

**O cultivo hidropônico de alface com água de reuso****Hydroponic lettuce cultivation with reused water**

DOI:10.34117/bjdv6n11-435

Recebimento dos originais:08/10/2020

Aceitação para publicação:20/11/2020

**Andréa Celina Ferreira Demartelaere**

Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB/CCA/Campus II) e Professora em Agroecologia

Instituição: Escola Técnica Estadual Senador Jessé Pinto Freire

Endereço: Rua Monsenhor Freitas, 648, Centro, CEP: 59586-000, Parazinho-RN, Brasil

E-mail: andrea\_celina@hotmail.com

**Tadeu Barbosa Martins Silva**

Doutor em Entomologia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e Professor Adjunto em Entomologia

Instituição: Universidade Estadual do Piauí (UESPI)

Endereço: Rua Almir Benvindo, S/N, CEP: 64860-000, Uruçuí-PI, Brasil

E-mail: tadeubarbosa@urc.uespi.br

**Hailson Alves Ferreira Preston**

Doutor em Fitopatologia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e Professor Adjunto em Fitopatologia

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN/EAJ)

Endereço: Rodovia RN 160, Km 03, S/N, CEP: 59280-000, Distrito de Macaíba-RN, Brasil

E-mail: hailson\_alves@hotmail.com

**Adriana dos Santos Ferreira**Mestre em Ciências Florestal pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)  
Instituição: Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestal na Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Endereço: Rodovia RN 160, Km 03, S/N, CEP: 59280-000, Distrito de Macaíba-RN, Brasil

E-mail: ferreiraufra@gmail.com

**André Luís dos Santos Rodrigues**

Graduando em Tecnologia em Gestão Ambiental

Instituição: Universidade Estácio de Sá/Polo Cajazeiras-PB

Endereço: Rua Higino Rolim, 142, CEP: 58900-000, térreo, Cajazeiras-PB, Brasil

E-mail: andreleao21@outlook.com

**Selma dos Santos Feitosa**

Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB/CCA/Campus II) e Professora do CST Agroecologia

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB, Campus Sousa, PB

Endereço: Rua Pres. Tancredo Neves, S/N, Jardim Sorrilandia, CEP: 58805-345,

Distrito de São Gonçalo- PB, Brasil

E-mail: selma.feitosa@ifpb.edu.br

**Welka Preston**

Doutora em Agronomia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)  
e Professora Titular de Gestão Ambiental  
Instituição: Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN)  
Endereço: Rua Professor Antônio Campos, BR 110, S/N, Costa e Silva, CEP: 59600-000,  
Mossoró-RN, Brasil  
E-mail: welkapreston@hotmail.com

**Damiana Cleuma de Medeiros**

Doutora em Fitotecnia pela Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) e Professora  
Adjunta em Agronomia  
Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN/EAJ)  
Endereço: Rodovia RN 160, Km 03, S/N, CEP: 59280-000, Distrito de Macaíba-RN, Brasil  
E-mail: damianacm@hotmail.com

**Anne Katherine Holanda Bezerra Rosado**

Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB/CCA/Campus II)  
e Professora Adjunta em Gestão Ambiental  
Instituição: Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN)  
Endereço: Rua Professor Antônio Campos, BR 110, S/N, Costa e Silva, CEP: 59600-000, Mossoró-RN,  
Brasil  
E-mail: annekatherine@uern.br

**Roseano Medeiros da Silva**

Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA)  
e Professor Adjunta em Gestão Ambiental  
Instituição: Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN)  
Endereço: Rua Professor Antônio Campos, BR 110, S/N, Costa e Silva, CEP: 59600-000, Mossoró-  
RN, Brasil  
E-mail: roseanomedeiros@uern.br

**Rodrigo Fernandes Benjamim**

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA)  
Instituição: Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA)  
Endereço: Rua Francisco Mota, 572, CEP: 59625-900, Pres. Costa e Silva, Mossoró-RN, Brasil  
E-mail: rfbenjamim\_20@hotmail.com

**RESUMO**

*Lactuca sativa* L, pertence a família Asteraceae é uma planta herbácea, que apresenta uma grande importância na economia mundial, porém, são poucos os recursos tecnológicos e de baixo custo no manejo de produção utilizados nesta hortaliça. A produção de mudas e de plântulas saudáveis desta espécie, com reflexos no desenvolvimento das plantas, depende em grande parte da utilização de sementes de boa qualidade, as quais podem ser expressas pela interação de quatro componentes: genético, físico, sanitário e fisiológico. A agricultura de forma geral é responsável por cerca de 70% do consumo global de água e a utilização de águas residuárias se tornou uma opção atraente, pois reduz a quantidade de efluentes lançados diretamente nos mananciais, sendo uma fonte alternativa de água disponível. Assim, o uso de efluentes de esgotos tratados na agricultura pode se tornar importante ferramenta no gerenciamento da água, e o aproveitando na hidroponia que pode ser feita através dessa água com qualidade e com alta concentração de nutrientes, favorecendo o sucesso na produção de hortaliças. Portanto, a gestão sustentável da água, inclui o uso de fontes alternativas

para a agricultura como o reúso, que é fundamental, pois favorece a disponibilidade de água potável para o consumo humano e contribui para garantir água para as gerações futuras, favorecendo a disponibilidade e o aumento do uso da água tratada dos esgotos, que pode conter soluções nutritivas, e fornecer nutrientes essenciais para o cultivo hidropônico de alface, garantindo alta qualidade e produtividade, além de ser cultivada durante todo o ano.

**Palavras-chave:** *Lactuca sativa*, Águas residuárias, Trabalho na água.

## ABSTRACT

*Lactuca sativa* L., belongs to the Asteraceae family is a herbaceous plant, which is of great importance in the world economy, but there are few technological resources and low cost in the management of production used in this vegetable. However, the production of seedlings and healthy seedlings of this species, with reflexes in the development of the plants, depends largely on the use of good quality seeds, which can be expressed by the interaction of four components: genetic, physical, sanitary and physiological. Agriculture generally accounts for about 70% of global water consumption and wastewater use has become an attractive option as it reduces the amount of sewage discharged directly into water sources and is an alternative source of available water. Thus, the use of treated sewage effluents in agriculture can become an important tool in water management. And taking advantage of the hydroponics that can be done through the reuse of quality water and high concentration of nutrients, favoring success in the production of vegetables. Therefore, sustainable water management includes the use of alternative sources for agriculture such as reuse, which is fundamental, as it favors the availability of drinking water for human consumption and contributes to guarantee water for future generations, favoring the availability and Increased use of treated sewage water, which may contain nutrient solutions, and provide essential nutrients for hydroponic lettuce cultivation, ensuring high quality and productivity, and is grown throughout the year.

