

UNIFORMIDADE DO SISTEMA “BUBBLER” MODIFICADO FUNCIONANDO COM ÁGUA RESIDUÁRIA TRATADA

Francisco Gonçalo Filho¹, José Francismar de Medeiros², Miguel Ferreira Neto³,
Jader Felipe Araújo Justo⁴, Nildo da Silva Dias⁵, Francisco Vanies da Silva Sá⁶

RESUMO: Entender as limitações da utilização de esgoto doméstico como fonte hídrica é primordial para a viabilidade da produção agrícola. Com isso, objetivou-se com este trabalho avaliar o sistema de irrigação “bubbler” modificado em sulco, operando com água de esgoto doméstico tratado. Para isso, avaliou-se um sistema em campo operando com fertirrigação em três níveis de efluente tratado (0%; 50% e 100%) no suprimento da evapotranspiração da cultura do algodão herbáceo. Os ensaios de campo foram constituídos por testes de vazão, e com base nesses dados estimaram-se os valores do coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) e coeficientes de uniformidade estatística (CUE), após 54,4 horas de funcionamento do sistema de irrigação (dois ciclos de cultivo de algodão). O sistema bubbler modificado apresenta desempenho satisfatório quando submetido a diferentes porcentagens de efluente de esgoto doméstico via fertirrigação, variando a classificação de uniformidade de excelente a boa.

PALAVRAS-CHAVE: Fertirrigação, CUC, CUD, CUE

UNIFORMITY OF THE MODIFIED BUBBLER SYSTEM OPERATING WITH WASTEWATER TREATED

ABSTRACT: Understanding the limitations of the use of domestic sewage as a water source is paramount for the viability of agricultural production. The objective of this work was to evaluate the bubbler irrigation system modified in the groove, operating with treated domestic sewage. For this, a field system was evaluated, operating with fertigation in three levels of

¹ D. Sc. em Manejo de Solo e Água - UFERSA, e-mail: goncalofilho.rm@gmail.com

² D. Sc. Prof. UFERSA; Endereço: BR 110, Km 47, Mossoró, RN; e-mail: jfmedeir@ufersa.edu.br

³ D. Sc. Prof. UFERSA, e-mail: miguel@ufersa.edu.br

⁴ Mestrando em Manejo de Solo e Água - UFERSA, e-mail: justojader@gmail.com

⁵ D. Sc. Prof. UFERSA, e-mail: nildo@ufersa.edu.br

⁶ D. Sc. Pós Doutorado UFERSA, e-mail: vanies_agronomia@gmail.com

treated effluent (0%, 50% and 100%) in the evapotranspiration supply of the herbaceous cotton crop. The field tests were based on flow tests, based on these data, the values of the Christiansen uniformity coefficient (CUC), distribution uniformity coefficient (DUC) and coefficients of statistical uniformity (CSU) were estimated after 54,4 hours of operation of the irrigation system. The bubbler system presents satisfactory performance when submitted to different percentages of domestic sewage effluent via fertirrigation, varying the uniformity classification from excellent to good.

KEYWORDS: Fertigation, CUC, DEC, CSU.

INTRODUÇÃO

No semiárido do Nordeste do Brasil, o acesso a água para a irrigação é limitado não apenas pela quantidade, mas pela qualidade, há também de se considerar que em algumas áreas a água está confinada em aquíferos subterrâneos, tendo um custo alto para a sua elevação até a superfície, assim são muitos os pressupostos que sinaliza para realizar-se o reuso de água nessa região.

O Brasil é atualmente o quinto maior produtor mundial de algodão, atrás de Índia, China, Estados Unidos e Paquistão; os cinco responderam por 77% do total da fibra produzida no planeta na safra 2016/2017; sendo o Brasil também o quarto maior exportador mundial, atrás de Estados Unidos, Austrália e Índia (USDA, 2018).

Entretanto, para que haja produção satisfatória do algodoeiro no semiárido brasileiro é necessário o uso de irrigação, total ou de salvamento (LIMA et al., 2018). Assim, o uso de efluente doméstico é uma fonte hídrica para o cultivo do algodoeiro em regiões semiáridas, onde a disponibilidade de água potável é escassa.

Alguns estudos vêm sendo conduzidos visando avaliar os benefícios e os riscos potenciais e reais envolvidos no uso das águas residuárias, entre estes Batista et al. (2011) que estudando a uniformidade de aplicação em sistemas funcionado com esgoto doméstico, afirmaram que os atributos físicos e químicos do esgoto influenciam diretamente o tempo de obstrução dos emissores.

