

**II-476 - AVALIAÇÃO DO ÍNDICE SPAD DAS FOLHAS DE PIMENTAS
CAPSICUM CHINENSE – VARIEDADE BIQUINHO IRRIGADAS COM ÁGUAS
CINZAS (IN NATURA) ÁGUAS NEGRAS TRATADAS E ÁGUA DA
REDE DE DISTRIBUIÇÃO**

Antonio Gustavo dos Santos Neto

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Alagoas. Mestre em engenharia civil, com ênfase em tecnologia ambiental e recursos hídricos, pela Universidade Federal de Pernambuco.

Diego Narciso Buarque Pereira

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Alagoas. Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental, pela Universidade de São Paulo.

Ivete Vasconcelos Lopes Ferreira

Engenheira Civil pela Universidade Federal da Paraíba Campus II. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba Campus II. Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. Professora Associada da Universidade Federal de Alagoas.

Flávia de Barros Prado Moura

Bióloga, Licenciada pela Universidade Federal de Alagoas, Mestre em Biologia Vegetal pela Universidade Federal de Pernambuco e Doutora em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal de São Carlos (2002). Professora Associada da Universidade Federal de Alagoas.

Marcio Gomes Barboza⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Alagoas. Mestre e Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. Professor Associado do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas.

Endereço⁽¹⁾: Av. Lourival de Melo Mota, s/n, Campus A. C. Simões, CTEC – Cidade Universitária – Maceió-AL - CEP: 57072-970 - Brasil - Tel: (82) 3214-1275 - e-mail: gb.marcio@gmail.com

RESUMO

O tratamento adequado e a destinação final do esgoto doméstico é um problema mundial, principalmente nos países subdesenvolvidos e o gerenciamento destes efluentes reflete na saúde do ambiente e da população. Uma alternativa facilitadora na gestão destes resíduos é a segregação em águas cinzas (provenientes da lavanderia, lavatório e chuveiro) e negras (provenientes da bacia sanitária e pia de cozinha). O reúso de esgoto tratado é uma solução que pode estar agregada a segregação, desde que seja feita de forma segura. O presente trabalho avaliou, ao final de um ciclo de cultivo, o índice SPAD de culturas da pimenta Capsicum chinense – variedade biquinho, irrigadas com águas cinzas (in natura) e negras tratadas em reator anaeróbico. Após a aplicação dos testes estatísticos foi observada diferença significativa entre os grupos: água da rede de distribuição e águas cinzas; água da rede de distribuição e águas negras tratadas; águas cinzas e águas negras tratadas.

PALAVRAS-CHAVE: Reuso de água, águas cinzas, águas negras, índice SPAD, pimenta biquinho.

INTRODUÇÃO

O reúso de águas está intrinsicamente ligado ao combate à sua escassez, este deve ser feito observando-se os padrões de qualidade para preservar a saúde dos usuários. Os benefícios desta atividade são fatores favoráveis para promoção de atividades sustentáveis.

A segregação de esgotos domésticos em águas cinzas e negras é uma ação que muitas vezes, pode viabilizar o tratamento, e ainda, o reúso do efluente. Segundo Rebelo et al.. (2012), “A segregação dos efluentes é uma ação facilitadora no processo de tratamento, visto que os métodos de tratamento para as águas negras e cinzas podem ser diferenciados, sendo estas as preferidas para reúso em atividades com fins não potáveis.”

O reúso para irrigação, é uma prática crescente no Brasil, principalmente em regiões que apresentam baixas precipitações médias anuais, assim, a água da rede de distribuição pode ser destinada exclusivamente a fins mais nobres. As águas cinzas não recebem contribuições das bacias sanitárias, porém, apresentaram grande carga de Coliformes Totais e *E.coli* (chegando a uma ordem de grandeza de 10^6 UFC / 100 mL). Muitos países utilizam águas cinzas brutas, para irrigação de jardins e descargas de vasos sanitários, o que não é aconselhável por oferecer riscos à saúde, no Brasil, a prática deve ser feita obedecendo-se as legislações específicas.

