

II-223 - CULTIVO DA CENOURA (*Daucus carota*) COM EFLUENTE DOMÉSTICO TRATADO

Priscyla Gabrielly Nepomuceno⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco.

Kenia Kelly Barros da Silva⁽²⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Doutora em Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Endereço⁽¹⁾: Rua Tomé de Sousa, 117 - Indianópolis - Caruaru - PE - CEP: 55024-280 - Brasil - Tel: (81) 9.9655-1785 - e-mail: priscylagn@gmail.com

RESUMO

O uso de águas residuárias de origem doméstica na agricultura é considerável uma alternativa viável, com relação à gestão de recursos hídricos e à economia do uso de fertilizantes químicos na agricultura, porque esses resíduos contêm, além da água, nutrientes importantes ao desenvolvimento das culturas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade econômica do cultivo da cenoura (*Daucus carota*) irrigada com efluente doméstico tratado. O experimento está sendo conduzido na área experimental para uso agrícola de efluentes tratados do Centro Acadêmico do Agreste, da Universidade Federal de Pernambuco localizada, localizado no município de Caruaru. As plantas serão cultivadas em vasos, em casa de vegetação. Os tratamentos aplicados serão: T1-irrigação com água de abastecimento; T2- irrigação de água de abastecimento e adição de NPK; T3- irrigação com efluente tratado; T4- irrigação com efluente tratado e adição de NPK; T5- irrigação com efluente tratado diluído em água de abastecimento (50:50, v/v); T6- irrigação com efluente tratado diluído em água de abastecimento (50:50,v/v) e adição de NPK. O efluente tratado a ser utilizado neste experimento será o efluente de uma lagoa de maturação, em operação na Estação de Tratamento de Esgoto Rendeiras. Este efluente fornecerá a cultura em estudo as seguintes concentrações de macronutrientes: 19,36 kg N.ha⁻¹, 29,33 kg P.ha⁻¹ e 74,44 kg K.ha⁻¹ na semeadura; 4,36 kg N.ha⁻¹, 6,59 kg P.ha⁻¹ e 16,8 kg K.ha⁻¹ no desenvolvimento da cultura; e 17,38 kg N.ha⁻¹, 26,39 kg P.ha⁻¹ e 67,18 kg K.ha⁻¹ na fase final de desenvolvimento da cultura.

PALAVRAS-CHAVE Efluente tratado, irrigação, cenoura, aporte de nutrientes

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural indispensável à manutenção da vida. Estima-se que exista 1,26x10⁹ Km³ de água no planeta; deste montante, 2,5% é de água doce e apenas 0,36% de toda água doce encontra-se em rios, lagos e pântanos. Todavia, a água doce não é uniformemente distribuída na Terra e sua disponibilidade varia sazonalmente. No Relatório das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento de Recursos Hídricos, destaca-se que o setor agrícola é o que mais demanda água para seu desenvolvimento, cuja demanda corresponde a 70% da quantidade total de água utilizada nas atividades agrícolas (UNESCO,2012). Com o crescimento acelerado da população mundial, estima-se que, em 2050, a demanda mundial por alimentos, cultivados ou não, seja da ordem de 70%, e que o consumo agrícola de água aumente cerca de 19%. Assim, o grande desafio do milênio será garantir que esses alimentos cheguem à mesa da população. Para isso, medidas para tornar mais eficiente a produção agrícola e meios de racionalização do uso da água são necessários para assegurar a alimentação e a manutenção dos recursos hídricos do planeta, no futuro. Dentro contexto da situação mundial de racionamento dos recursos hídricos, o uso de água residuárias tratadas, de origem doméstica ou não, como água de irrigação.

A respeito das características das águas residuárias, em especial o efluente doméstico tratado, é sabido que este é constituído de 99% de água e 1% de colóides suspensos e dissolvidos, orgânicos e inorgânicos, incluindo macronutrientes (principalmente, N, P e K) e, parcialmente, micronutrientes (Ca, Mg, S, Na, por exemplo).

Para Van Der Hoek et al. (2002), as maiores vantagens do aproveitamento de efluentes domésticos tratados para fins agrícolas, residem na conservação da água disponível e na possibilidade de aporte e reciclagem de nutrientes (reduzindo a necessidade de fertilização química) e promovendo a preservação do meio ambiente.

Com isso, a prática do reuso agrícola de efluentes domésticos tratados vem sendo apontada como excelente medida para atenuar o problema da escassez hídrica no semiárido brasileiro. (SOUSA & LEITE,2003).

