

## RECURSOS HÍDRICOS

### A RESPONSABILIDADE DO SETOR AGRÍCOLA NA PRESERVAÇÃO DE ÁGUA NO BRASIL.

**Eueliton Marcelino Coelho Junior (AUTOR PRINCIPAL)** – eueliton.coelho@usp.br  
USP.

**Kimberlin Rocha Villas Boas (COAUTOR)** – kimberlinkrvb@gmail.com  
FATEC.

**Luís Fernando Quintino (COAUTOR)** – luis.quintino@outlook.com  
UNICAMP.

**Cesar Augusto Della Piazza (COAUTOR)** – della\_piazza@yahoo.com.br  
UNIMEP.

**Alexandre Acácio de Andrade (COAUTOR)** – aacacio@ufabc.edu.br  
UFABC.

**Juliete Vitorino dos Santos (COAUTOR)** – juliete.vitorino@gmail.com  
UFABC

**Resumo:** O presente artigo tem como finalidade evidenciar de maneira objetiva a responsabilidade do setor agrícola na preservação dos recursos hídricos brasileiros. Por meio da utilização de ferramentas, reconhecidas internacionalmente para se calcular o consumo total de água durante os processos produtivos de diversos bens de consumo e alimentos, a “água virtual” e a “pegada hídrica”, demonstram a grande influência do setor agrícola no consumo da água no Brasil. Constatou-se que o reúso da água na agricultura se mostra como grande aliado à economia hídrica e através da análise de diversas experiências da reutilização de água em culturas agrícolas diversas, restou comprovada a eficiência, economia e eficácia das práticas adotadas. Verificamos que a falta de uma legislação federal abrangente sobre o reúso da água na agricultura, bem como a ausência de políticas públicas que motivem tais práticas, se tornou um óbice ao desenvolvimento em larga escala dessa alternativa fundamental à preservação de água. Atrelado a isso, a criação de selos para empresas hidricamente responsáveis e a oficialização da quantificação de “água virtual” e real utilizadas para produção de bens de consumo e alimentos, se fazendo constar nos produtos tal informação, auxiliaria o consumidor a optar por produtos hidricamente corretos.

**Palavras-chave:** Água, Pegada hídrica, Água virtual, Agricultura, Reúso.

## 1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A recente crise hídrica que assolou o Brasil vem levantando discussões e motivando pesquisas à cerca de estratégias e ações que tem como objetivo economizar e reutilizar os recursos hídricos disponíveis para o consumo humano e essenciais à manutenção da vida.

Apesar de 70% do planeta ser composto por água, a maior parte da água disponível no planeta está sob forma de água salgada, imprópria ao consumo humano. Além disso, os processos industriais, a falta de políticas que versam sobre a preservação ambiental e o aumento da população contribuíram para a alteração no ciclo hidrológico e quantidade de água doce disponível para o consumo. Por conta de diversos fatores que interferem no ciclo hidrológico, a água não é repostada em tempo suficiente para o consumo humano. Grande parte dela se encontra no estado gasoso na atmosfera e outra parte retorna aos oceanos (BRAGA, 2005).

Estima-se a quantidade de água em nosso planeta em 1,386 bilhões de km<sup>3</sup>. Desse total, 97,5% são água salgada compondo os oceanos e apenas 2,5% representam água doce. Cerca de 68,7% da água doce está armazenada nas geleiras e calotas polares, outra grande parte está presente em sob forma de vapor e apenas 0,27% da água doce está presente nos rios, lagos e reservatórios. Ou seja, a estimativa é de que apenas 0,007% de toda a água do planeta seja doce e se localiza em ambientes acessíveis à nossa sociedade (BÓS, 2012).

A Agência Nacional de Águas (ANA) em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) divulgou recentemente um relatório que indica ser a atividade de irrigação responsável por 72% do consumo de água em nosso país (ANA, 2015).

