica de Nutrientes precedido de Reator UASB:	
O Caso da ETE Gama (DF).....	159
Introdução.....	159
Material e métodos.....	161
Resultados e Discussão.....	167
Conclusões e recomendações.....	175
Referências.....	176
Segurança sanitária da água para irrigação.....	
Introdução.....	179
Doenças transmissíveis pela água.....	180
Riscos de transmissão de doenças.....	182
Fontes de água e de contaminação.....	184
Amostragem de água para análise de qualidade.....	185
Análise de qualidade da água.....	187
Classificação e possibilidades de uso da água.....	190
Tratamento de água.....	192
Esquistossomose: transmissão e medidas saneadoras.....	195
Conclusões e recomendações.....	198
Referências.....	199

Reúso de água como fator na produção de alimentos

Marcos Brandão Braga
Waldir Aparecido Marouelli
Carlos Eduardo Pacheco Lima

Introdução

Da água total disponível no planeta Terra aproximadamente 97% são de água salgada, encontrada nos mares e oceanos, e apenas 3% são de água doce. Do total de água doce, em torno de 68,9% encontram-se congelada nas calotas polares e geleiras, 29,9% representam águas subterrâneas, 0,9% está na biomassa e na atmosfera sob a forma de vapor e apenas 0,3% representa águas superficiais (lagos, rios e reservatórios), o que representa menos de 0,01% do total de água doce e salgada existente no planeta. Da água doce total utilizada pelo homem, próximo de 85% é usada na agricultura, sobretudo na irrigação, 10% nos processos industriais e 5% no abastecimento doméstico (LIMA, 2001).

Uma análise simplista e direta do possível efeito do aquecimento global permite inferir que o simples acréscimo da temperatura médias na Terra acarretará, por exemplo, aumento na evaporação de águas superficiais e da demanda hídrica de espécies de plantas nativas e cultivadas. A maior demanda por água poderá agravar conflitos, atualmente observados em algumas regiões, entre os diferentes setores e atividades existentes, incluindo conflitos entre agricultores, municípios, estados e, até mesmo, países. Por outro lado, o contínuo crescimento demográfico no planeta, cuja população ultrapassou os oito bilhões de habitantes em 2010, aumenta as demandas por bens duráveis e por alimentos, pressionado a demanda por recursos naturais, como a água, cada vez mais escassos em muitas regiões.