Sistemas de irrigação bem projetado permitem que se obtenha uniformidade de aplicação de água acima de 90%, o que se considera um bom índice para a irrigação. Todavia, vários fatores podem afetar a uniformidade de distribuição da água nos sistemas de irrigação localizada, como pressão de serviço do emissor, velocidade da água na tubulação,

alinhamento da linha lateral e entupimento dos emissores, sendo o grande desafio com o uso de águas de baixa qualidade é manter a excelente uniformidade (SILVA, et al., 2012).

O sistema “bubbler” apresenta as vantagens de utilizar equipamentos de baixo custo e economia de energia (Hao et al., 2017). O sistema “bubbler modificado”, utilizado no estudo, foi desenvolvido com o objetivo de ser resistente a obstruções, desenvolvido inicialmente para a irrigação de palma forrageira no semiárido do nordeste brasileiro, através do reuso de esgoto doméstico tratado, utilizando-se emissores tipo microtubos de 3 mm de diâmetro interno, visando evitar entupimento pelas partículas em suspensão presentes no efluente, não requerendo assim sistemas sofisticados de filtragem (MEDEIROS et al., 2014).

O sistema “bubbler modificado” em estudo (Medeiros et al., 2014) pode diminuir os problemas com obstrução de emissores, como ocorre com o sistema por gotejamento quando utilizado para irrigação com efluente, além de apresentar as vantagens de utilizar equipamentos de baixo custo e economia de energia (HAO et al., 2017).

MATERIAL E MÉTODOS

O cultivo do algodão foi conduzido em dois ciclos nos anos de 2016 e 2017 no Projeto de Assentamento Milagres, no município de Apodi, localizado no médio oeste do Rio Grande do Norte, que tem como coordenadas geográficas 5° 35' 18.82" de latitude S e 37° 54' 08.48" de longitude W e uma altitude de 109 metros. E está inserido no geoambiente Chapada do Apodi, que é uma formação de origem sedimentar em sua porção oeste e se estende pela divisa entre os estados do Rio Grande do Norte e Ceará, no nordeste do Brasil.

A área apresenta um relevo plano com declividade dominante inferior a 2% os solos que recobrem a área são CAMBISSOLOS HÁPLICOS Ta Eutróficos, de acordo com Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2013).

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo BSw'h', caracterizado por ser quente e semiárido com temperatura média anual de 28,5°C, com a estação chuvosa se atrasando para o outono; o regime pluviométrico situa-se, em média, em torno dos 717,9 mm por ano (IDEMA, 2013).

Os experimentos com a cultura foram instalados em delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 2, sendo três doses de efluente tratado (0%; 50% e 100%) e duas condições de manejo (com adubação de cobertura e sem adubação de cobertura) com seis repetições, perfazendo 36 parcelas experimentais.

O preparo da área foi realizado por meio de uma aração e uma gradagem. A caracterização química e física do solo (Tabelas 1 e 2), foi realizada no Laboratório de Solos, gua e Plantas da Universidade Federal Rural do Semi-rido - UFERSA, seguindo metodologia da EMBRAPA (2011).

Tabela 1. Características químicas do solo da área experimental.

Prof.	pH ¹	CE	P ²	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	(H+Al)	SB	CTC	V	m	PST
m	água	dS/m	-----mg dm ⁻³ -----			-----cmolc dm ⁻³ -----					-----%-----			
--														
0,0-0,2	6,6	0,12	7,0	162,3	21,53	2,76	0,73	0,00	0,77	4,00	4,77	84	0	2
0,2-0,4	6,05	0,05	6,7	128,5	34,5	2,50	2,16	0,05	1,15	5,14	6,29	82	1	2
Prof.	Matéria Orgânica ³			N ⁴		B ⁵		Cu		Fe	Mn	Zn		
m	-----g kg ⁻¹ -----			-----		-----		-----mg dcm ⁻³ -----		-----				
0,0-0,2	5,88			0,70		0,30		0,91		7,26	185,73	3,32		
0,2-0,4	2,97			0,44		0,20		0,89		3,23	26,16	1,54		

¹ O pH em água foi determinado potenciomtricamente na suspensão cuja proporção solo-líquido foi de 1:2,5 e a CE na mesma proporção diretamente com o potencimetro.

² P, K⁺ e Na²⁺, usando o extrator Mehlich-1; Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺, KCl 1N; (H+Al) com Acetato de cálcio a pH 7,0.