Os esgotos domésticos possuem nutrientes que podem auxiliar no desenvolvimento das plantas, os mesmos quando lançados no ambiente podem provocar impactos negativos e causar problemas aos recursos hídricos e ao meio ambiente. Reatores anaeróbios em geral, não apresentam eficiência significativa na remoção de compostos orgânicos não biodegradáveis como o nitrogênio e fósforo, por outro lado, segundo Chernicharo et. al (2007), o tratamento anaeróbio fornece uma eficiência de remoção de 40 a 75% para DQO e de 45 a 85% para DBO.

Em geral as pimentas da espécie *Capsicum* são bem adaptáveis a regiões de clima tropical, o que favoreceu a escolha da espécie. Segundo a Embrapa (2007), “baixas temperaturas inviabilizam a produção, provocando a queda de flores e frutos, além de influenciar negativamente a pungência e a coloração dos frutos”.

O índice SPAD, que mede a intensidade de verde das folhas, segundo Gil et al. (2002) é altamente relacionado com o teor de clorofila das folhas, e pode identificar deficiência de nitrogênio. Desta forma, quando a massa de plantas que apresentam elevado índice é incorporada ao solo, podem fornecer mais nutrientes para o mesmo.

Assim, o objetivo geral do desse trabalho foi comparar os valores obtidos para o índice SPAD de folhas de pimentas *Capsicum Chinense* irrigadas com água da rede de distribuição (ARD) e esgoto segregado em: águas cinzas (AC) e águas negras tratadas (ANT), tendo como objetivos específicos: Caracterizar os efluentes utilizados no estudo; Comparar as características físico-químicas e microbiológicas das águas de irrigação AC e ANT; Determinar a fonte de irrigação que obteve melhores resultados para o Índice SPAD.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os efluentes utilizados no trabalho são provenientes de uma residência unifamiliar que possui um sistema de segregação de águas cinzas (lavatório, chuveiro e máquina de lavar) e águas negras (bacia sanitária e pia de cozinha), estas últimas encaminhadas para um reator anaeróbio com chicanas (RACH), onde a casca de coco verde é o meio suporte. O reator possui volume de 3 m³, e foi construído em alvenaria com argamassa de cimento e areia, com uma camada impermeabilizante, como se pode observar o esquema na Figura 1

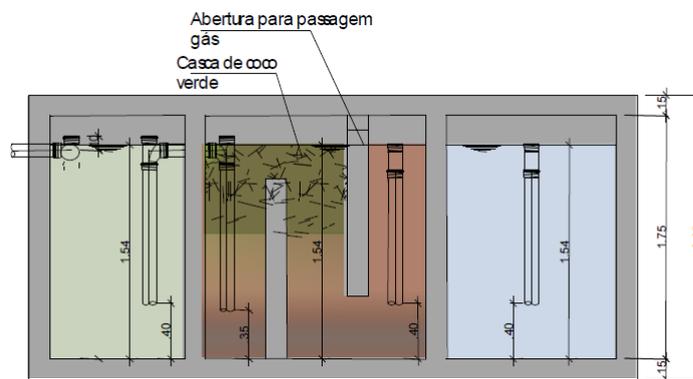


Figura 1: Esquema do Reator (RACH) utilizado para o tratamento das águas negras. Rebelo (2010)

A caracterização dos efluentes foi realizada com uma periodicidade semanal, foram avaliados parâmetros físicos (cor aparente, turbidez e sólidos sedimentáveis), químicos (sólidos voláteis, sólidos fixos, sulfatos, DQO, DBO, carbono orgânico total dissolvido, nitrogênio orgânico, nitrogênio amoniacal, fósforo total, pH, alcalinidade total, Cloretos) e microbiológicos (coliformes totais e *Escherichia Coli*). Todas as metodologias utilizadas foram feitas de acordo com APHA (2012).