**Keywords:** *Lactuca sativa*, Wastewater, Water work.

## 1 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) pertence à família Asteraceae, é uma planta herbácea, de consistência tenra, apresenta caule diminuto, onde se prendem as folhas. Normalmente é consumida em saladas e sanduíches, principalmente em redes de fast-foods, sendo uma excelente fonte de vitaminas e minerais, com um rico valor nutricional contendo: ferro, vitamina C, cálcio e potássio, fibras e ainda possui propriedades anticancerígenas (MOTA *et al.*, 2003).

Apresenta uma grande importância na economia do mundial, estando na 6<sup>o</sup> posição do ranque em relação a sua produção. Atualmente no Brasil, a variedade de maior importância econômica é a alface crespa com preferência pela população em torno de 70%, seguida da americana, com 15% e a lisa com apenas 10% (SUINAGA *et al.*, 2013).

O Estado de São Paulo, chega a produzir 137 mil plantas em 7,859 hectares, no Rio Grande do Norte, os plantios comerciais desta hortaliça são de média escala e estão localizadas na área metropolitana da capital, sendo utilizada tecnologias modernas de cultivo e mão-de-obra especializada. No interior do Estado os plantios são de pequenas escalas e efetuados nas “hortas de

fundo de quintal “, realizadas por pequenos produtores utilizando mão-de-obra familiar, de forma empírica e com tecnologia rudimentar (MAKISHIMA, 1992; SETÚBAL; SILVA, 1992).

A qualidade fisiológica das sementes é obtida por meio da avaliação do potencial fisiológico, o qual fornece informações para a detecção e solução de problemas durante o processo produtivo e, também, sobre o desempenho das sementes (MARCOS-FILHO, 2001). Entretanto, a produção de mudas e de plântulas saudáveis, com reflexos no desenvolvimento das plantas, depende em grande parte da utilização de sementes de boa qualidade, as quais podem ser expressas pela interação de quatro componentes: genético, físico, sanitário e fisiológico.

A expansão e o crescimento da população, e conseqüentemente o desenvolvimento da indústria e da agricultura, levaram a degradação dos recursos naturais, dentre eles, a água. Durante muitos anos, este recurso foi considerado inesgotável e somente nas últimas décadas tomou-se consciência da situação de escassez, da necessidade de racionalizar seu uso, procurar formas de reuso e recuperação da sua qualidade. A agricultura é responsável por cerca de 70% do consumo global de água, e em muitas situações não é tão exigente em qualidade representando um setor com potencial para uso de águas residuárias (POSTEL; VICKERS, 2004).

O interesse em usar água residuária tratada na hidroponia e na indústria tem objetivo de estudos mais recentes (BONINI *et al.*, 2014), e se tornou uma opção atraente, pois reduz a contaminação pela descarga direta de esgoto, melhorando as condições de potabilidade, permitindo a utilização mais racional dos recursos hídricos, sendo uma fonte alternativa de água disponível (MARTÍNEZ *et al.*, 2013).

Assim, o uso de efluentes de esgotos tratados na agricultura pode se tornar importante ferramenta no gerenciamento da água. A decisão crítica da elaboração de políticas sobre a aplicação de água de reuso pode contribuir para transformar a imagem negativa do esgoto em prática economicamente e ambientalmente segura, no sentido de preservar os recursos hídricos (HESPANHOL, 2002).

A utilização de águas residuárias, com o aporte nutricional característico, pode ser aplicada na irrigação de diversas culturas, realizando economia com fertilizantes na agricultura (MUFFAREG, 2003). Pode-se acrescentar também como benefício do uso dessas águas, a redução da quantidade de esgotos lançados diretamente nos corpos d'água sem o devido tratamento e a redução da pressão sobre mananciais de água devido à substituição da água potável por uma água de qualidade inferior na agricultura.

Há preocupações significativas sobre a segurança da reutilização de águas residuais para fins de irrigação. Em geral, as normas vigentes para a reutilização de efluentes, especificam os padrões de qualidade microbiológica (recorrendo aos organismos indicadores de contaminação) e os

tratamentos mínimos requeridos para os efluentes de acordo com o tipo de cultura a ser irrigada e, por vezes, com o método de irrigação empregado (PERIN, 2006).

Segundo a FAO (1992), sempre que águas residuárias forem consideradas como fonte de irrigação, a escolha do sistema adequado poderá ser decisiva na produtividade, diminuição de contaminação da produção, do ambiente, segurança humana, salinidade e riscos de toxicidade.

A hidroponia, que é o cultivo de plantas sem solo, é uma técnica que tem como vantagem minimizar o contato das águas residuárias, as partes comestíveis das plantas e os agricultores, uma vez que somente o sistema radicular da planta tem contato direto com a água. Além disto, Rababah; Asbolt (2000), apontam o uso da hidroponia para o tratamento de águas residuárias e para incrementar a produção de alimentos de alta qualidade e economia na gestão da água, afirmando que é possível diminuir o consumo de energia através da redução do bombeamento de águas residuárias entre cidades por meio da aplicação localizada de tecnologias de recuperação.

Neste contexto, o objetivo da presente revisão foi elucidar a necessidade de pesquisas para viabilizar o reuso da água na hidroponia para o cultivo de alface como uma alternativa para aproveitar o efluente podendo obter como vantagens a diminuição do lançamento de efluentes nos cursos d'água, a ciclagem dos nutrientes que não foram totalmente eliminados no processo de tratamento, podem ser utilizado como adubação, garantindo a alta qualidade e produtividade desta hortaliça.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 ASPECTOS GERAIS DA *LACTUCA SATIVA***

A alface (*Lactuca sativa* L.) tem como origem a região do Mediterrâneo e Ásia, sendo uma das hortaliças de maior importância mundial (BARROS *et al.*, 2014). Sua domesticação ocorreu provavelmente a partir da espécie selvagem (*L. serriola*) e existem representações em antigos túmulos egípcios datada de 4500 a.C., o que comprova o consumo desta hortaliça a ser um dos mais antigos do mundo.

