II Congresso Internacional das **Ciências Agrárias** COINTER - PDVAgro 2017

DESEMPENHO DE UNIDADES GOTEJADORAS APLICANDO-SE ÁGUA RESIDUÁRIA SANITÁRIA

Apresentação: Comunicação Oral

Ketson Bruno da Silva¹; Ricardo André Rodrigues Filho²; Antonio Diego da Silva Teixeira³;
Raionara Dantas Fonseca⁴; Rafael Oliveira Batista⁵

Resumo

Devido a grave crise hídrica que cresce cada vez mais em todo mundo se faz necessário à busca por soluções voltadas para o aproveitamento dos recursos hídricos, neste cenário o Brasil, assim como vários países, enfrenta problemas típicos de uma sociedade em desenvolvimento em relação à falta de água. A reutilização de efluente na agricultura é uma estratégia na preservação dos recursos hídricos, além de atender locais onde a água é escassa e secas prejudicam as lavouras. O objetivo deste presente trabalho é avaliar a uniformidade de distribuição de efluente em unidades gotejadoras com e sem aplicação de catalisador enzimático. Foram montadas duas bancadas experimentais em área localizada na Universidade Federal Rural do Semi – Árido (UFERSA), para avaliação, a cada 80h, do desempenho hidráulico e do entupimento de quatro tipos de gotejadores, aplicando água residuária doméstica tratada (ARDT), perfazendo um total de 400h. Foi calculado o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) como indicador de desempenho hidráulico. O experimento foi montado em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas quatro níveis de tratamento com catalisador, nas subparcelas quatro tipos de gotejadores, e nas subsubparcelas seis períodos das avaliações. Em cada tempo, foram feitas análises físico-químicas e microbiológicas da ARDT. Os resultados indicaram a ocorrência de interação entre os tratamentos, tipos de gotejadores e tempos de funcionamento estudados. Os valores do CUD oscilaram ao longo do período de funcionamento do sistema de irrigação. As alterações no CUD ocorreram em função do tempo de operação e da presença de agentes físico-químicos, que propiciaram entupimento parcial dos gotejadores.

Palavras-Chave: Reúso, irrigação, entupimento.

¹ Engenharia Agrícola e Ambiental, UFERSA, ricardoarf100@yahoo.com.br

² Engenharia Agrícola e Ambiental, UFERSA, raionarafonseca@gmail.com

³ Engenharia Agrícola e Ambiental, UFERSA, diego.itap@hotmail.com

⁴ Doutor em Manejo de Solo e Água, PMA, ketsonbruno@hotmail.com

⁵, Doutor em Engenharia Agrícola, UFERSA, rafaelbatista@ufersa.edu.br

Introdução

O uso de águas residuárias é uma alternativa promissora tanto para melhoria da qualidade de vida das populações urbanas e rurais, quanto para a produção agrícola pelo reuso e aproveitamento dos nutrientes.

O reuso de água para fins não potáveis é caracterizado pela utilização de águas residuárias domésticas tratadas para suprir necessidades diversas que admitem qualidade inferior à potável. Assim, cuidados especiais devem ser tomados quando ocorre contato direto com o público (Hespanhol, 2008).

Segundo Léon Suematsu & Cavallini (1999), a utilização de águas residuárias tratadas como fonte de nutrientes, traz benefícios ao meio ambiente e ao produtor rural, propiciando redução nos custos com água e aplicação de fertilizantes e, conseqüentemente, aumentar a produtividade das culturas devido à melhoria da qualidade do solo pela incorporação de matéria orgânica.

O método de irrigação localizada é mais recomendado para aplicação de águas residuárias, em razão da elevada eficiência de aplicação do efluente e do baixo risco de contaminação dos trabalhadores e do produto agrícola. No entanto, os sistemas de irrigação por gotejamento apresentam alta susceptibilidade ao entupimento de emissores, particularmente quando operam com águas residuárias em função da formação de biofilme.

O objetivo deste presente trabalho é avaliar a uniformidade de distribuição de efluente em unidades gotejadoras com e sem aplicação de catalisador enzimático.