Para o experimento foram cultivadas 21 pimentas, sendo: 7 irrigadas com AC, 7 irrigadas com ANT e 7 irrigadas com ARD. As sementes utilizadas foram da marca Feltrin®. A forma de aplicação foi direta e as culturas receberam 600 mL por semana.

As culturas foram plantadas dia 18/09/2013 em uma bandeja e transplantadas para garrafas pet em 15/10/2013, quando já possuíam de 4 a 6 folhas (Figura 2), como recomenda Bontempo (2007). O ciclo foi finalizado no dia 21 de março de 2014, 185 dias após o plantio, sem frutificação.



Figura 2: Plantio e transplântio.

A determinação do índice SPAD, realizada ao final do ciclo, foi feita utilizando o medidor portátil SPAD-502 (Gil et al. 2002). Os resultados obtidos para os três diferentes tratamentos foram submetidos à análise da variância pelo teste F (Aguiar, 2013) e a diferença entre as médias foi comparada pelo teste de tukey a 5% (Paiva et al., 2012). Eliminando as pimentas que morreram antes da finalização do experimento, foi possível realizar os testes estatísticos com 4 repetições para cada tratamento.

RESULTADOS

Os resultados obtidos da caracterização qualitativa dos efluentes estudados (águas cinzas, águas negras e águas negras tratadas) estão dispostos na Tabela 1, assim como, as eficiências do reator anaeróbio onde foram tratadas as águas negras.

Com relação a ARD, adotada como tratamento testemunha, foi verificado um pH de 5,9 uma alcalinidade com concentração menor que 8 mgCaCO₃/L e teor de cloretos de 6 mg/L.

Tabela 1: Características dos efluentes estudados e avaliação da eficiência do reator.

<i>Parâmetro</i>	<i>Água Cinza</i>	<i>Água Negra</i>	<i>Água Negra Tratada</i>	<i>Eficiência do reator (%)</i>
Cor (uc)	157,9	440,4	177,7	59,6
Turbidez (UNT)	87,5	279,6	120,0	57,1
Sólidos Sedimentáveis (mL/L)	<0,1	3,2	<0,1	-
Sólidos Fixos (mg/L)	275,6	418,4	296,0	29,3
Sólidos Voláteis	146,8	398,0	224,8	43,5
pH	7,3	7,4	7,3	-
N-Orgânico (mg/L)	2,8	24,6	57,3	-
N-amoniaco (mg/L)	11,1	85,4	82,6	-
Fósforo Total (mg/L)	1,5	10,7	10,9	-
Alcalinidade (mgCaCO ₃ /L)	103,0	371,7	387,2	-
Sulfato (mg/L)	77,7	60,1	47,3	21,3
Cloretos (mg/L)	15,0	91,7	61,9	32,5
DBO (mg/L)	55,4	242,1	35,1	85,5
DQO (mg/L)	126,7	1258,7	280,3	77,7
COT-D (mg/L)	64,1	71,1	31,5	55,6
<i>E.coli</i> (UFC/100mL)	1,54E+05	1,56E+06	8,24E+04	94,7
Coliformes Totais (UFC/100mL)	4,07E+05	1,85E+06	8,84E+04	95,2

De uma maneira geral as águas cinzas apresentaram para todos os parâmetros, com exceção dos sulfatos, concentrações inferiores às das águas negras.

As concentrações encontradas para os parâmetros cor, turbidez e sólidos sedimentáveis, assim como para sólidos fixos e voláteis, refletem a natureza dos efluentes estudados. Observando o parâmetro sólidos voláteis, as águas cinzas classificam-se, neste caso como esgoto médio e as negras como esgoto concentrado, segundo a classificação de Metcalf e Eddy (2003)

Quanto as diferenças encontradas para as concentrações de nitrogênio orgânico e amoniacal, podem estar relacionadas com as principais fontes de nitrogênio nos esgotos domésticos que segundo Gonçalves et al. (2006) são a urina e os alimentos processados na cozinha. Já as fontes de fósforo advêm, principalmente, dos detergentes e produtos químicos domésticos, fração inorgânica, e de origem fisiológica, fração orgânica (Spreling, et al. 2009).