³ MO através da oxidação com dicromato de potássio.

⁴ N pelo método Kjeldahl (oxidação úmida (H₂SO₄ + H₂O₂) e titulação com solução padrão ácida (HCl 0,01M)).

⁵ B disponível foi extraído com água quente e posterior leitura com espectroftmetro a 420 nm; Cu, Fe, Mn e Zn extraído com solução extratora Mehlich-1e determinado por espectrofotometria de absorção atmica (EAA).

Tabela 2. Características físicas do solo da área experimental.

Prof. (m)	Areia ¹	Silte	Argila	Classificação Textural	Dp ²	Ds	PT	Umidade nas Tensões (em KPa)			Disponibilidade de gua		
								10	33	1500	DTA ³	CTA	CRA
.....kg.kg ⁻¹				-kg dm ⁻³ -			%			mm cm mm mm			
0,0-0,2	0,820	0,078	0,102	Areia franca	2,77	1,68	36,6	11,85	6,74	3,84	1,34	26,85	13,42
0,2-0,4	0,608	0,070	0,322	Franco argilo arenosa	2,84	1,73	38,8	11,60	8,86	6,23	0,43	8,78	4,39

¹ As frações granulométricas foram determinadas pelo método da pipeta e expressas em kg kg⁻¹.

² A densidade de partículas determinada método do balão volumétrico, a densidade do solo pelo método anel volumétrico e a porosidade total com base nos valores de Ds e Dp.

³ A disponibilidade total de gua (DTA), capacidade total de armazenamento de gua (CTA) e capacidade real de armazenamento de gua (CRA) de acordo com expressões descrita por Bernardo, Soares e Mantovani (2009).

Para a irrigação da área experimental armazenou-se as águas provenientes do sistema de tratamento primário e do poço tubular (com profundidade de 150 metros) que abastece a comunidade, em dois depósitos distintos de onde pressurizou-se por dois conjuntos eletrobomba independentes de 1,5 CV. No sistema de irrigação localizado as diferentes combinações de porcentagens de água residuária e trabalhando sempre na mesma pressão.

Para instalação do sistema foram utilizados emissores tipo microtubo de 3 mm de diâmetro interno, visando evitar entupimento pelas partículas em suspensão presentes no efluente, não requerendo assim sistemas sofisticados de filtram. O sistema de irrigação composto por linha adutora, principal e linha secundária de tubos de PVC de 32 e 50 mm e com linhas laterais de polietileno de 16 mm de diâmetros, espaçadas 3,2 metros entre si de onde se conectou os emissores tipo microtubos para a irrigação das duas linhas de sucos

nivelados de 2,0 m de comprimento, que em sequência um seguido ao outro irriga as duas fileiras de algodão que margeia as bordas dos sulcos.

Inicialmente foi realizada uma irrigação, com as águas de abastecimento em todos os tratamentos de modo a deixá-lo próximo a capacidade de campo, para a realização da semeadura da cultivar BRS 335, sendo semeadas 10 sementes por metro linear a uma profundidade padrão de 3 cm da superfície do solo, e alternadas nas laterais do sulco de irrigação, em fileiras duplas (1,10 m x 0,5 m x 0,1 m), totalizando uma população de 125.000 plantas por hectare. Aos 10 dias após o plantio, período em que houve a estabilização da germinação teve início a irrigação com as águas referentes a cada tratamento, antes em todas as parcelas usou-se água de abastecimento.

Realizou-se todas as irrigações após o plantio com base na evapotranspiração da cultura (ETc), calculada em função da evapotranspiração de referência (ETo) calculada pela equação de Penman-Monteith parametrizada pela FAO (Allen et al., 2006). Os dados foram provenientes da estação climatológica pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (Apodi/RN) e do coeficiente da cultura de acordo com o Manual FAO 56 (Allen et al., 2006) (Equação 1), com turno de rega de 2 dias (Equação 2), em função da alta exigência da cultura e da capacidade real de armazenamento de água no solo. Ao final de cada dia coletou-se os dados climáticos necessários para alimentar a planilha de irrigação, com isso, determinava-se a lâmina de irrigação do dia seguinte; encerrando-se as irrigações quando apresentou 60% dos capulhos abertos.

$$ETc = ETo \times Kc \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

ETc - Evapotranspiração da cultura;

Kc - coeficiente da cultura.

$$L = (ETc * TR) / Ef \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

L - Lâmina de irrigação, em mm;

ETc - Evapotranspiração da cultura acumulada, em mm;

TR - Turno de rega

Ef - Eficiência de aplicação

A eficiência de aplicação (considerada igual a 0,85, valor do CUD), decimal; sendo considerado excelente (CUD > 84%) de acordo com Mantovani (2001).