Fundamentação Teórica

A utilização da água na agricultura é uma de suas principais e mais importantes aplicações dada a este recurso natural. A técnica de irrigação possibilitou a produção de alimentos em quantidade superiores às necessárias para garantir a subsistência das antigas civilizações, permitindo que o Homem fosse liberado do trabalho no campo para desenvolver outras atividades. Isto, por sua vez, nos conduziu ao nível de desenvolvimento que nos encontramos hoje.

Existem várias discussões a respeito da disponibilidade de água no planeta, de acordo com estudos, o ciclo hidrológico sempre se repete e continuará se repetindo indefinidamente, isso significa que a quantidade de água disponível no planeta é a mesma e sempre será a mesma. Mas existem dois fatores que influenciam muito na falta de água no planeta: O primeiro que pode ser levado em conta é a quantidade de água disponível no planeta, que é influenciado pelo crescimento populacional, que se tornou exponencial, existem muito mais pessoas no planeta do que havia há 50 anos, e com o avanço da ciência, estas pessoas estão vivendo por mais tempo também, e a tendência

é que a quantidade de pessoas no mundo e a longevidade aumentem (Hespanhol, 2013).

O reúso da água consiste na recuperação de efluentes de modo a utilizá-las em aplicações menos exigentes. (Metcalf; Eddy, 2003). De acordo com Lavrador Filho (1987) a reutilização seria o aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, para suprir a necessidade de outros usos.

O efluente considerado mais adequado para a aplicação na agricultura é o esgoto doméstico, principalmente os esgotos tratados, devido à sua composição e valores nutricionais. Devido à sua composição química, efluentes industriais geralmente são incompatíveis para o reuso agrícola, porque podem apresentar substâncias tóxicas para o homem e animais (Oliveira, 2012).

Apesar dos esgotos domésticos serem bastante heterogêneos, pois estes variam de acordo com o uso das águas de abastecimento, clima, hábitos e condições sócioeconômicas da população, presença de efluentes industriais, etc. De um modo geral, a maior parcela dos esgotos domésticos é constituída por esgotos sanitários provenientes dos banheiros e cozinhas das residências ou estabelecimentos comerciais (Oliveira, 2012).

Dados da ONU revelam que cerca de 70% da água disponível no mundo é utilizada para a atividade agrícola de irrigação, onde o aumento do consumo de água passa a ser duas vezes maior que o crescimento da população ao longo do último século.

A Agência Nacional de Águas cita que; “Apesar da agricultura irrigada ser o principal uso no país e por isso requerer maior atenção dos órgãos gestores, visando ao uso racional da água, ela resulta em aumento na oferta de alimentos e preços menores em relação àqueles produzidos em área não irrigadas devido ao aumento substancial da produtividade”. Trecho encontrado no Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. (ANA, 2012, p. 57).

Van Der Hoek et AL. (2002) cita que o aproveitamento de água residuária na agricultura tem como principais vantagens à conservação da água disponível e a possibilidade de aporte e reciclagem de nutrientes, uma vez que esse aporte reduz a necessidade de fertilizantes químicos, preservando o meio ambiente.

Metodologia

O presente trabalho foi realizado entre os meses de Julho a Outubro de 2015, em área experimental no Câmpus Leste da Universidade Federal Rural do Semi - Árido (UFERSA) em Mossoró-RN, sob coordenadas geográficas 5°12'27" de latitude sul e 37°19'21" de longitude oeste.

O município de Mossoró - RN possui altitude de 40,5 m e está localizado somente a 40 km do Atlântico Norte. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSwH, sendo um clima seco, muito quente e com estação chuvosa no verão atrasando-se para o outono, com uma

precipitação pluviométrica bastante irregular, com média anual de 673,9 mm; a temperatura média de 27 °C e umidade relativa do ar média de 68,9 %. (Alvares et al., 2013).

A água residuária de origem doméstica foi coletada na Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), gerenciada pela empresa Imunizadora Oeste LTDA. A sede administrativa da empresa está situada na Rua Juvenal Lamartine, Bairro Centro, Mossoró-RN.

De acordo com Costa et al., (2016), a ETE da Imunizadora Oeste Ltda. compreende as etapas de tratamento preliminar, tratamento secundário e tratamento terciário.

O tratamento preliminar é composto pela grade e desarenador; o tratamento secundário inclui as lagoas anaeróbia e facultativa; e o tratamento terciário compreende as lagoas de maturação. A estação recebe, em média, 60 m³ de esgoto doméstico por dia, segundo Costa et al., (2016).