Assim, este trabalho pretende viabilizar o uso de um efluente doméstico tratado em lagoa de estabilização para irrigação da cenoura contribuindo para a diminuição do uso de fertilizantes químicos e a poluição dos corpos hídricos pelos lançamentos indevidos de esgoto não tratado.

MATERIAIS E MÉTODOS

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO RENDEIRAS

A Estação de Tratamento de Esgoto Rendeiras (ETE Rendeiras) está localizada no bairro das Rendeiras, região leste do município de Caruaru-PE. Com coordenadas geográficas 8°16'59.60" de latitude Sul e 35°56'13.70" de Longitude Oeste.

A ETE Rendeiras tem capacidade para tratar 450L.s⁻¹ de esgoto, porém opera com vazão de 150L.s⁻¹, pois apenas 40% do esgoto da cidade é direcionado para a estação de tratamento. A ETE Rendeiras opera com um reator anaeróbio do tipo UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), este constituído por 4 células dispostas em paralelo. Como unidade de pós-tratamento do efluente anaeróbio, a ETE Rendeiras dispõe de três lagoas dispostas em série: uma lagoa aerada seguida por uma lagoa facultativa, e esta seguida por uma lagoa de maturação. Na área da ETE há um reservatório de água de reuso, com capacidade para armazenar 32 m³ de efluente tratado. Ao efluente reservado na ETE Rendeiras, são adicionadas 25 g.L⁻¹ de NaClO (hipoclorito de sódio), para fins de remoção de microrganismos patogênicos. Este efluente é canalizado e distribuído para uma empresa privada de paisagismo e uma unidade desportiva municipal, ambas sediadas em Caruaru.

ÁREA EXPERIMENTAL PARA USO AGRÍCOLA DE EFLUENTES TRATADOS

A área Experimental para Uso Agrícola de Efluentes Tratados da Universidade Federal de Pernambuco localiza-se no Campus Acadêmico do Agreste, o experimento será conduzido em casa de vegetação de 18m² (Figura 1). As plantas serão cultivadas em vasos confeccionados com pneus inservíveis (Figura 2). O delineamento estatístico é inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 3 repetições.

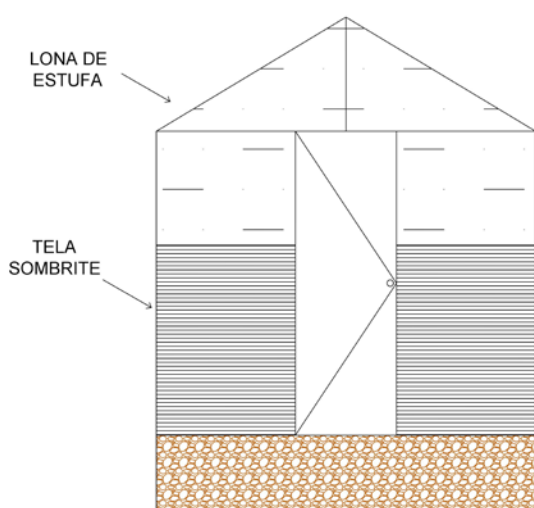


Figura 1: Vista frontal da casa de vegetação

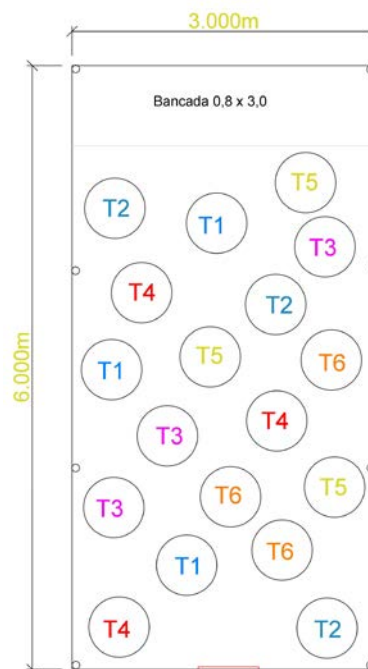


Figura 2: Distribuição dos vasos

O sistema de irrigação a ser utilizado será aspersão manual. Como água de irrigação, serão utilizados o efluente tratado coletado no reservatório de reuso (efluente da lagoa de polimento + NaClO) e água de abastecimento. A água de abastecimento será captada no próprio Campus Acadêmico do Agreste da UFPE.