Culturalmente, antigos gregos e romanos utilizavam as folhas de alface para alimentação e fabricação de remédios terapêuticos. A introdução na Europa Ocidental é datada do século XV, sendo difundida nas grandes cidades. Com o início das Grandes Navegações, a alface chegou à América por volta do ano 1494, trazida pelas embarcações comandadas por Cristóvão Colombo.

No Brasil, os portugueses introduziram a cultura por volta de 1650 (SALA; COSTA, 2012). Dentre os maiores produtores de alface no mundo, China, com 23,6 milhões de toneladas (52% da produção mundial), lidera a lista, seguida de Estados Unidos e Índia. No Brasil a produção chega a 350 mil toneladas, sendo que a hortaliça é plantada principalmente na região Centro-Sul. Entretanto, por se tratar de um produto altamente perecível e largamente consumida, é cultivada em todas as regiões, especialmente em áreas próximas dos grandes centros, os chamados “cinturões verdes”.

O estado de São Paulo é o maior produtor e o maior consumidor de alface no país (cerca de 137 mil toneladas em 8 mil hectares plantados), seguido de Paraná (54 mil toneladas em 2.845 ha) e Minas Gerais (18 mil toneladas em 1.192 ha) (MAKISHIMA; MELO, 2005). Com relação aos tipos de alface existentes, destacam-se no mercado atualmente as variedades: Americana, também chamada repolhuda crespa, que possui a folhas com aspecto crespo e nervuras em destaque, formando a chamada “cabeça”; Solta lisa, que, ao contrário da Americana, possui folhas macias e lisas, não formando “cabeça”; Solta crespa, possui folhas crespas e soltas; Mimosa, que possui “arrepiaças” e delicadas; e Romana, com folhas consistentes e alongadas e nervuras protuberantes (CARVALHO; SILVEIRA, 2011). De forma geral, todas as cultivares possuem bom desenvolvimento em temperaturas amenas, sobretudo na fase vegetativa (HENZ; SUINAGA, 2009).

A alface é a segunda hortaliça com maior custo de produção, sendo que no ano de 2012 o valor gasto com a cultura foi de R\$ 1.738.000,00 para produzir 1.624 milhões de toneladas (ABCSEM, 2014). Apesar da pouca utilização de agrotóxicos na cultura, sobretudo inseticidas e fungicidas, a suscetibilidade da planta à diferentes pragas e doenças é comum, principalmente 5 nos grandes centros de produção. Assim, os produtores apontam as fitoviroses como a grande causa de prejuízos e baixa na produção (BORGES, 2006).

## 2.2 ASPECTOS BOTÂNICOS

A planta é herbácea, delicada, com caule diminuto, ao qual se prendem as folhas. Estas são amplas e crescem em roseta, em volta do caule, podendo ser lisas ou crespas, formando ou não uma cabeça, com coloração em vários tons de verde, ou roxa, conforme a Cultivar, e são essas características que determinam à preferência do consumidor. O sistema radicular é muito ramificado e superficial, explorando apenas os primeiros 0,25 m do solo, quando a cultura é transplantada. Em semeadura direta, a raiz pivotante pode atingir até 0,60 m de profundidade (FILGUEIRA, 2003).

Tal fato as sementes de alface apresentam alta sensibilidade às condições do ambiente. Ocasionalmente problemas na germinação ou é responsável pela má qualidade e atraso na produção de mudas, também é influenciada por uma interação entre a temperatura e luz, os limites extremos da temperatura de germinação fornecem informações de interesse biológico e ecológico, pois sementes de diferentes cultivares germinam em faixas distintas de temperatura, sendo que a ótima é aquela na qual a maior percentagem ocorre no menor espaço de tempo (MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1989).

## 2.3 PRODUÇÃO DE ALFACE

No Brasil, o plantio da alface ocupa uma área de aproximadamente 35.000 hectares sendo tanto pela produção intensiva, quanto por produtores familiares, gerando em torno de cinco empregos por hectares (SOUZA *et al.*, 2014). Os estados de São Paulo e Minas Gerais são os maiores produtores de

alface do país, sendo que somente o estado de São Paulo plantou 6.570 ha em 2006, produzindo 129.077 toneladas (IEA, 2007).

#### 2.4 QUALIDADE FISIOLÓGICA

A produção econômica final de uma cultura é resultante das interações planta-solo-Ambiente. Porém para se compreender a natureza dos controles intrínsecos da cultura, são necessárias observações mais detalhadas, além da sua produção final (PEREIRA; MACHADO, 1987). A análise de crescimento, como observou Hunt (1978), permite ao pesquisador obter Comparações importantes, com plantas cultivadas em condições naturais, semi-naturais ou artificiais.

Segundo Kvet *et al.* (1971), a análise de crescimento de comunidades vegetais é um Dos primeiros passos na análise de produção primária, caracterizando-se como o elo de Rendimento das culturas e a análise destas por meio de métodos fisiológicos.

Pereira; Machado (1987), afirmam que, a análise de crescimento representa a referência inicial na Análise de produção das espécies vegetais, requerendo informações que podem ser obtidas sem a necessidade de equipamentos sofisticados. Tais informações são as quantidades de Material contido em toda planta e em suas partes (folha, caule, raiz), e o tamanho do aparelho fotossintetizante (área foliar) obtidas a intervalos de tempo regular durante o desenvolvimento fenológico da planta.

#### 2.5 ESCASSEZ DE ÁGUA E O REÚSO NA HIDROPONIA

A água tem sua importância reconhecida desde a antiguidade. A grande maioria das civilizações procuravam se instalar próximas aos cursos d'água. Segundo Brega Filho; Mancuso (2010), em razão da limitação dos recursos hídricos o homem primitivo não fixava moradia e mudava-se constantemente, numa permanente busca de locais com suposta abundância de água, porém essas buscas tornaram-se cada vez mais difíceis em razão do crescimento das populações, surgindo à necessidade de as comunidades disciplinarem e racionalizarem o uso da água.

O ciclo hidrológico, que consiste no movimento cíclico da água presente nos oceanos, continentes e na atmosfera, é movimentado pela energia do Sol e pela gravidade, que leva à evaporação, transpiração, sublimação, condensação, precipitação, infiltração e escoamento artificial das águas (PACHECO; MACHADO, 2010). Baseados neste conceito, durante muitos anos, este recurso foi considerado inesgotável, e somente nas últimas décadas tomou-se consciência da situação de escassez e da necessidade de racionalizar o uso, procurar formas de reúso e principalmente a recuperação da sua qualidade.