Algumas ferramentas foram desenvolvidas a fim de verificar o consumo de água direto e indireto na produção de alimentos naturais e produtos industrializados. São instrumentos reconhecidos por possibilitarem a localização e reflexão de possíveis alterações que devem ser feitas nos processos produtivos para a economia de recursos hídricos. A “água virtual” e a “pegada hídrica” são as mais amplamente difundidas e aceitas como referência de cálculo de consumo.

Também para potencializar a economia de água, diversos métodos de reúso desse recurso vem sendo implementados ao longo dos anos e em diversas localizações do globo terrestre. O reúso ou reaproveitamento da água se constitui no conjunto de processos que possibilitam a reutilização de água, tratada ou sem tratamento, na mesma finalidade originária ou em qualquer outra. A potencialização da utilização diversificada da água de reúso é de suma importância para a preservação desse recurso mineral essencial da qual depende a existência de vida no planeta. A sinergia de medidas que cooperem para a economia e o consumo sustentável de água aparece como solução mais eficiente e eficaz para a problemática do consumo desenfreado dos recursos hídricos. (BRAGA, 2005).

Cada setor da sociedade deve contribuir na adoção de procedimentos e processos que corroborem com a preservação dos recursos hídricos do planeta. Apesar de haver a necessidade de que todos os setores adotem ações que propiciem a correta utilização e conservação desse bem inerente à vida em nosso planeta, buscamos evidenciar o setor econômico que hoje é o maior responsável por essa utilização desenfreada dos recursos hídricos disponíveis em nosso país.

### 1.1 - Água de reúso pela legislação brasileira

O Brasil, assim como outros tantos países, atualmente, não possui uma legislação abrangente e eficiente em relação ao reúso de água pelos diversos setores da sociedade.

Existem apenas resoluções do Conselho Nacional de Recursos Hídricos que regulam padrões para os efluentes lançados e caracterizam o pertencimento do reúso à política nacional de gestão de recursos hídricos, porém não disciplinam parâmetro para o reúso de água nas diversas modalidades em que pode ser empregado (SOUSA, 2014).

Em decorrência dessa deficiência da legislação federal, estados e municípios tentam disciplinar o reúso da água com leis municipais e estaduais. Na falta de dispositivo legal, são largamente utilizados critérios adotados por organismos internacionais como a Organização Mundial de Saúde que público (KLOSS, 2015).

Não podemos descartar a necessidade da existência de medidas de controle que visem a segurança da população e a correta utilização de águas residuárias para que os objetivos pretendidos sejam alcançados sem qualquer efeito colateral aos envolvidos no processo (SOUSA, 2014).

Damasceno (2014) destaca que o uso da água residuária no setor agrícola visa promover a sustentabilidade da agricultura irrigada, pois economiza as águas superficiais não poluídas, mantendo a qualidade ambiental e servindo como fonte altamente nutritiva às plantas. Entretanto, faz a ressalva de que a água proveniente de estações de tratamento de esgoto deve ser corretamente tratada para eliminação de microrganismos nocivos à saúde da população e presentes nessa espécie de água residuária.

De acordo com Hespagnol (2015), especialista em estratégias para o reúso de água:

*“[...] Temos tecnologia para tratar efluentes e transformá-los em água de reúso potável, que a população pode com segurança, sem risco nenhum. Mas ainda falta no Brasil uma legislação a respeito [...] A água de reúso é uma solução moderna, economicamente viável e que conta com tecnologia comprovadamente eficaz. Essa prática já existe em diversos países, entre eles Estados Unidos, África do Sul, Austrália, Bélgica, Namíbia e Cingapura. Nunca se detectaram problemas de saúde pública associados ao reúso nesses países” (HESPANHOL, 2015).*

## **1.2 – O reúso da água no setor agrícola**

O uso de efluentes de estação de tratamento de esgoto (ETE) é de suma importância no processo da reciclagem de água e nutrientes contribuindo para a sustentabilidade das atividades humanas. A estratégia de utilizar esgoto doméstico tratado nas atividades agrícolas provém de longa data em países como Alemanha e França. Mais recentemente, Israel, Estados Unidos, Chile, Arábia Saudita e México aderiram a essa modalidade de irrigação de culturas. Diversos tipos de produtos agrícolas, produzidos com água de reúso de esgotos domésticos tratados, estão sendo comercializados nos países citados. (FIORI *et al.*, 2006).