A cultivar a ser estudada neste experimento será a cenoura tipo Brasília. Esta cultivar foi desenvolvida pela EMBRAPA para cultivos em regiões de clima quente. Os túberos da cenoura tipo Brasília possuem diâmetro médio de 3 cm, comprimento médio de 15 a 22 cm. A colheita ocorre entre 85 a 100 dias, após o plantio, e a produtividade média do cultivar é 81,7 t/ha (EMBRAPA,2008). Na Tabela 1 estão descritos os tratamentos que serão aplicados no experimento.

Tabela 1: Tratamentos aplicados ao experimento

Tratamentos	Descrição
T1	Irrigação com água de abastecimento e adubação com NPK recomendado para a cultura
T2	Irrigação com água de abastecimento e adubação com NPK recomendado para a cultura
T3	Irrigação com efluente tratado
T4	Irrigação com efluente tratado e adubação com NPK
T5	Irrigação com efluente tratado diluído em água de abastecimento (50:50, v/v)
T6	Irrigação com efluente tratado diluído em água de abastecimento (50:50, v/v) e adubação com NPK

Para o cálculo da lâmina de água de irrigação foi calculada a evapotranspiração de referência, considerando a temperatura média e a umidade relativa do ar na região de plantio, estes dados foram obtidos no INMET (<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>, acessado em 05 de junho de 2017). Posteriormente, com o valor calculado da evapotranspiração de referência associado ao tipo de solo e a profundidade do sistema radicular da cultura, foi determinada a lâmina de água adequada ao cultivo da cenoura e o turno de rega correspondente a esta lâmina. Esta metodologia foi desenvolvida pela EMBRAPA (Marouelli, 2007), especificamente para o cultivo da cenoura.

As coletas da água de abastecimento e do efluente tratado serão realizadas três vezes por semana. As amostras serão coletadas manualmente e levadas para o Laboratório de Engenharia Ambiental (LEA), sem nenhum tratamento prévio de preservação da amostra, para posterior caracterizações físico-químicas e bacteriológicas. Para a caracterização físico-química e bacteriológica das águas de irrigação (efluente tratado e água de abastecimento), foram realizadas as seguintes análises: pH, condutividade elétrica, salinidade, turbidez, DQO, N-total e amoniacal, P, Na, K, Li, Ca, Mg e coliformes termotolerantes (NMP/100mL). Todas essas análises foram realizadas no Laboratório de Engenharia Ambiental, conforme as metodologias descritas no Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005).

COLETA E PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS DE SOLO

O solo natural deste experimento foi retirado de uma zona de empréstimo numa propriedade rural localizada próxima à cidade de Caruaru. O perfil natural desse solo é de um Planossolo e Solonetz Solodizado.

A preparação das amostras de solo vindas do campo foi realizada por secagem ao ar, à temperatura ambiente.

Depois de secas, as amostras foram destorroadas, cuidadosamente, para evitar a quebra de pedras e ou outros resíduos que não fizessem parte da estrutura natural do solo. Em seguida, essas amostras foram peneiradas, em peneira de 2 mm e, por último, as frações não retidas na peneira foram separadas e homogeneizadas e, assim, denominadas Terra Fina Seca ao Ar (TFSA).

As amostras de TFSA foram enviadas a Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA) para a caracterização química das mesmas.

RESULTADOS

CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO E DA ÁGUA DE REUSO

Os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos da água de abastecimento e do efluente tratado da lagoa de maturação com adição de NaClO (água de reuso) estão apresentados na Tabela 2. Os valores dos parâmetros N, P e K do efluente tratado foram utilizados no cálculo das doses de fertilizantes minerais, necessárias para a complementação dos requisitos de nutrientes da cultura.

Tabela 2: Caracterização físico-química das águas de irrigação

Parâmetros	Unidades	Água de abastecimento	Água de Reuso
pH	-	6,81	7,23
Condutividade	$\mu\text{S.cm}^{-1}$	88,70	1146,00
Salinidade	-	0,00	0,40
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	23,70	25,30
DQO	$\text{mg O}_2.\text{L}^{-1}$	18 \pm 9	225 \pm 15
N-total	mg N-NTK.L^{-1}	0,00	29,68
N-NH ₃	$\text{mg N-NH}_3.\text{L}^{-1}$	0,00	8,96
P-PO ₄	$\text{mg PO}_4.\text{L}^{-1}$	0,43	11,63
Na ⁺	mg.L^{-1}	15,20	29,10
K ⁺	mg.L^{-1}	14,10	22,20
Li	mg.L^{-1}	16,10	16,50
Ca ²⁺	mg.L^{-1}	13,30	15,20
Mg ²⁺	mg.L^{-1}	10,55	134,11
Turbidez	NTU	0,07	39,60
Coliformes Termotolerantes	Coliformes Totais.L ⁻¹	12 x 10 ²	230

Com relação às concentrações de nutrientes, segundo WHO (2006b), a adição de uma água residuária municipal com concentrações de N-total entre 20 e 85 mg.L^{-1} ao solo não causa problemas de acidificação ao mesmo, comumente provocados por fertilizantes, além de aumentar a produtividade das culturas.