No monitoramento das águas oriundas do sistema de tratamento do Projeto de Assentamento Milagres como da água de abastecimento, foi avaliado as características químicas, físico-químicas e microbiológicas (Tabela 3).

Tabela 3. Características físico-químicas e biológicas da água residuária doméstica (AR) e da água de poço (AP), utilizadas no experimento

Caracter�sticas	ARD*	Dp	AP	Dp
pH (�gua)	7,40	±0,43	6,84	±0,17
CE (dS m ⁻¹)	1,09	±0,15	0,09	±0,01
K ⁺ (mg L ⁻¹)	27,37	±3,91	9,38	±2,74
Na ⁺ (mg L ⁻¹)	74,95	±12,42	3,91	±0,23
Ca ²⁺ (mg L ⁻¹)	18,44	±1,80	11,14	±7,29
Mg ²⁺ (mg L ⁻¹)	23,33	±13,49	8,14	±4,37
Cl ⁻ (mg L ⁻¹)	125,85	±39,35	31,55	±2,13
CO ₃ ²⁻ (mg L ⁻¹)	0,00	±0,00	0,00	±0,00
HCO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)	408,70	±31,11	29,28	±1,83
RAS (mg L ⁻¹)	2,80	±0,48	0,21	±0,10
P ⁺ ((mg L ⁻¹)	7,82	± 0,95	0,57	±0,12
N-NH ₄ (mg L ⁻¹)	29,91	±9,29	0,56	±0,98
N-NO ₃ (mg L ⁻¹)	14,58	±18,73	0,02	±0,03
S�lidos Suspensos (mg L ⁻¹)	33,00	±11,00	0,00	±0,00
S�lidos dissolvidos (mg L ⁻¹)	389,00	±39,00	53,00	±3,00
TOG (mg L ⁻¹)	18,1	±3,32	-	-
DBO (mg L ⁻¹)	18,75	±10,90	-	-
DQO (mg L ⁻¹)	94,00	±10,80	-	-
Coliformes totais (NMP/100mL)	1100,00	±169,71	0,00	±0,00
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	290,00	±44,74	0,00	±0,00
Cu (mg L ⁻¹)	0,08	±0,005	0,02	±0,01
Mn (mg L ⁻¹)	0,08	±0,009	0,06	±0,01
Fe (mg L ⁻¹)	0,24	±0,018	0,23	±0,03
Zn (mg L ⁻¹)	0,05	±0,041	0,15	±0,04
Cr (mg L ⁻¹)	0,00	±0,00	0,00	±0,00
Ni (mg L ⁻¹)	0,00	±0,00	0,00	±0,00
Cd (mg L ⁻¹)	0,00	±0,00	0,00	±0,00
Pb (mg L ⁻¹)	0,00	±0,00	0,00	±0,00

*Valores Médios e Desvio padrão (Dp)

A avaliação do sistema foi realizada no final do segundo ciclo de cultivo do algodão, após 54,4 horas de funcionamento do sistema com as diferentes porcentagens de água de esgoto doméstico via fertirrigação, que foi o tempo de funcionamento necessário para que a lâmina de irrigação necessária para suprir a evapotranspiração da cultura fosse aplicada, somados os tempos de funcionamento nos dois ciclos, que correspondeu a lâmina de 709,7 e 792,6 mm respectivamente no primeiro e segundo ciclo.

Na avaliação da uniformidade de aplicação do sistema trabalhando com água residuária em diferentes porcentagens (T1, T2 e T3), realizou-se um teste de vazão, através da coleta de vazão em 12 parcelas, representada por uma linha lateral(4 linhas para cada porcentagem de água de esgoto doméstico tratado via fertirrigação), sendo coletados em quatro pontos ao longo da linha lateral, ou seja, do primeiro gotejador, dos gotejadores situados a 1/3 e a 2/3 do

comprimento da linha e o último gotejador (de acordo com metodologia apresentada por Keller & Karmeli (1974)). A vazão nos emissores foi medida de maneira direta, ou seja, o volume coletado no intervalo de 2 minutos; com o auxílio de cronômetros, depósitos plásticos e provetas graduadas, os coletados dados em (mL) foram anotados em planilhas de campo e transformados em vazões.