Estudos realizados em vários países comprovam que a produtividade agrícola aumenta de maneira considerável em modelos de sistemas de irrigação com esgotos domésticos adequadamente administrados, além de contribuir para saúde e preservação ambiental da região. (BRAGA, 2005).

Silva (2012), verificou em sua pesquisa que os efeitos positivos no crescimento das mudas do meloeiro amarelo ouro se relacionaram diretamente à maior concentração de água residuária de origem doméstica.

Em uma pesquisa desenvolvida por Souza *et al.* (2015), que teve por objetivo avaliar a eficiência de uma estação de tratamento de esgoto (ETE), constatou-se que o efluente resultante do processo de tratamento possuía propriedades e elementos de suma importância aos cultivos agrícolas, tendo intensa matéria orgânica e sais agregados. Ressalvou-se a necessidade de monitoramentos periódicos das propriedades do solo necessárias à eficiência da cultura em prática.

Nos estudos realizados por Deon *et al.* (2010), a irrigação no plantio de cana-de-açúcar, utilizando-se de efluentes de estação de tratamento de esgoto proporcionou aumento de produtividade na colheita. Ainda de acordo com Brito *et al.* (2014), a utilização de água residuária na irrigação de mudas de girassol mostrou-se viável possibilitando a economia de água potável e de fertilizantes nas fases de adubação do plantio.

Mota *et al.* (2011) afirma que a utilização de água residuária no cultivo de mudas de melancias do tipo ‘Crimson Sweet’ mostrou-se uma opção econômica, pois o composto contém muitos nutrientes, e altamente produtiva gerando mudas mais vigorosas. Em outra pesquisa sobre a utilização de efluentes tratados para irrigação de capim-elefante-roxo, realizada no entorno da ETE do município de Pendências/RN, a alta produtividade se fez presente também. (SARAIVA & KONIG, 2013).

Ludwig & Brito (2012, p. 167-176) realizaram um vasto estudo que evidenciou o amplo interesse de pesquisadores científicos nas consequências da utilização de efluentes domésticos nas atividades agrícolas. Também concluíram que o reúso desse tipo de efluente aumenta a produtividade de diferentes culturas se constituindo em fonte de nutrientes. No referido estudo, percebeu-se que a irrigação do tipo gotejamento com utilização de filtros e se valendo de constantes análises das características da água utilizada permite o manejo com um mínimo de contaminação da cultura.

### **1.3 - “Água virtual”**

Diversas soluções são estudadas diariamente com objetivo de gerir a água em nossa sociedade afim de se reduzir as chances da carência desse recurso essencial para a vida. A quantificação hídrica incorporada aos produtos, seja de maneira direta ou indireta, permite evidenciar o caráter universal desse solvente (TAMEA & RIDOLFI, 2016).

Por esta seara, a metodologia de “água virtual” tem extrema importância vez que permite comparação e avaliação da quantidade de água utilizada nos diversos processos de produção e comercialização de bens de consumo e alimentos, além de nos permitir mensurar o volume de água que translada entre os países através do comércio de alimentos (TAMEA & RIDOLFI, 2016).

A “água virtual”, definida no primeiro momento como a água agregada à commodities, se constitui em um instrumento que possibilita medir a quantidade de recursos hídricos utilizados nos processos de produção e comercialização de bens de consumo e alimentos, da matéria-prima ao destino final do produto acabado. O desenvolvimento desse conceito foi fundamental para conscientizar consumidores a respeito da responsabilidade ambiental de fabricantes de bens de consumo e motivar, por parte dos consumidores finais, a aquisição de itens que utilizem menos água durante os processos de produção a comercialização (GELAIN & ISTAKE, 2012).