CARACTERIZAÇÃO DO SOLO E CÁLCULO DA ADUBAÇÃO MINERAL

As doses de nutrientes a serem aplicadas no tratamento cuja irrigação é com água de abastecimento e adição de fertilizante mineral, N, P e K, foram calculadas seguindo a recomendação da EMBRAPA (2011) para a cenoura tipo Brasília. Para este tipo de cultivar, a EMBRAPA (2011) recomenda: i) N 20-30 kg.ha^{-1} na semeadura e 60-100 kg.ha^{-1} na cobertura; ii) P 250-400 kg.ha^{-1} na semeadura; iii) K 100-130 kg.ha^{-1} e 40-90 kg.ha^{-1} na cobertura. A aplicação da adubação de cobertura deve ser distribuída em 3 etapas: aos 15, 30 e 50 dias após a emergência.

De acordo com a caracterização físico-química do solo listada na Tabela 3, será necessário fazer uma fertilização mineral. As concentrações de fertilizantes minerais foram calculadas de acordo com a lâmina de água para cada estágio de desenvolvimento da planta e podem ser observadas na Tabela 4.

Tabela 3: Caracterização físico-química do solo

Parâmetros	Unidades	Amostra de Solo
pH	-	6,90
P	mg.dm ⁻³	135,00
K	cmol.dm ⁻³	0,90
Al	cmol.dm ⁻³	0,00
Ca	cmol.dm ⁻³	4,60
N-total	mg N-NH ₄ ⁺ .L ⁻³	21,58±2,23
N-NH ₃	mg N-NO ₃ ⁻ .L ⁻³	45,49±3,01
Na	cmol.dm ⁻³	1,20
Mg	cmol.dm ⁻³	1,00
H	cmol.dm ⁻³	1,40
S	cmol.dm ⁻³	7,70
CTC	cmol.dm ⁻³	9,10
V	%	85,00
M	%	0,00

S: soma de bases (S = Ca + Mg + K); CTC: capacidade e de troca de cátions efetiva (CTC = S + Al); V: e saturação por bases; m: índice de saturação por alumínio; H: acidez potencial.

Tabela 4: Fertilização mineral para o tratamento T2 (irrigação com água de abastecimento e fertilização mineral)

Período	Lâmina de irrigação	Fertilização Química N-P-K
	mm	Kg/ha
Inicial	20	6,58- 223- 29,69
Desenvolvimento	4,5	56,98- 0,0- 24,18
Final	18	47,93- 0,0- 0,0

APORTE DE NUTRIENTES

Seguindo as recomendações da EMBRAPA (2007) foi calculado a lâmina de água de irrigação prevista de acordo com a profundidade do sistema radicular como está descrito na Tabela 5. Para o cálculo da adubação mineral dos tratamentos cuja água de irrigação é o efluente tratado foi considerado as recomendações de adubação da cultura, a lâmina de água de irrigação e o aporte de nutrientes do efluente. Na Tabela 6 e Tabela 7 estão os valores do aporte de nutrientes e a fertilização mineral para os tratamentos T4 e T6 respectivamente.

Tabela 5: Lâmina de água de irrigação

Profundidade do sistema Radicular (cm)	Turno de rega (dias)	Lâmina de água (mm)
10,0	1,0	4,5
30,0	4,0	18,0

Tabela 6: Aporte de nutrientes e fertilização mineral para o tratamento T4 cuja água de irrigação é o efluente doméstico

Período	Lâmina de irrigação	Aporte de nutrientes via efluente e solo N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	Fertilização Química N-P-K
	mm	kg.ha ⁻¹	
Inicial	20	19,36 -29,33 -74,44	0,64- 220,67- 25,25
Desenvolvimento	4,5	4,36- 6,59- 16,8	55,64- 0,0- 23,18
Final	18	17,38- 26,39- 67,18	42,59- 0,0-0,0

Tabela 7: Aporte de nutrientes e fertilização mineral para o tratamento T6 cuja água de irrigação é o efluente doméstico diluído

Período	Lâmina de irrigação	Aporte de nutrientes via efluente N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	Fertilização Química N-P-K
	mm	kg/hectare	
Inicial	20	11,87- 4,65- 8,88	0,0- 218,35- 20,81
Desenvolvimento	4,5	2,67- 1,05- 1,99	54,31- 0,0-22,18
Final	18	10,69- 4,19- 7,99	37,25- 0,0-0,0

Ao compararmos os valores obtidos da adubação para os tratamentos cuja água de irrigação é o efluente tratado observamos que há a diminuição da quantidade necessária de fertilizante para suprir a necessidade da planta em cada estágio de desenvolvimento. Nas Tabelas 8, Tabela 9 e Tabela 10 estão agrupadas as concentrações da adubação química para as diferentes águas de irrigação.