A coleta do efluente foi realizada diretamente da lagoa de maturação, utilizando-se caminhão a serviço da empresa, com capacidade para 7 m³, que recalrava o efluente com motobomba próprio. Na UFERSA, o efluente foi armazenado em dois reservatórios de Polietileno, um com capacidade armazenadora de 5 m³, e outro de 1 m³. O reabastecimento do reservatório repetia-se a cada vez que havia perdas de água por evaporação.

Para a realização dos ensaios foram montadas duas bancadas experimentais de constituições e dimensões iguais. Cada estrutura consistia de uma base de madeira, na qual serviram de sustentação para telhas de fibrocimento onduladas.

Cada bancada apresentou dois metros de largura por dez metros de comprimento, resultando em área superficial de 20 m², possuindo uma declividade vertical de 2%. Uma caneleira adaptada com tubo PVC de 100 mm de diâmetro foi instalada após o final da extremidade mais baixa da bancada, com sentido direcionado até o reservatório de armazenamento de 1 m³, para recirculação do efluente.

No interior de cada bancada experimental foram montadas duas unidades gotejadoras que operaram com água residuária doméstica tratada. A bancada foi composta por um conjunto motobomba de 1cv, para aplicação da água residuária, conjunto motobomba 0,5 cv, para aplicação da solução enzimática, um filtro de tela com abertura de 130 µm e um hidrômetro com capacidade para 1,5 m³ h⁻¹.

Foram instalados dois manômetros analógicos de glicerina, marca GE CI2.5, graduado de 0 a 400 kPa, para visualização e regulação de pressão antes e após o filtro de tela.

Cada unidade gotejadora apresentava um registro de gaveta, uma linha de derivação de PVC com diâmetro nominal de 32 mm com doze conectores, para inserção de doze linhas laterais de polietileno com dez metros de comprimento, totalizando 24 linhas laterais em cada bancada.

Em cada unidade de irrigação foram ensaiados quatro tipos de gotejadores, sendo suas características obtidas de catálogos técnicos fornecidos pelos fabricantes e medidas com o auxílio de paquímetro, conforme apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Gotejadores utilizados nos ensaios experimentais, destacando o fabricante (F), o dispositivo de autocompensação (DA), a vazão nominal (Q), o coeficiente de vazão (k), expoente da vazão que caracteriza o regime de escoamento (x), a área de filtragem (A), o comprimento do labirinto (L), a faixa de pressão recomendada (P) e o espaçamento entre emissores (EE).

G	F	DA*	Q ¹ * (L h ⁻¹)	k*	x*	A* (mm ²)	L* (mm)	P* (kPa)	EE* (m)	Imagem dos gotejadores
G1	NetafimSuperTyphoon	Não	1,60	0,53	0,48	34,0	23	60 – 100	0,30
G2	NetafimTiran	Não	2,00	0,69	0,46	70,0	75	100 – 300	0,40
G3	NetafimStreamline	Não	1,60	0,57	0,45	17,0	13	65 – 100	0,30
G4	NaanDanJain TalDrip	Não	1,70	0,56	0,46	6,0**	44**	50 – 300	0,20

Nota:¹ Vazão nominal dos gotejadores na pressão de serviço de 100 kPa; * Informações obtidas nos catálogos dos fabricantes. PCJ – Este mantém uma vazão uniforme mesmo sob diferentes pressões de entrada, assegurando uma distribuição exata da água e nutrientes, além disto, o emissor possui amplas seções de passagem da água e constante atuação do mecanismo de auto-limpeza, que aumentam a sua resistência ao entupimento. CNJ - Sistema anti-drenante; e ** Informações obtidas com auxílio de um paquímetro digital, tendo precisão de 0,01 mm.

No interior das bancadas experimentais foram montadas quatro unidades gotejadoras que operaram com água residuária doméstica tratada. As bancadas foram compostas por um conjunto motobomba de 1cv, um filtro de tela com abertura de 130 µm e um hidrômetro com capacidade para 1,5 m³ h⁻¹.

Na realização do experimento as unidades gotejadoras funcionaram, em média, oito horas por dia até completar o tempo de funcionamento de 400 h, para potencializar a formação da bioincrustação nos gotejadores e nas linhas laterais. Neste período, efetuaram-se seis avaliações do desempenho hidráulico das unidades de irrigação operando com efluente de origem doméstica, especificamente nos tempos de operação de 0, 80, 160, 240, 360 e 400 h.