Crises no abastecimento de água estão se tornando cada vez mais frequentes em muitos locais, devido à falta de gerenciamento adequado, mudanças nos hábitos de consumo da população, períodos de estiagens e também à própria escassez desse bem (GONÇALVES, 2006). Outro fator preocupante é o grande desequilíbrio entre oferta de água e demanda, ocasionado pela distribuição irregular da

água pelo mundo, onde de toda a extensão do planeta, cerca de 70% é recoberta por água, porém destes, somente 2,5% é água doce, o restante é água salgada, sendo a distribuição desta água doce irregular, depende essencialmente do ecossistema que compõem cada região.

No Brasil, por exemplo, a região Norte, que compreende a Bacia Amazônica, detém cerca de 80% da água brasileira, e a população naquela região representa somente 8% da população nacional (ANA, 2013). Em contraste, a região Nordeste abriga 27,7% da população, porém apresenta apenas 3,3% da água disponível no país (GHISI, 2018).

Tundisi (2008), aponta que o conjunto de problemas como o os fatores ambientais da região, aumento e a exacerbação das fontes de contaminação, a alteração das fontes de recursos hídricos e dificuldade de acesso à água de boa qualidade (potável e tratada) apresenta dimensões em âmbito local, regional, continental e planetário.

Atualmente, a escassez universal de água doce é notória, fato que prejudica tanto o desenvolvimento econômico, como a qualidade de vida (BRAGA *et al.*, 2005). Reverter o quadro geral instalado é uma necessidade emergencial e o reúso de efluentes tratados tem sido cada vez mais aceito (GIORDANO, 1999), passando a ser um instrumento adicional na gestão desse recurso, propiciando atender a demanda de água para fins menos nobres, possibilita também a diminuição das pressões exercidas sobre os mananciais, promovendo assim, a conservação (BRAGA *et al.*, 2005).

O consumo de água para a atividade agrícola no mundo consome em média 70% do volume captado de água, no Brasil este número pode chegar a 80%, e é o setor que mais representa o potencial de reaproveitamento da água (ANA, 2013). O uso da água para fins agrícolas em determinadas situações, é pouco exigente com referência à sua qualidade. Nuvolari *et al.* (2003), afirmam que a prática agrícola se satisfaz com padrões baixos de qualidade, dependendo do sistema de produção e da cultura, porém em alguns casos chega a recuperar a qualidade da água.

Outro fator que vem a somar à importância de procurar formas alternativas e eficientes do uso da água na agricultura é a necessidade de aumentar a produção de alimentos, frente ao crescimento da população e a necessidade de garantir segurança alimentar.

Entretanto a gestão sustentável da água, incluindo o uso de fontes alternativas para a agricultura como o reúso, é fundamental, pois favorece a disponibilidade de água potável para o consumo humano e contribui para garantir água para as gerações futuras. Convém mencionar que se estima que uma economia de apenas 10% da água utilizada na agricultura pode-se até dobrar a capacidade de água para o uso doméstico (GHISI, 2018).

Segundo Beekman (1996), o reúso vem se tornando um componente importante no planejamento, desenvolvimento e utilização dos recursos hídricos. Nanninga *et al.* (2012), afirmam que a aplicação das águas residuárias permite que os usuários destas determinem que a quantidade e a qualidade da água seja de acordo com a finalidade do uso, sendo o oposto do que é praticado no



tratamento convencional, onde o governo ou a legislação vigente ditam o nível de tratamento do esgoto. A escolha da cultura e o método de irrigação também são ferramentas essenciais para que a aplicação de águas residuárias seja bem sucedida.

## 2.6 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DA ÁGUA DE REÚSO

O tratamento de águas e sua reutilização pode muito bem ser a chave para aliviar a demanda sobre as reservas limitadas de água doce, e também fornecer nutrientes presentes nestas águas, melhorando a capacidade de produção alimentar das famílias e propriedades rurais (FINLEY, 2008). De acordo com Von Sperling (1996), as características dos efluentes estão associadas ao processo de tratamento empregado. O uso da água para fins agrícolas, em determinadas situações, é pouco exigente com relação a sua qualidade.

Por isso o objeto específico do reúso, estabelecerão os níveis de tratamento recomendados, os critérios de segurança a serem adotados e os custos de capital, operação e manutenção associados (HESPANHOL, 2002). Entretanto, a análise físico-química e microbiológica do efluente que se pretende utilizar, revela os potenciais e as limitações para o uso na agricultura.

Em geral os esgotos sanitários contêm teores de macro e micronutrientes suficientes para o atendimento da demanda da maioria das culturas no sistema de plantio convencional (BASTOS, 1999). Uma avaliação mais detalhada da composição dos efluentes, revela os potenciais e as limitações para sua utilização na agricultura.

Os nutrientes no esgoto tratado, podem ser reaproveitados para produções agrícolas, onde os elementos mais importantes servirão para o desenvolvimento das culturas apontados por Nuvolari (2003), como potencialmente disponíveis em águas de reúso.

As vantagens do uso das águas residuárias estão associadas com o fornecimento de água às culturas e com a redução de custos para a aplicação de fertilizantes, promovendo a ciclagem dos mesmos, representando ganhos econômicos, mas principalmente ambientais.

Uma outra vantagem apontada por Florencio *et al.* (2006), é que se tem registrado em áreas irrigadas com águas residuárias é a melhoria da qualidade das propriedades químicas e físicas dos solos ácidos, além dos íons fertilizantes presentes nestas águas, coloides orgânicos contribuem para a melhoria da fertilidade destes solos, mantendo os nutrientes por um tempo maior à disposição das culturas. Isto contribui para aumentar a eficiência dos fertilizantes aplicados, representando diminuição dos custos da produção agrícola.

Esse mesmo autor reforça que o reúso reduz consideravelmente a quantidade aplicada de fertilizantes comerciais, ou mesmo pode eliminar a necessidade do seu emprego, além de proporcionar a adição de matéria orgânica, atuando como um condicionador do solo, e aumentar sua capacidade de reter água.

Porém, segundo Bond (1998), se mal planejado o reúso poderá causar problemas, principalmente com respeito à contaminação do solo e lençol freático por nitratos, compostos orgânicos, sodicidade, salinidade e metais pesados.