### **1.4 – “Pegada hídrica”**

A “pegada hídrica” é outra importante ferramenta, tradicionalmente expressa em volumes por ano, utilizada para cálculo da quantidade de água utilizada nos processos de

fabricação e comercialização de produtos. Se difere dos instrumentos tradicionais de mensuração hídrica por contabilizar fatores adicionais ao cômputo final permitindo a análise dos dados de maneira mais ampla indicando os usos direto e indireto de águas superficiais e/ou subterrâneas (EMPINOTTI & JACOBI, 2013).

O cálculo dessa ferramenta, que pode ser feito para uma determinada cultura, processo produtivo ou para o produto final em si, se utiliza de informações à cerca do cultivo da cultura em tela e da quantidade parcial de água consumida durante cada parte direta ou indiretamente no processo produtivo de determinado bem de consumo ou alimento, levado em consideração (HOEKSTRA *et al.*, 2011).

Como forma de auxiliar os governantes na elaboração de políticas públicas mais eficientes no que concerne a gestão de fontes de água, Hoekstra & Mekonnen (2012) realizaram um estudo inédito baseado nos cálculos e mapeamentos da “pegada hídrica” no mundo atual, possibilitando estimar em cada país e setor econômico o consumo hídrico nos processos produtivos em vigência, permitindo com mais exatidão o exame a propositura de alternativas que tornem esses mais sustentáveis.

Chukalla *et al.* (2015) realizou um amplo estudo sobre as possibilidades de reduções do uso de recursos hídricos pelo setor agrícola e verificou, através de alterações nas práticas de gestão e estratégias de irrigação e fertilização, uma redução de até 35% na “pegada hídrica” das culturas pesquisadas.

## 2. METODOLOGIA

O presente artigo foi construído partindo-se de uma análise ampla da temática, através de extensa pesquisa de informações pertinentes ao embasamento pretendido. Por intermédio de pesquisas bibliográficas, consultas as legislações, alternativas de economia de água.

A análise de bibliografias possibilita agruparmos os conhecimentos disponíveis sobre os assuntos pesquisados, contribuindo para a compreensão da problemática em estudo. Outrossim, a utilização de diversas fontes de conhecimento e documentações diretas ou indiretas, através de variadas técnicas de pesquisa contribuem para a análise completa do contexto (LAKATOS & MARCONI, 2010).

Utilizamos ferramentas de cálculo de consumo hídrico reconhecidas para verificar a real responsabilidade do setor agrícola na adoção de metodologias que possibilitem a economia de água e elencamos diversas soluções de reúso hídrico no setor agrícola como forma de comprovar que a medida se apresenta como solução favorável à problemática de economia dos recursos hídricos disponíveis ao consumo humano.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A “pegada hídrica”, que consiste no somatório da “água virtual” e real envolvidas nos processos, permite calcular por exemplo a produção industrial de carne bovina, na qual são 3 anos até o abate do animal para a produção de aproximados 200 kg de carne desossada. O animal consome 1300kg de ração, 7200 kg de forragem, bebem 24 m<sup>3</sup> de água além de ser necessário o uso de 7 m<sup>3</sup> de água para limpeza geral do animal. Isso implica que, em para a produção de 1kg de carne são necessárias 6,5 kg de ração, 36 kg de forragem e 155 l de água para consumo do próprio animal. Toda água embutida nesses elementos que foram necessários para a produção de um quilo de carne soma aproximadamente 15.500 m<sup>3</sup> de água (HOEKSTRA, 2008).

A Tabela 1, demonstra a “pegada hídrica” ou média global de água utilizada no processo produtivo de itens comumente consumidos pelos brasileiros.

Tabela 1 – Quantidade de água para produção de alimentos e bebidas.