A matéria orgânica, na forma de Carbono Orgânico Total Dissolvido (COT-D) e seus indicadores (DBO e DQO) apresentadas em menor quantidade nas águas cinzas, facilitarão, posteriormente, o seu tratamento.

Foi possível observar, que, mesmo não recebendo contribuições das bacias sanitárias, as águas cinzas apresentaram concentrações de *E. coli* e coliformes totais de apenas uma ordem de grandeza inferior às águas negras, mostrando a necessidade de desinfecção das mesmas para obtenção de padrões de reúso.

O reator comportou-se de maneira satisfatória, apresentado uma eficiência de remoção de 85,5% para DBO e de 77,7% para DQO. Segundo Jordão e Pessoa (2011) a eficiência de remoção de DBO para tratamento anaeróbio deve variar entre 45 e 85%, já para DQO as variação deve ser de 40 a 75%.

A remoção dos organismos indicadores (*E. coli* e coliformes totais), foram menores que 2 ordens de grandeza, sendo esta eficiência natural para o tipo de reator. Chernicharo et al. (2001), ao reportar sobre reatores anaeróbios, relata que a remoção de coliformes fecais nos reatores anaeróbios, usualmente da ordem de apenas uma unidade logarítmica.

Os sólidos sedimentáveis do efluente tratado apresentou concentrações inferiores a 1 mL/L. Os filtros anaeróbios quando bem operados, produzirão efluentes com sólidos sedimentáveis, inferiores a 1 mL/L. Quanto aos demais parâmetros, para que haja uma eficiência satisfatória se faz necessário um pós-tratamento.

Com relação às culturas, Segundo Embrapa (2007), a colheita deve ser realizada de 90 a 120 dias após a semeadura, já o fornecedor das sementes informa que a colheita deve ser feita de 80 a 100 dias após o transplântio. O ciclo foi finalizado 185 dias após o plantio, o mesmo foi estendido a fim de verificar a ocorrência da produção dos frutos, no entanto não foi observada a frutificação.

A Embrapa (2007) relata que a pimenteira deve ser cultivada preferencialmente nos meses de alta temperatura, condição que favorece a germinação, o desenvolvimento e a frutificação. Provavelmente fatores como clima, temperatura e intensidade de luz foram determinantes para a não frutificação, não estando a mesma relacionada com a fonte de irrigação, visto que para nenhuma das fontes houve a produção de frutos.

Com relação aos resultados obtidos para o índice SPAD, dispostos na Tabela 2, observa-se que as médias das culturas irrigadas com as AC e ANT foram superiores em relação as das culturas irrigadas com ARD.

Tabela 2: Valores encontrados do índice SPAD para cada fonte de irrigação utilizada.

Repetição	Fonte de irrigação		
	ARD	AC	ANT
1	21,0	34,1	42,3
2	23,7	31,8	34,8
3	23,6	30,2	38,0
4	22,7	35,8	37,7
Média	22,7	32,9	38,2

A análise da variância pelo teste F acusou diferença significativa, aplicando-se o teste de Tukey a 5%, observou-se diferença significativa entre os grupos: água da rede de distribuição e águas cinzas; água da rede de distribuição e águas negras tratadas; águas cinzas e águas negras tratadas. A Figura 3 mostra o comportamento deste parâmetro para as diferentes fontes de irrigação.