As principais alterações apontadas por Fonseca *et al.* (2007), em solos após irrigação com água de reúso foram: teor de carbono total, nitrogênio total e mineral na solução do solo; atividade, composição e função das comunidades microbianas do solo; Ca e Mg trocáveis; salinidade; sodicidade; dispersão de argila e condutividade hidráulica. Para os demais parâmetros de qualidade de solo os mesmos autores acima citados afirmam que não foram encontradas mudanças significativas nem efeitos ou implicações agrônomo-ambientais a curto e médio prazos.

O interesse em usar efluentes para irrigação de culturas aumentou significativamente no Brasil, devido à crescente dificuldade de identificar fontes alternativas de águas para irrigação; ao custo elevado de fertilizantes; a segurança de que os riscos de saúde pública e impactos sobre o solo são mínimos, caso sejam tomadas as devidas precauções; aos custos elevados dos sistemas de tratamento necessários para descarga de efluentes em corpos receptores; e ao reconhecimento, pelos órgãos gestores de recursos hídricos (MANCUSO; SANTOS, 2003).

De acordo com Cameron *et al.* (1997), ainda não existe uma certeza se o solo é o local mais adequado onde águas de reúso provenientes do uso doméstico possam ser despejadas; porém a hidroponia pode ser uma alternativa para o reúso quando o solo não for o local mais indicado para sua aplicação.

## 2.7 QUALIDADE SANITÁRIA DA ÁGUA DE REÚSO NA HIDROPONIA

Em casos específicos, de acordo com os fatores ambientais, epidemiológicos, locais e socioculturais, devem ser consideradas modificações das recomendações; <sup>2</sup> Espécies dos helmintos *Ascaris*, *Trichuris*, *Ancilostoma* e *Necator*; <sup>3</sup> Recomendações mais rigorosas devem ser consideradas ( $\leq 200$  CF/100 mL) para gramados públicos onde o público tem contato direto.

No caso de árvores frutíferas, a irrigação deve ser suspensa duas semanas antes da colheita, sem que sejam apanhadas no chão (FELIZATTO, 2001).

Tabela 1. Recomendações sobre a qualidade microbiológica de águas que recebem esgoto sanitário para aplicação na hidroponia.

Categoria	Condições de Reúso	Ovos de helmintos L <sup>-1</sup> (média aritmética) <sup>2</sup>	Coliformes termotolerantes 100mL <sup>-1</sup> (média geométrica)
A	Irrigação de culturas ingeridas cruas, campos de esporte e parques públicos <sup>1</sup>	≤ 1 ovo/litro	≤ 1000NMP/100ml
B	Irrigação de cereais, culturas industriais, forrageiras, pastagens e árvores <sup>3</sup>	≤ 1 ovo/litro	Nenhum padrão recomendado
C	Irrigação localizada de cultura na categoria B <sup>4</sup> , quando agricultor e público em geral não são expostos a riscos	Não aplicável	Não aplicável

O risco real de um indivíduo ser contaminado depende da combinação de diversos fatores, dentre os quais, a resistência dos micro-organismos ao tratamento do esgoto e às condições ambientais, a dose infectiva e patogenicidade dos agentes infecciosos, a susceptibilidade e grau de imunidade do hospedeiro, o grau de exposição humana, além da existência concorrente de outras vias de transmissão de determinada doença (BASTOS, 1999).

A necessidade do reúso e as vantagens de sua aplicação na agricultura associam-se aos inconvenientes reais e potenciais (MARECOS DO MONTE, 1994). O principal risco está na possibilidade de contaminação das plantas irrigadas e do solo pelos microorganismos patogênicos eventualmente presentes nos efluentes tratados (dependendo do tratamento a que os mesmos foram submetidos anteriormente à sua utilização).

A manipulação, a forma de aplicação das águas residuárias e o contato com as culturas irrigadas expõem os indivíduos ao risco de contaminação pelos microorganismos que não foram totalmente removidos no processo de tratamento. Sendo, portanto, essencial a escolha e o planejamento adequado do método do sistema hidropônico e o uso das águas residuárias e a cultura.

## 2.8 HIDROPONIA

A hidroponia, que é o cultivo de plantas sem solo, é uma técnica que tem como vantagem minimizar o contato entre as águas residuárias, as partes comestíveis das plantas e os agricultores, uma vez que somente o sistema radicular da planta tem contato direto com a água.

Esta técnica, de acordo com Resch (1997), se desenvolveu a partir das descobertas de experimentos feitos na Bélgica por Jan Van Helmont realizados em 1600 para determinar que nutrientes fazem as plantas crescerem e afetarem sua constituição.

Somente em 1930, que houve o interesse na aplicação comercial das técnicas de cultivo hidropônico, a partir dos trabalhos experimentais de W. F. Gericke da Universidade da Califórnia (EUA), que denominou este sistema de cultivo como hidroponia, palavra derivada do grego, *hydro* (água) e *ponos* (trabalho).

Em seus experimentos Gericke cultivou em hidroponia beterraba, rabanete, cenoura, batatas e outras plantas, utilizando grandes tanques de água. Em 1965 a hidroponia foi relançada, pelo inglês Allen Cooper, em Littlehan (Inglaterra). Allen Cooper lançou bases de uma nova técnica que veio viabilizar a hidroponia em escala comercial, o NTF (Nutrient Film Technique), Técnica do filme de nutriente ou Técnica do fluxo de nutrientes (MARTINEZ, 2006).

Essa técnica do filme de nutrientes (NTF) consiste em fornecer uma solução nutritiva com todos os elementos essenciais à planta, que são alojadas com ou sem substrato em canais (canos de PVC, perfis hidropônicos), com um declive que pode variar de 3 a 12%, onde essa solução circula pelas raízes através de uma fina lâmina permitindo a oxigenação necessária para as raízes, e retorna para o tanque de armazenamento para posteriormente em um intervalo estabelecido ser recirculada novamente pelos canais.

O uso da hidroponia, segundo Melo *et al.* (2002), surgiu como uma alternativa devido a problemas como: a não disponibilidade de solos aptos; a incidência de determinadas doenças de solo dificilmente controlados por métodos químicos, sanitários ou de resistência genética; o interesse em incrementar a eficiência do uso da água, as características ambientais e o desejo de aumentar a produção e garantir o ano todo e melhorar a qualidade dos alimentos.