Tabela 8: Adubação química na semeadura

	Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Água de abastecimento	6,58 Kg/ha	223 Kg/ha	29,69 Kg/ha
Água de reuso	0,644 Kg/ha	220,67 Kg/ha	25,25 Kg/ha
Água de reuso diluída	0,00	218,35 Kg/ha	20,81 Kg/ha

Tabela 9: Adubação química na cobertura para lâmina de irrigação de 4,5mm

	Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Água de abastecimento	56,98 Kg/ha	0,00	24,18 Kg/ha
Água de reuso	55,64 Kg/ha	0,00	23,18 Kg/ha
Água de reuso diluída	54,31 Kg/ha	0,00	222,18 Kg/ha

Tabela 10: Adubação química na cobertura para lâmina de irrigação de 18mm

	Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Água de abastecimento	47,93 Kg/ha	0,00	0,00
Água de reuso	42,59 Kg/ha	0,00	0,00
Água de reuso diluída	37,25 Kg/ha	0,00	0,00

CONCLUSÃO

Os resultados preliminares obtidos são satisfatórios, pois a irrigação com o efluente doméstico tratado diminuiu a quantidade de fertilização química e o lançamento de esgoto não tratado nos corpos hídricos além de contribuir para a minimização do uso de água tratada para a agricultura.

O solo de empréstimo utilizado para o plantio da cultivar tem os nutrientes mínimos necessários para o desenvolvimento da cenoura, necessitando de complementação dos micronutrientes Nitrogênio, Fósforo e Potássio.

A irrigação com o efluente tratado diluído se mostrou mais eficiente de acordo com a concentração dos micronutrientes, pois os valores necessários para complementação via fertilização química são bem menores comparados ao efluente tratado e a água de abastecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. TIGLEA, P., PASCUET, N.S., ZENEBON, O., Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Instituto Adolfo Lutz, 2008.
2. SILVA, F.C., Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes, EMBRAPA
3. <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>, acessado em 05 de junho de 2017
4. MAROUELL, W.A., OLIVEIRA, R.A., SILVA, W.L.C., Irrigação da cultura da cenoura, Circular Técnica n°48, EMBRAPA, Janeiro, 2007
5. Tratamento e utilização de esgotos sanitários / Lourdinha Florencio, Rafael Kopschitz Xavier Bastos, Miguel Mansur Aisse (Coord.). Rio de Janeiro : ABES, 2006. 427 p.: il Projeto PROSAB
6. Silva, Kenia Kelly Barros da. Efeitos da irrigação com efluente tratado sobre o sistema soloplanta (milho) e indução da supressividade a doenças causadas por nematóides / Kenia Kelly Barros da Silva. - Recife: O Autor, 2009. xv, 88 folhas, il : tabs., graf. Figs.
7. SOUSA, J. T. de; Leite, V. D. Tratamento e utilização de esgotos domésticos na agricultura. Campina Grande: EDUEP, 2003. 135p.
8. van der Hoek, W.; M. Ul Hassan; J. H. J. Ensink; S. Feenstra; L. Raschid-Sally; S. Munir; R. Aslam; N. Ali; R. Hussain and Y. Matsuno. 2002. Urban wastewater: A valuable resource for agriculture. A case study from Haroonabad, Pakistan. Research Report 63. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute.
9. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. Os Recursos Hídricos do Planeta estão sob Pressão do Crescimento Rápido das Demandas por Água e das Mudanças Climáticas, diz novo Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos (WWDR4). Disponível em:

<http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Brasilia/pdf/WWDR4%20Background%20Briefing%20Note_pt_2012.pdf>.

10. Hanseok, J.; Hakkwan, K.; Irrigation Water Quality Standards for Indirect Wastewater Reuse in Agriculture: A Contribution toward Sustainable Wastewater Reuse in South Korea
11. Pressuried Irrigation Techniques. A. Phocaidés. FAO Consultante; Food and Agriculture Organization of the United Nations; Rome, 2007.