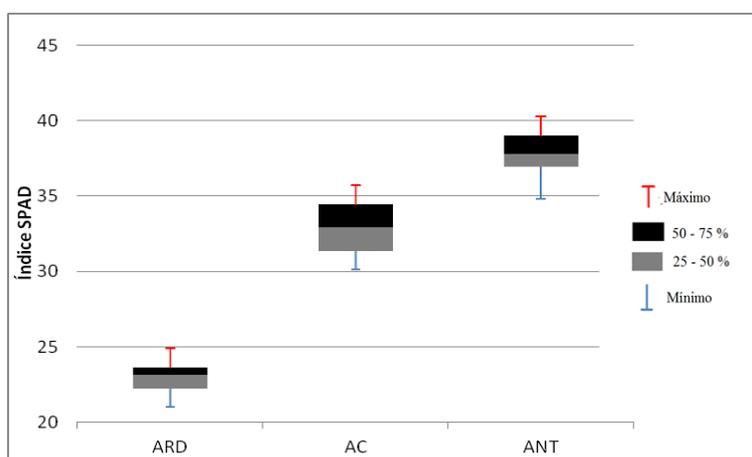


Figura 3: Comportamento do índice SPAD para cada fonte de irrigação utilizada

Cabe destacar o elevado teor de nitrogênio nas ANT em relação as AC (Tabela 1), que está diretamente relacionado com o desenvolvimento das folhas da cultura e corrobora com os maiores valores de produção de clorofila encontrados para o cultivo irrigado com ANT, de acordo com o índice SPAD (Tabela 2).

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado conclui-se que:

A segregação dos efluentes em águas cinzas e negras mostrou-se satisfatória, frente as diferenças encontradas para os mesmos, a partir da caracterização qualitativa.

O Reator anaeróbio comportou-se de forma esperada, apresentando eficiências de 85,5 para DBO, 77,7% para DQO e menor que duas ordens de grandeza para *E. coli* e coliformes totais.

O índice SPAD mostrou que as culturas irrigadas com águas cinzas e águas negras tratadas chegaram a valores superiores em relação as irrigadas com água da rede de distribuição. Isso indica a viabilidade da utilização destes efluentes visando a fertirrigação, uma vez que são ricos em macronutrientes essenciais para o desenvolvimento de culturas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguiar, R. H. Utilização de esgotos tratados em reatores anaeróbios no cultivo de girassol. Campinas, São Paulo 2013.
2. APHA, AWWA, and WPCF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22th ed. Port City Press, Baltimore. 2012.
3. Bontempo, M. Pimenta e seus benefícios à saúde / Marcio Bontempo. — São Paulo: Alaúde Editorial, 2007.
4. CHERNICHARO, C. A.L. et al. (Coord.). Pós-Tratamento de efluentes de reatores anaeróbios. Projeto PROSAB. Belo Horizonte: ABES, 2001.
5. Embrapa Hortaliças, SISTEMAS DE PRDUÇÃO 2., Pimentas (Capsicum sp.), 2007 Disponível em:http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/index.htmlAcesso em: 26/01/2017 às 18:00.
6. GIL, P.T.; FONTES, P.C.R.; CECOM, P.R.; FERREIRA, F.A. Índice SPAD para diagnóstico do estado de nitrogênio e para o prognóstico da produtividade da batata. Horticultura Brasileira, Campinas, v.20, n.4, p.611-615, 2002.
7. JORDÃO, E. P. ; PESSOA, C. A. Tratamento de Esgotos Domésticos. São Paulo, 2011.
8. METCALF; EDDY. Wastewater Engineering – Treatment, Disposal and Reuse. Singapura: McGraww-hill, 2003.
9. Paiva, L. A. L.; Alves, S. M. C.; Batista, R. O.; Oliveira, J. F.; Costa M. S; Costa; Costa J. D.; INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE ESGOTODOMÉSTICO TERCIÁRIO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE PIMENTA MALAGUETA. 2012.
10. REBELO, M. M. P. S. ; SANTOS NETO, A. G. ; VASCONCELOS, S. M. ; FERREIRA, I. V. L. ; BARBOZA, M. G. . Segregação e tratamento de águas Cinzas e Negras: Estudo de Caso em uma Residência Unifamiliar. In: XXXIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2012, Salvador.
11. SPERLING, M.V E. MOTA S.B (Cordenadores) ;Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção. Projeto Prosab, 2009.