As plantas, após serem transplantadas, desenvolvem seu sistema radicular apoiado em canais de cultivo, que são tubos de polipropileno com orifícios, que previnem a entrada de luz e o aquecimento do sistema radicular das plantas, por onde a solução nutritiva circula, intermitentemente, em intervalos definidos e controlados por um temporizador (TEIXEIRA, 1996).

A solução nutritiva que circula pelos perfis deve fornecer todos os nutrientes necessários ao desenvolvimento da cultura. Em geral são baseadas na solução proposta por Hoagland; Arnon (1938), cujos níveis de macro e micronutrientes muito se assemelham aos atualmente utilizados (MARTINEZ, 2006).

Em uma solução nutritiva deve-se considerar os limites de pH, temperatura, pressão osmótica e proporção entre nutrientes, para que um não interfira na absorção do outro. Castellane; Araújo (1995), citam que a faixa de pH entre 6,0 a 6,5 é a melhor para o desenvolvimento vegetal e que valores fora

dessa faixa podem produzir precipitações na solução, retirando elementos essenciais da solução, acarretando crescimento reduzido do cultivo.

Para Martinez (1999), em pH superiores a 6,5 pode ocorrer precipitação de elementos como cálcio, fósforo, ferro e manganês, que deixam de estar disponíveis às plantas. Normalmente, a faixa de temperatura da solução nutritiva, mais adequada às plantas, é em torno de 20 °C (CASTELLANE; ARAÚJO, 1995). Melo *et al.* (2002), relatam que os teores de sódio, cloretos e sulfato merecem particular atenção, pois podem alcançar níveis tóxicos, dependendo da origem do efluente tratado e do método de tratamento utilizado.

A aeração da solução nutritiva também é um fator relevante neste sistema, pois segundo Martinez; Clemente (2011), processos vitais ocorrem no sistema radicular, com a absorção de água e nutrientes, e estes por sua vez envolvem gastos de energia e dependem de oxigênio dissolvido na solução.

De acordo com Oyama *et al.* (2008), tem havido extensa pesquisa realizada em hidroponia utilizando fertilizantes químicos, no entanto, a integração deste sistema com reutilização de águas residuais é uma área ainda em desenvolvimento.

Esta técnica tem despertado interesse crescente no mundo por contribuir para redução dos impactos ambientais. Rodrigues (2002), aponta de um modo geral, como principais vantagens desta técnica de cultivo o aumento da produtividade com menos impacto no ambiente, a maior eficiência na utilização de água de irrigação e fertilizantes, a redução da quantidade ou a eliminação de alguns defensivos e maior probabilidade de obtenção de produtos de qualidade.

De acordo com Florêncio *et al.* (2006), o uso de águas residuárias ricas em nutrientes no cultivo hidropônico tem sido citado, embora pouco relato sobre o seu emprego tenha sido encontrado na literatura. O mesmo autor cita que Jewell *et al.* (1989), desenvolveram um processo, adaptado a partir da técnica de cultivo com fluxo laminar de nutrientes (NFT), capaz de simultaneamente, tratar águas residuárias e cultivar plantas ornamentais ou culturas de alimentação humana ou animal.

Perin (2006), trabalhou com reuso de efluente de água de lagoa de polimento no cultivo hidropônico de alface com a correção dos nutrientes necessários. A autora obteve como resultado plantas de alface aptas ao consumo, porém salienta a necessidade de um tratamento adicional ao efluente usado no período do verão, devido à grande quantidade de sólidos e algas presentes, que refletiram na produção da cultura.

## 2.9 CULTIVO HIDROPÔNICO DE ALFACE COM ÁGUA DE REÚSO

A alface é uma planta herbácea, de caule curto, sistema radicular pivotante, com folhas dispostas ao redor do caule, formando uma roseta. Tem como origem a região do mediterrâneo, e é considerada a hortaliça folhosa mais importante no mundo sendo consumida, principalmente, *in natura*

na forma de saladas (SALA; COSTA, 2012). As temperaturas ótimas de crescimento da alface encontram-se entre 15 e 20 °C (REISSER JR., 1991).

A evolução de cultivares e sistemas de manejo, tratos culturais, irrigação, espaçamentos, técnicas de colheita e de conservação pós-colheita e mudanças nos hábitos de alimentação impulsionaram o cultivo e tornaram a alface a hortaliça folhosa mais consumida no país (RESENDE *et al.*, 2007).

Dentre as culturas hidropônicas, a alface é a espécie de maior expressão devido ao seu pioneirismo nesse sistema de produção, por ter fácil aceitação no mercado consumidor, apresentar um ciclo curto de produção (45-60 dias), alta produtividade e rápido retorno do capital investido (LONDERO; AITA, 2000).

Segundo Boyden; Rababah (1996), uma cultura de alface hidropônica é capaz de extrair aproximadamente 77% do fósforo e 80% do nitrogênio contidos na solução de efluentes de tratamento de esgoto sanitário, mostrando que além de presentes na solução, estes nutrientes também estão disponíveis para serem absorvidos.

Ottoson *et al.* (2005), reforçam a ideia da hidroponia como uma alternativa para o tratamento convencional de águas residuais, afirmando que a mesma é capaz de reduzir a carga microbiana do efluente, podendo ser viável pelo menos para tratar o efluente de populações menores.

O uso de esgotos tratados em hidroponia, em substituição as soluções nutritivas convencionais, apresentam grande potencial de uso, pois são ricos em macro e micro nutrientes, além disso em locais onde há escassez de água, o reúso da água se faz necessário para a obtenção de plantios que apresentem um alto potencial fisiológico e alta produção (FLORENCIO *et al.*, 2006).

### **3 CONCLUSÃO**

Portanto, a gestão sustentável da água, inclui o uso de fontes alternativas para a agricultura como o seu reúso, que é fundamental, pois favorece a disponibilidade de água potável para o consumo humano e contribui para garantir água para as gerações futuras, favorecendo a disponibilidade e o aumento do uso da água tratada dos esgotos, que pode conter soluções nutritivas, e fornecer nutrientes essenciais para o cultivo hidropônico de alface, garantindo alta qualidade e produtividade, além de ser cultivada durante todo o ano.