O desempenho hidráulico das unidades gotejadoras foi realizado determinando-se a vazão dos gotejadores, em dezesseis posições equidistantes de todas as linhas laterais. Os dados de vazão foram obtidos coletando-se o volume aplicado pelo emissor, durante um período de três minutos, o cálculo da vazão (Q) foi obtido empregando-se a Equação 1.

$$Q = \frac{V}{1000 \cdot t} \cdot 60 \quad (1)$$

Em que:

Q - vazão do cada gotejador, L h⁻¹;

V - volume coletado, mL; e

t - tempo de coleta do efluente, min.

O indicador de desempenho hidráulico utilizado na detecção dos níveis de obstrução dos gotejadores nas unidades de irrigação foi o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), representado pela Equação 2.

$$CUD = 100 \cdot \frac{q_{25\%}}{\bar{q}} \quad (2)$$

Em que:

CUD - Coeficiente de Uniformidade de Distribuição, %;

q_{25%} - média de 25% do total dos gotejadores com as menores vazões, L h⁻¹; e

$\bar{q}$ - vazão média dos gotejadores, L h⁻¹

A pressão de serviço foi mantida no valor de 100 kPa, para obter os valores de vazões nominais nos gotejadores ensaiados. Não houve precipitação pluviométrica no período em estudado.

A cada 80 h de operação das unidades gotejadoras, foram retiradas amostras da água residuária doméstica tratada para realização das análises físicas, químicas e microbiológicas, as

quais foram analisadas com base *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (Rice et al., 2012).

A Tabela 2 apresenta a análise descritiva das características físicas, químicas e microbiológicas da ARDT.

Tabela 2. Valor máximo (MAX), valor mínimo (MIN), média (M), desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) das características físicas, químicas e microbiológicas da água residuária doméstica tratada (ARDT).

Características	MAX	MIN	M	DP	CV(%)
pH	8,90	8,27	8,62	0,22	2,53
CE	5,02	3,87	4,57	0,46	10,17
SS	680,00	440,00	563,33	100,73	17,88
SD	3772,00	2225,00	2974,83	549,69	18,48
Ca ²⁺	2,30	1,30	1,62	0,37	22,90
Mg ²⁺	3,30	0,60	1,80	1,09	60,35
Cl ⁻	37,40	24,00	29,68	5,32	17,93
Mn	0,07	0,04	0,05	0,01	20,15
Fe	0,34	0,16	0,25	0,07	27,76
CT	2600,00	200,00	966,67	898,15	92,91

Nota: pH - Potencial hidrogeniônico; CE - Condutividade elétrica, dS m⁻¹; SS - Sólidos suspensos, mg L⁻¹; SD - Sólidos dissolvidos, mg L⁻¹; Ca²⁺ - Cálcio, mmol_c L⁻¹; Mg²⁺ - Magnésio, mmol_c L⁻¹; Cl⁻ - Cloreto, mmol_c L⁻¹; Mn - Manganês, mg L⁻¹; Fe - Ferro, mg L⁻¹; CT - Coliformes Totais, UFC 100 mL⁻¹.

Para prevenção de obstrução dos gotejadores, foi utilizado com auxílio de uma proveta, um produto catalisador a base das enzimas amilase, protease, lipase, pectinase e celulase, que catalisam as reações de biodegradação das substâncias orgânicas, promovendo a quebra (desdobra) das moléculas orgânicas, transformando-as em frações menores originando matéria orgânica decomposta. De acordo com o fabricante, é indicado para o tratamento de águas que tem suas características naturais alteradas por dejetos humanos ou animais, com altas cargas de matéria orgânica e mineral, em solução e em suspensão, assim como elevados níveis populacionais de bactérias e outros organismos patogênicos e não patogênicos.

O produto catalisador foi aplicado a cada 80h de operação das quatro unidades gotejadoras por gotejamento com água residuária doméstica tratada. Para isso, foi realizada uma adaptação na bancada experimental inserindo um sistema de injeção de solução, composto por um conjunto

motobomba de 0,5 cv e um depósito plástico com capacidade de 0,060 m³, para armazenar a solução com bactérias.