<b>Produto</b>	<b>Unidade</b>	<b>Água (litros)</b>
Carne Bovina	1 kg	15500
Carne de Frango	1 kg	3900
Carne Suína	1 kg	4800
Arroz	1 kg	3400
Leite	1 litro	1000
Queijo	1 kg	5000
Açúcar	1 kg	1500

FONTE: Hoekstra, 2008 (adaptada pelo autor).

No ano de 2016, é esperada uma safra de aproximadamente 100.191.047 toneladas de soja (IBGE, 2016). Para produção de 1kg de soja são consumidos 1800 litros de água, de acordo com o valor da Tabela 1. O que nos leva ao montante de “água virtual” e real utilizada nessa produção da soja esse ano no Brasil da ordem de  $180 \times 10^{12}$  litros.

A “pegada hídrica” brasileira é de aproximadamente 2.027 m<sup>3</sup> por habitante ao ano, o que equivale a 5.500 litros de consumo diário por pessoa. Ou seja, em um ano a população brasileira consome, entre “água virtual” e real, um total aproximado de  $360 \times 10^{12}$  litros (WFN, 2016). Sabemos que para o uso sustentável dos recursos hídricos na agricultura é necessário reduzir-se a “pegada hídrica” das culturas irrigadas. (CHUKALLA *et al.*, 2015)

Analisando-se apenas o cultivo de soja, verificamos que a citada cultura representará, em termos de utilização de água, metade da “pegada hídrica” da população brasileira durante o ano de 2016.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A agricultura se mostra como setor principal no que tange a quantidade de água utilizada diretamente e indiretamente em seus processos produtivos.

Diversas iniciativas e testes estão sendo feitas no Brasil e no mundo para proporcionar um melhor aproveitamento da água e a economia desse recurso através da reformulação de técnicas de produção em sinergia com estratégias de tratamento e reúso de água de origens diversificadas como forma de economia hídrica.

É necessária e emergencial a criação de legislação federal abrangente sobre o reúso de água na agricultura, pois a situação legal atual dificulta a implementação de soluções que auxiliam na preservação dos recursos hídricos do país sem comprometer a produtividade agrícola.

A criação de um selo de produto e/ou empresa hidricamente sustentável e até mesmo a criação de resolução ou lei que faça constar na descrição das características dos produtos a soma da quantidade de “água virtual” e real utilizada na produção da unidade adquirida, da mesma forma que são evidenciados os detalhes de composição tradicionais dos alimentos e produtos faturados de uma maneira geral, possibilitaria aos consumidores optarem por produtos ecologicamente sustentáveis.

## 5. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES

ANA (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS) - ANA e Embrapa concluem levantamento sobre irrigação com pivôs centrais no Brasil. Disponível em: <[http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?id\\_noticia=12669](http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?id_noticia=12669)>. Acesso em: 10 abr. 2016.

BÓS, S. M.; THOMÉ, A. **Métodos para Avaliar Vulnerabilidade das Águas Subterrâneas**. 1ª edição. Porto Alegre: Poa Comunicação, 2012, 82p.

BRAGA, B. *et al.* **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRITO, K. S. A. *et al.* Combinações de substratos agrícolas para o cultivo de plântulas de girassol irrigadas com água residuária. **ACSA**, Patos, v. 10, n. 2, p.125-134, 2014.

CHUKALLA, A. D.; KROL, M. S.; HOEKSTRA, A. Y. Green and blue water footprint reduction in irrigated agriculture: effect of irrigation techniques, irrigation strategies and mulching. **Hydrol. Earth Syst. Sci.**, v. 19, p. 4877-4891, 2015. Disponível em: <<http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/19/4877/2015/>>. Acesso em: 25 mar. 2016.

DAMASCENO, A. P. A. B. **Desinfecção de águas servidas através de tratamento térmico utilizando coletor solar**. Piracicaba, 76 p., 2014. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo.

DEON, M.D. *et al.* Produtividade e qualidade da cana de açúcar irrigada com efluente de estação de tratamento de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.10, p.1149-1156, 2010.