**REFERÊNCIAS**

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS. 2º levantamento de dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil. ABCSEM. Disponível em: Acesso nov. 2019.
2. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil/Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2013. 432p.: Il. ISBN 978-85- 882100-15-8. Disponível em<  
[http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/webSite\\_relatorioConjuntura/projeto/index.html](http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/webSite_relatorioConjuntura/projeto/index.html)> Acesso em out. 2019.
3. BASTOS, R. K. X. Fertirrigação com águas residuárias. In: FOLEGATTI, M. V. (Coord.) Fertirrigação: Citrus, flores e hortaliças. Guaíba: Agropecuária, 1999. 279 p.
4. BARROS, T. M. P.; MOREIRA, W. M. Q.; CAMELO, A. D. Estudo da literatura sobre as metodologias de produção e cultivo da alface. Revista Fafibe On-Line, v. 7, n. 1, p. 26-34, 2014.
5. BORGES, L. M. Controle de viroses em alface por meio de métodos integrados de manejo da cultura. 2006. 128 f. Tese (Doutorado em Horticultura) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.
6. BEEKMAN, G. B. Qualidade e conservação da água. In: ENCONTRO NACIONAL DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL, Brasília, 1996.
7. BOND, W. J. Effluent irrigation – an environmental challenge for soil science. Australian Journal of Soil Research, Sidney, v. 36, p. 543-555, 1998.
8. BONINI, M. A.; SATO, L. M.; BASTOS, R. G.; SOUZA, C. F. Alterações nos atributos químico e físicos de um Latossolo Vermelho irrigado com água residuária e vinhaça. Revista Biociências (Taubaté), v. 20, p. 56-63, 2014.
9. BOYDEN, B.H.; RABABAH, A.A. Recycling nutrients from municipal wastewater. Desalination. v.106, n.1-3, p. 241-246, 1996.
10. BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; MIARZWA, J. C.; BARROS, M. T. L. de; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; ELGER, S. Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável, 2005. São Paulo: Prentice Hall - 2ª edição.
11. BREGA FILHO, D.; MANCUSO, P. C. S. Conceito de reuso de água. In: MANCUSO, P.C.S.; SANTOS, H.F. dos. Reuso de água. Barueri: Manole, cap. 2, p. 21-36, 2003.
12. CARVALHO, S. P.; SILVEIRA, G. S. R. Cultura da alface. Departamento Técnico da Emater. Disponível em: <<http://atividaderural.com.br/artigos/4eaaae5d4f4a8.pdf>>. Acesso em: Out. 2019.
13. CASTELLANE, P. D.; ARAÚJO. J. A. C. Cultivo sem solo: hidroponia. Faculdade de Ciências Agrônômica e Veterinária, Jabotical, FUNEP, 1995. 43 p.
14. CLEMENTE, F. M. V. Cultivo da alface em sistema orgânico de produção. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2007. 16 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 56). Disponível em<  
[http://www.cnph.embrapa.br/organica/pdf/circular\\_tecnica/cultivo\\_alface\\_organico.pdf](http://www.cnph.embrapa.br/organica/pdf/circular_tecnica/cultivo_alface_organico.pdf)>. Acesso em out. 2019.

15. FAO – Wastewater treatment and use in agriculture. Irrigation and Drainage Paper n.47 Roma, Itália: FAO, 1992. 125 p.
16. FELIZATTO, M. R. ETE CAGIF: projeto integrado de tratamento avançado e reuso direto de águas residuárias. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21. João Pessoa. Anais [CD-ROM]. João Pessoa – PB: ABES, 2001.
17. FERNANDES, A. A.; MARTINEZ, H. E. P.; PEREIRA P. R. G.; FONSECA, M. C. M. Produtividade, acúmulo de nitrato e estado nutricional de cultivares de alface, em hidroponia, em função de fontes nutrientes. Horticultura brasileira, v. 20, n. 2, p. 195-200, 2002.
18. FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças, 2\* ed., UFV, 2003.
19. FINLEY, S. Reuse of Domestic Greywater for the Irrigation of Food Crops. Thesis submitted to McGill University - Department of Bioresource Engineering, 71 p. 2008.
20. FONSECA, A. F.; HERPIN, U; PAULA, A. M.; VICTÓRIA, R. L.; MELFI, A. J. Agricultural use of treated sewage effluents: agronomic and environmental implications and perspectives for Brazil. Scientia Agricola, v. 64, n. 2, p. 194- 209, 2007.
21. FLORENCIO, L.; BASTOS, R. K. X.; AISSE, M. M. Tratamento e utilização de esgotos sanitário. ABES, 426 p. 2006.
22. GIORDANO, G. Remoção de Cor em Efluentes Industriais. In: CD-ROM – 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 1, p. 01-15, 1999.
23. GHISI, E. “Potential for Potable Water Savings by Using Rainwater in the Residential Sector of Brazil”. Building and Environment, v. 41, n. 1, p. 154-155, 2008.
24. GONÇALVES, R. F. Uso Racional da Água em Edificações, Abes, 2006.
25. HENZ, G. P.; SUINAGA, F. Tipos de alface cultivados no Brasil. Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico, n. 75, 2009. Disponível em: <file:///C:/Users/home/Downloads/cot75.pdf> Acesso em: Nov. 2019.
26. HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil – agricultura, indústria, municípios e recarga de aquíferos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 7, p. 75-95, 2002.
27. I.E.A. Banco de dados: área dos principais produtos da agropecuária. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/banco/menu.php>. Acesso em: Nov. 2019.
28. JEWELL, W. Resource-recovery wastewater treatment (combined anaerobic treatment of primary sewage with hydroponic secondary tertiary treatment). Ambient Scientific, n. 82, p. 366-375, 1994.
29. KVET, J.; ONDOK, J.P.; NECAS, J.; JARVIS, P.G. Methods of growth analysis. In: SESTÁK, Z.; CATSKÝ, J.; JARVIS, P.G. (Eds.). Plant photosynthetic production: manual of methods. The Hague: W. Junk, p. 343-391, 1971.
30. LAZAROVA, V. et al. Enhancement of Integrated Water Management and Water Reuse in Europe and Middle East. Water Science and Technology, v. 42, n. 1-2, p. 193-202, 2002.