Foram realizadas ao todo cinco aplicações, sendo a primeira, feita após 80h de funcionamento do sistema, a segunda após 160h, a terceira após 240h, a quarta após 320h e a quinta após 400h. Os tratamentos consistiam na dose do produto, medido com o auxílio de uma proveta, e misturado em 0,050 m³ de água de abastecimento público. Após a inserção de ambos dentro do depósito plástico, a calda foi homogeneizada com auxílio de uma barra de vidro. Estas dosagens estavam dentro de uma margem que obedecia às recomendações do fabricante. Com isso os tratamentos ficaram assim divididos:

a) Tratamento 1(T1): unidade gotejadora sem aplicação do produto catalisador.

b) Tratamento 2(T2): 100 ml do produto catalisador em 0,050 m³ de água de abastecimento público

c) Tratamento 3(T3): 200 ml do produto catalisador em 0,050 m³ de água de abastecimento público

d) Tratamento 4(T4): 300 ml do produto catalisador em 0,050 m³ de água de abastecimento público

À medida que uma unidade gotejadora recebia a dosagem do produto, as outras três tinham seus registros de gavetas fechados, para não receberem outras dosagens. Após cada aplicação do produto, deixava-se o sistema inativo por 48h para possibilitar a ação adequada das enzimas. Ocorrido isto, imediatamente as unidades gotejadoras foram submetidas a avaliação do desempenho hidráulico determinando-se a vazão do sistema (Q).

O experimento foi montado em esquema de parcelas subsubdivididas, tendo nas parcelas os tratamentos T1, T2, T3 e T4, nas subparcelas os tipos de gotejadores (G1, G2, G3 e G4) e nas subsubparcelas os períodos das avaliações (0, 80, 160, 240, 360 e 400 h).

Resultados e Discussão

Na Figura 1, está apresentado o gráfico do CUD ao longo do período de operação, nas unidades dotadas dos gotejadores G1. Nos tempos de funcionamento inicial e 400h, as unidades gotejadoras, submetidas aos tratamentos T1, T2, T3 e T4, apresentaram valores de 97,55 e 48,28%; 96,08 e 69,22%; 96,72 e 61,86%; e 95,23 e 75,09%, respectivamente.

Observa-se que após o tempo inicial de funcionamento do sistema de irrigação, o CUD vai diminuindo, chegando a um valor mínimo de 8,74% no tratamento 4 (T4), e em outro determinado momento, o indicador de desempenho volta a crescer, comportamento que pode ser observado em todos os tratamentos. Este fato ocorre devido a diminuição da vazão dos gotejadores ao longo do período, ou seja, a tendência é que o CUD aumente na medida em que as vazões dos gotejadores encaminhem para um valor mínimo, onde, embora o volume de água em um determinado intervalo de tempo não seja suficiente para atender alguma necessidade hídrica específica, a distribuição de água estará uniforme.

Figura 1. Gráfico do CUD ao longo do período de operação, nas unidades gotejadoras dotadas do emissor G1.

Na Figura 2 está apresentado o gráfico CUD ao longo do período de operação, nas unidades gotejadoras dotadas dos emissores G2. Observa-se nas unidades de irrigação, submetidas aos Tratamentos T1, T2, T3 e T4, valores de 98,17 e 47,37%; 92,68 e 42,13%; 97,81 e 20,63%; e 96,09 e 50,59% respectivamente, referente aos tempos de funcionamento inicial e 400h.

Figura 2. Gráfico do CUD ao longo do período de operação, nas unidades gotejadoras dotadas do emissor G2.

Constatam-se oscilações de valores nas avaliações do CUD após as 240h de funcionamento. Este fato pode ser atribuído ao teor de cloreto (Cl^-) presente da água residuária, uma vez que, ainda que se tenha ocorrido uma redução na vazão média dos gotejadores, a presença do elemento acarretou em desobstruções aleatórias nos gotejadores presentes nas linhas de irrigação, provocando desuniformidade na aplicação de água pelo sistema.

A concentração média de cloreto foi de $29,68 \text{ mmolc L}^{-1}$, ou seja, maior que $3,0 \text{ mmolc L}^{-1}$, representando risco de toxicidade aos cultivos agrícolas, conforme sugerido por Ayers & Westcot (1999).