Com base nesses dados de vazão, calculou-se o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) (Equação 2); coeficiente de uniformidade de distribuição - CUD (Equação 3) e o coeficiente de uniformidade estatístico - CUE (Equação 4), de acordo com Bernardo, Soares e Mantovani (2009). e procedeu-se a interpretação de acordo com os parâmetros estabelecidos (Tabela 4).

$$CUC = (1 - ((\sum_{i=1}^n |Q_i - Q|)/n.Q)) * 100 \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

CUC = Coeficiente de uniformidade de Christiansen, em %;

Q_i = Vazão coletada em cada gotejador, em $L h^{-1}$;

Q = Média das vazões coletadas de todos os gotejadores, em $L h^{-1}$;

n = Número de gotejadores analisados.

$$CUD = 100 * (Q_{25\%} / Q_{med}) \quad (\text{Equação 3})$$

Em que:

CUD - Coeficiente de uniformidade de distribuição;

$Q_{25\%}$ - média de 25% do total de microtubos com as menores vazões, ($L h^{-1}$);

Q_{med} - média das vazões coletadas nos microtubos na subárea, ($L h^{-1}$).

$$CUE = 100 * (1 - (S / Q_{med})) \quad (\text{Equação 4})$$

Em que:

CUE - Coeficiente de uniformidade estatístico;

S - Desvio padrão dos dados de vazão, ($L h^{-1}$);

Q_{med} - média das vazões coletadas nos microtubos na subárea, ($L h^{-1}$).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, até 5% de probabilidade; as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa computacional SISVAR (Ferreira, 2011), além da interpretação dos coeficientes de acordo com a literatura.

Tabela 4. Parâmetros para a interpretação dos valores do CUC, CUD e CUE.

CLASSIFICAÇÃO	CUC (%)	CUD (%)	CUE (%)
Excelente	> 90	> 84	90 - 100
Bom	80 - 90	68 - 84	80 - 90
Razoável	70 - 80	52 - 68	70 - 80
Ruim	60 - 70	36 - 52	60 - 70
Inaceitável	< 60	< 36	< 60

Fonte: Bernardo, Soares e Mantovani (2009)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que não houve efeito significativo das diferentes porcentagens de água de esgoto doméstico tratado na vazão dos microtubos (Tabela 5), o que comprova a eficiência do sistema bubbler para o uso em áreas sob reuso de água, embora tenha apresentado redução da vazão de 7,8% quando se forneceu 100% da ETc da cultura via fertirrigação com esgoto doméstico tratado, em relação a água de abastecimento. Ao contrário do sistema de gotejamento, que de acordo com Freitas et al. (2015) está sujeito a reduções significativas em função do tempo de exposição ao esgoto doméstico tratado. Os coeficientes de uniformidade CUC, CUD e CUE (Tabela 1), apresenta reduções nas médias de todos os coeficientes com o aumento da porcentagem de água residuária de esgoto doméstico tratado via irrigação.

Tabela 5. Teste de médias para vazão (Q), coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), coeficiente de uniformidade estatístico (CUE) e coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) em sistema de irrigação (bubbler modificado em sulcos), em sistema irrigação diferentes doses de esgoto doméstico tratado.

Tratamentos	Q	CUC	CUD	CUE
	L h ⁻¹	Após 54,4 horas de funcionamento (%)		
T1 ¹	95,75a ²	93,41a	91,08 ^a	92,18a
T2	96,45a	90,59ab	85,59ab	89,38ab
T3	88,23a	87,90b	81,99b	86,12b
DMS	11,96	4,22	6,11	3,60

¹T1 – 100% Água de abastecimento (AA); T2 – 50% de AA + 50% de AR e T3 – 100% água residuária (AR)²Letras minúsculas (a, b), comparam as médias dos tratamentos pelo teste de Tukey a 5%.

Quando o sistema foi exposto ao esgoto doméstico tratado em porcentual de 50% do total da lâmina aplicada (T2), houve uma pequena redução do CUC e CUD, mas continuaram a ser classificados como excelentes, já o CUE teve sua classificação rebaixada para bom (Tabela 1). Na lâmina composta por 100% de esgoto doméstico tratado (T3) alcançou-se os valores de 87,9%; 81,99% e 86,17%, correspondendo reduções de 5,95%, 9,98% e 6,57%, respectivamente para o CUC, CUD e CUE, entretanto todos os coeficientes analisados classificam-se como bom, de acordo com Bernardo, Soares e Mantovani (2009). Este fato

comprova a eficiência do sistema bubbler trabalhando com irrigação com água de qualidade inferior. Freitas et al. (2015) constatou 86,58% e 77,85% para CUC e CUD, após 60 horas de exposição de gotejadores ao esgoto doméstico, respectivamente. Já Batista et al. (2010) verificou decréscimo de 4,49% no CUC, 10,58% no CUD e 4,56% na vazão de gotejadores com a aplicação do esgoto doméstico tratado, após 120 horas de funcionamento.