31. LONDERO, F. A. A.; AITA, A. Comercialização de alface hidropônica. In: SANTOS, O. Hidroponia da Alface. Santa Maria: UFSM, p. 145-152, 2000.
32. MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. dos. Reúso de Água. Manole, 576 p. 2003.
33. MARCS-FILHO, J. Pesquisa sobre vigor de sementes de hortaliças. Informativo Abrates, v. 11, n. 3, p. 63-75, 2001.
34. MARECOS DO MONTE, M. H. Contributo para a utilização de águas residuais tratadas para irrigação em Portugal, Lisboa. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico. Tese para a obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil. 1994.
35. MARTÍNEZ, S.; SUAY, R.; MORENO, J.; SEGURA, M.L. Reuse of tertiary municipal wastewater effluent for irrigation of Cucumis melo L. Irrigation Science, v. 31, p. 661–672, 2013.
36. MARTINEZ, H. P.; CLEMENTE, J. M. O uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisa. Viçosa: UFV, 76 p. 2011.
37. MARTINEZ, H.E.P. Manual prático de hidroponia. Viçosa: UFV. 271 p. 2006.
38. MARTINEZ, E. P. Formulações de soluções nutritivas para cultivos hidropônicos comerciais. Editora Afiliada. Faculdade de Ciências Agrônômica e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, 1999.
39. MAKISHIMA, N.; MELO, W. F. O rei das hortaliças. Revista Cultivar HF. Pelotas, v. 5, n. 29, p. 28-32, 2005.
40. MAKISHIMA, N. Cultivo de hortaliça. Brasília: CNPH, 26 p. 1992.
41. MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. The germination of seeds. Oxford: Pergamon, 270 p. 1989.
42. MELO, H. N. S.; MELO FILHO, C; PEREIRA, M. G; OLIVEIRA, F. K. D; ANDRADE NETO, C. O. Uso de esgoto doméstico tratado em filtros anaeróbios como fonte de macro e micronutrientes para cultivos hidropônicos. Vitória: PROSAB, 2002.
43. MOTA, J. H.; YURI, J. E.; FREITAS, S. A. C.; RODRIGUES JUNIOR, J. C.; RESENDE, G. M.; SOUZA, R. J. Avaliação de cultivares de alface americana durante o verão em Santana da Vargem, MG. Horticultura Brasileira, v. 21, n. 2, p. 234-237, 2003.
44. MUFFAREG, M. R. Análise e Discussão dos Conceitos e Legislação Sobre Reúso de Águas Residuárias. Dissertação apresentada com vistas à obtenção do título de Mestre em Ciências na área de Saúde Pública. Ministério da Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. Escola Nacional de Saúde Pública. 75 p. 2003.
45. NANNINGA, T. A.; BISSCHOPS, I.; LÓPEZ, E.; RUIZ-MARTÍNEZ, J. L.; SOUSA, T. P. de; SOUZA NETO, E. P.; SILVEIRA, L. R. de S.; SANTOS FILHO, E.F. DOS; MARACAJÁ, P. B. Produção de alface (*Lactuca sativa* L.), em função de diferentes concentrações e tipos de biofertilizantes. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 9, n. 4, p. 168–172, 2014.

46. NUVOLARI, A. Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento TEIXEIRA, N. T. Hidroponia: uma alternativa para pequenas áreas. Guaíba-RS: Agropecuária, 86 p. 1996.
47. OTTOSON, J.; NORSTRO, A.; DALHAMMAR, G. Removal of micro-organisms in a small-scale hydroponics wastewater treatment system. The Society for Applied Microbiology. Letters in Applied Microbiology, n. 40, p. 443–447, 2005.
48. OYAMA, N., NAIR, J. H. O, G. E. Utilising an integrated wastewater hydroponics system for small scale use. Water and Environmental management series, p. 13- 23, 2008.
49. PACHECO, J. B.; MACHADO, A. L. S. Serviços ecossistêmicos e o ciclo hidrológico da bacia hidrográfica amazônica- the biotic pump. Revista Geonorte, v. 1, n. 1, p. 71-89, 2010.
50. PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. Análise quantitativa de crescimento de comunidades vegetais. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC. 33 p. Boletim Técnico 114, 1987.
51. PERIN, K. Reúso de efluente de lagoa de polimento no cultivo de alface hidropônica (*Lactuca sativa* L.) e de plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico. Vitória, 2006.
52. POSTEL, S.; VICKERS, A. Incremente a produtividade hídrica. In: WORLDWATCH INSTITUTE. Estado do mundo 2004: estado de consumo e o consumo sustentável. Salvador: Uma, 2004.
53. RABABAH, A.; ASHBOLT N. J. Innovative production treatment hydroponic farm for primary municipal sewage utilisation. Water Research, v. 34, n. 3, p. 825- 834, 2000.
54. REISSER Jr., C. Evapotranspiração da alface (*Lactuca sativa* L.) em estufa plástica e ambiente natural. Dissertação de Mestrado. Santa Maria: UFSM, 78 f. 1991.
55. RESH, H. M. Cultivos hidropônicos. 4ª Ed. Ediciones Mund-Prensa, Madrid, 509p. 1997.
56. RESENDE, F. V.; SAMINÊZ, T. C. O.; VIDAL, M. C.; SOUZA, R. B. de CLEMENTE, F. M. V. Cultivo da alface em sistema orgânico de produção. Embrapa Hortaliças, 16 p, 2007. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 56). Disponível em: [http://pa.br/organica/p/circular\\_tecnica/cultivo\\_alface\\_organico.pdf](http://pa.br/organica/p/circular_tecnica/cultivo_alface_organico.pdf). Acesso em out. 2019.
57. RODRIGUES, L. F. R. Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido. Jaboticabal: FUNEP, 762 p. 2002.
58. SALA, F. C.; COSTA, C. P. da. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. Horticultura Brasileira, v. 30, n. 2, p. 187-194, 2012.
59. SETUBAL, W. J; SILVA, A. R. Avaliação do comportamento de alface de verão em condições de calor no município de Teresina-PI. Teresina UFPI, 17 p. 1992. (Mimeografado).
60. SPERLING, M. Princípios do Tratamento Biológico de águas Residuárias: v. 1- Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos, 2ª Ed. Belo Horizonte, DESA- Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG, 243 p. 1996.
61. SUINAGA, F. A.; BOITEUX, L. S.; CABRAL, C. S.; RODRIGUES, C. da S. Métodos de avaliação do florescimento precoce e identificação de fontes de tolerância ao calor em cultivares de

alface do grupo varietal crespa. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 4 p. 2013. (Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico, 89).

62. TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. Estudos avançados v. 22, n. 63, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/>. Acesso em: out. 2019.