O alto teor de cloro, pode ter resultado numa diminuição da comunidade bacteriana no biofilme presente no interior dos gotejadores, tornado assim desprezível a aplicação bem como a ação do catalizador enzimático na ARDT, não alterando significativamente os valores do CUD.

O entupimento dos gotejadores está mais atribuído a fatores físico-químicos do que biológicos. Os cloretos também indicam contaminação por esgotos, mas como as amostras em estudo provêm de saída de reservatórios descarta-se essa possibilidade. A alta concentração de cloretos, também pode ocasionar nas redes de distribuição um aumento significativo de incrustações e corrosões ocasionando rompimentos (CAGEPA 2009).

Na Figura 3 constamos gráficos do CUD ao longo do período de operação, nas unidades de irrigação dotadas dos gotejadores G3. Nos tempos de funcionamento inicial e 400h, as unidades gotejadoras, submetidas aos tratamentos T1, T2, T3 e T4, apresentaram valores de 97,06 e 43,03%; 95,27 e 67,47%; 97,02 e 42,77%; e 97,38 e 61,20% respectivamente.

Figura 3. Gráfico do CUD ao longo do período de operação, nas unidades gotejadoras dotadas do emissor G3.

Estão apresentados na Figura 4, os gráficos do CUD ao longo do período de operação, nas unidades gotejadoras dotadas do emissor G4. Nos tempos de funcionamento inicial e com 400h, as unidades de irrigação, correspondente aos tratamentos T1, T2, T3 e T4, apresentaram valores de 98,28 e 63,30%; 97,14 e 69,93%; 94,07 e 67,86%; e, 95,82 e 72,91% respectivamente.

Figura 4. Gráfico do CUD ao longo do período de operação, nas unidades gotejadoras dotadas do emissor G4.

Conclusões

Os valores do coeficiente de uniformidade de distribuição oscilaram ao longo do período de funcionamento do sistema de irrigação.

As alterações no coeficiente de uniformidade de distribuição ocorreram em função do tempo de operação e da presença de agentes físico-químicos, que propiciaram entupimento parcial dos gotejadores.

Referências

Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Gonçalves, J. L. M.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, p. 711-728, 2013.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução: R. H. Gheyi, J. F. de Medeiros e F. A. V. Damasceno. Campina Grande: UFPB, 1991. 218 p. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 29).

CAGEPA - Companhia de água e Esgoto da Paraíba. **Dados dos reservatórios do sistema de água de Campina Grande**, Pocinhos, Galantes-PB, 2009.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: Cana-de-açúcar**. Brasília, 2012

COSTA, D. O. ; BATISTA, R. O. ; VALE, H. S. M. ; SOUSA, A. B. ; DOMBROSKI, S. A. G. . Biological treatment of drippers clogged by the use of treated domestic wastewater. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 20, p. 595-599, 2016

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

HESPANHOL, Ivanildo. **Potencial de reuso de água no Brasil - agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Disponível em: <www.bvsde.paho.org/bvsacd/encuen/ivan.pdf>. Acesso em: 21 set. 2017.

LAVRADOR FILHO, J. **Contribuição para o entendimento do reúso planejado da água e algumas considerações sobre suas possibilidades no Brasil**. São Paulo, 1987. 198p. Dissertação (mestrado) – Escola Politécnica de São Paulo/USP.

LÉON SUEMATSU, G.; CAVALLINI, J. M. **Tratamento e uso de águas residuárias**. Tradução de: H.R. Gheyi, A. König, B.S.O. Ceballos, F.A.V. Damasceno. Campina Grande: UFPB, 1999. 109p.

METCALF; EDDY. **Wasterwater engineering treatment disposal reuse**. 4. Ed. Revised by G. Tchobanoglous, F. Burton e D. Stensel. New York: McGraw Hill Book, 2003.

OLIVEIRA, Eduardo Luiz de (Org.). **Manual de Utilização de Águas Residuárias em Irrigação**. 1ª Botucatu: Fepaf, 2012. 192 p.

RICE, E. W.; BAIRD, R. B.; CLESCERI, A. D. Standard methods for the examination of water and wastewater. 22. ed. Washington: APHA, AWWA, WPCR, 2012. 1496p.

VAN DER HOEK, W. **Urban wasterwater: a valuable resourse for agriculture. A case study from Horoonabad, Pakistan**. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute, 2002. 29p.