EMPINOTTI, V. L.; JACOBI, P. R. Novas práticas de governança da água? O uso da pegada hídrica e a transformação. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Ed. UFP, v.27, p.23-36, 2013.

FIORI, S.; CARTANA, V. M. F.; PIZZO, H. Avaliação qualitativa e quantitativa do reúso de águas cinzas em edificações. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 19-30, 2006.

GELAIN, J. G.; ISTAKE, M. Exportação líquida de água virtual brasileira e estadual. In: **ENABER**, 13, 2015, Curitiba. Disponível em: <<http://www.brsa.org.br/fotos/arquivo1-2015-10-13-16-16-53.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2016.

HESPANHOL, I. Água reciclada. Reúso a partir do tratamento de efluentes é alternativa para ajudar no combate à crise de abastecimento. **Pesquisa FAPESP**, São Paulo, ed. 235, p. 66-69, 14 set. 2015. Entrevista concedida a Yuri Vasconcelos.

HOEKSTRA, A. Y. *et al.* **The Water Footprint assessment manual: Setting the global standard**, Earthscan, London, UK, 2011. Disponível em: <[http://waterfootprint.org/media/downloads/TheWaterFootprintAssessmentManual\\_2.pdf](http://waterfootprint.org/media/downloads/TheWaterFootprintAssessmentManual_2.pdf)>. Acesso em: 15 mar. 2016.

HOEKSTRA, A. Y; MEKONNEN. M. M. The water footprint of humanity. **PNAS**, Washington, v. 109 n. 9, p. 3232-3237, 2012. Disponível em: <<http://www.pnas.org/content/109/9/3232>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

HOEKSTRA, A. Y. The water footprint of food. In: **Water for food**, Stockholm, pg. 49-60, 2008. Disponível em: <<http://waterfootprint.org/media/downloads/Hoekstra-2008-WaterfootprintFood.pdf>>. Acesso em: 5 abr. 2016.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Banco de dados agregado. Dados de previsão de safra 2016.** Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/>>. Acessado em: mar. 2016.

KLOSS, V. D. O. **A governança dos recursos hídricos no Brasil colocada à prova em situação de escassez: um estudo de caso.** Rio de Janeiro, 112 p., 2015. Dissertação (mestrado) - Escola de Direito do Rio de Janeiro – FGV.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório publicações e trabalhos científicos.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LUDWIG, R.; PUTTI, F. F.; BRITO, R.R. Revisão sistemática sobre o uso de efluentes na agricultura. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 8, n. 6, p. 167-176, 2012.

MOTA, A. F et. al.. Desenvolvimento inicial de mudas de melancia ‘crimson sweet’ irrigadas com águas residuárias. **Revista Verde**, v.6, n.2, p.1149-98, 2011.

SARAIVA V.M.; KONIG, A. Produtividade do capim-elefante-roxo irrigado com efluente doméstico tratado no semiárido potiguar e suas utilidades. **Holos**, 29, v.1, p.28-46, 2013.

SILVA. J. L. A et. al. Influência da água residuária de origem doméstica no crescimento inicial do melão ‘amarelo ouro. **ACSA**, Patos, v.8, n.4, p 16-22, 2012.

SOUSA, M. U. **Caracterização físico-química e microbiológica do esgoto da UEPB com proposta de tratamento para fins de reuso.** 2014. 63f. TCC (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.

SOUZA, C. F. *et. al.* Eficiência de estação de tratamento de esgoto doméstico visando reuso agrícola. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v. 10, n. 3, 2015.

TAMEA, S.; LAIO, F.; RIDOLFI, L. Global effects of local food-production crises: a virtual water perspective. **Scientific Reports**, 6, 18803. 2016. Disponível em <http://doi.org/10.1038/srep18803>>. Acesso em: 2 abr. 2016.

WFN (WATER FOOTPRINT NETWORK). **National water footprint explorer.** Disponível em: <<http://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/national-water-footprint-explorer/>>. Acesso em: 30 mar. 2016.