CONCLUSÕES

O sistema “bubbler modificado” apresenta desempenho satisfatório quando submetido a diferentes porcentagens de efluente de esgoto doméstico via irrigação, variando a classificação de uniformidade de excelente a bom, durante dois ciclos de cultivo do algodoeiro herbáceo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Evapotranspiración del cultivo**. Utah State University. Guías para la determinación de los requerimientos de água de los cultivos. Rome: FAO, 2006. 323p. Paper, 56.
- BATISTA, R. O.; COSTA, F. G. B.; LOPES, H. S. S.; COELHO, D. C. L.; COSTA-PAIVA, M. R. F. Efeito das características do esgoto doméstico na uniformidade de aplicação de sistemas de irrigação por gotejamento. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 137-144, 2011.
- BATISTA, R. O.; SOUZA, J. A. R.; FERREIRA, D. C. Influência da aplicação de esgoto doméstico tratado no desempenho de um sistema de irrigação. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 1, p. 18-22, 2010.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, C. **Manual de irrigação**, edição: 8^a. Editora: UFV, 2^a reimpressão. Viçosa, MG, 2009, 625p.
- CARVALHO, R. S.; SANTOS FILHO, J. S.; SANTANA, L. O. G.; GOMES, D. A.; MENDONÇA, L. C.; FACCIOLI, G. G. Influência do reuso de águas residuárias na qualidade microbiológica do girassol destinado à alimentação animal. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v. 8, n. 2, p. 157-167, 2013.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. 3 ed. Rio de Janeiro, 2011, 230 p. (Embrapa – CNPS. Documentos, 132).

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n. 6, p.1039-1042, 2011.

FREITAS, C. A. S.; NOGUEIRA, L. K. A.; MOREIRA, L. C. J.; FERREIRA, C. S. Desempenho hidráulico de gotejadores sob o tempo de exposição ao esgoto doméstico tratado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 1, p. 214-219, 2015.

HAO, F.; LI, J.; WANG, Z.; LI, Y. Effect of ions on clogging and biofilm formation in drip emitters applying secondary sewage effluent. **Irrigation and Drainage**, Laguna, v. 66, n. 2, p. 687-698, 2017.

IDEMA. **Perfil do seu município**, Apodi. Disponível em: <http://www.idema.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/idema/socio_economicos/enviados/perfil_municipio.asp>. Acesso em: 23 de mar. 2013.

JAVAREZ JUNIOR, A.; RIBEIRO, T. A. P., PAULA JR, D. R. Eficiência do reuso de águas residuárias na irrigação da Cultura do milho. **Irriga**, Botucatu, v. 15, n. 3, p. 231-247, 2010.

KELLER, J.; KARMELI, D. Trickle irrigation design parameters. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v. 17, n. 4, p. 678-684, 1974.

LIMA, R. F.; ARAÚJO, W. P.; PEREIRA, J. R.; CORDÃO, M. A.; FERREIRA, F. N.; ZONTA, J. H. Fibras de algodoeiro herbáceo sob déficit hídrico. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 13, n. 4, p. 427-436, 2018.

MEDEIROS, J. F. DE; FERREIRA M. N.; LEMOS, M.; LIRA R. B. Sistema localizado de baixa pressão para irrigação de palma forrageira utilizando água de esgoto tratada. 2014. DOI: <<http://dx.doi.org/10.12702/ii.inovagri.2014-a170>>.

RIBEIRO, A. C., GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Viçosa-MG, comissão de fertilidade do Estado de Minas Gerais, 1999, 259p. 4

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – 3ª Edição revista e ampliada – Brasília, DF: Embrapa, 2013. 363p.**

SILVA, L. P. et al. Desempenho de gotejadores autocompensantes com diferentes efluentes de esgoto doméstico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 5, p. 480–486, 2012.

USDA - **United States Department of Agriculture**. Cotton World Supply, Use and Trade. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/data/cotton-world-markets-and-trade>. Acesso em 9 mar. 2018.