



EMPREGO DE FILTRO BIOLÓGICO DE AGUAPÉ NO TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE PROCESSAMENTO DE FRUTAS E HORTALIÇAS

Mikaela R. de PÁDUA¹; Sindynara FERREIRA²; Éder C. dos SANTOS³; Taciano B. FERNANDES⁴; Odilon F. de OLIVEIRA NETO⁵

RESUMO

O processamento de alimentos demanda o uso de água potável que muitas vezes são lançadas a curso d'água sem tratamento. O objetivo foi avaliar a água residuária do PFH do Câmpus Inconfidentes, através do filtro com aguapé de acordo com a Deliberação Normativa Conjunta N° 1. O filtro de aguapé apresentou desempenho e pode ser indicado para tratamento de águas residuárias proveniente de PFH, com exceção ao parâmetro de fósforo total.

INTRODUÇÃO

O processamento de alimentos implica cada vez mais na exploração de recursos hídricos, ao qual se faz necessário o tratamento do efluente gerado, antes do lançamento ao curso d'água.

O Processamento de Frutas e Hortaliças, PFH, demanda de grande utilização de água potável, uma média de 5.000 litros diários para processamento dos

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes/MG. E-mail: miihpadua@gmail.com

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes/MG. E-mail: sindynara.ferreira@ifsuldeminas.edu.br

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes/MG. E-mail: ederclementino@gmail.com

⁴ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes/MG. E-mail: taciano.fernandes@ifsuldeminas.edu.br

⁵ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes/MG. E-mail: odilon.franca@ifsuldeminas.edu.br

alimentos, bem como a limpeza do local. Parte dessa água é despejada diretamente ao rio Mogi Guaçu, que passa nas delimitações do Câmpus.

A utilização de filtros biológicos é uma alternativa sustentável de recuperação de águas. Destaca-se o aguapé, *Eichhornia crassipes*, que “se alimenta de poluição”.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no PFH da Fazenda-Escola do IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes/MG. O sistema *wetland* foi construído constando dois níveis intercalados. Sendo: filtro A, equivalência da interligação dos tanques 1 e 4; filtro B, equivalência da interligação dos tanques 2 e 5 e filtro C, equivalência da interligação dos tanques 5 e 6. Quanto aos níveis foram dois, sendo o primeiro a equivalência dos tanques 1, 2 e 3 e o segundo sendo a equivalência dos tanques 4, 5 e 6.

Cinco indivíduos de macrófitas foram incorporadas em cada tanque do sistema antecedendo a um mês do início das análises. As plantas possuíam um comprimento de raiz de 13 centímetros, um número de 5 pecíolos e peso médio de 150 gramas.

As amostras foram coletadas em 7 pontos, sendo a saída de efluente bruto e a saída de água de cada tanque duas vezes na semana, durante o mês de dezembro do ano de 2014. Foram analisados os seguintes parâmetros: condutividade elétrica (Conduvímetero mCA 150), cor pelo método espectrofotométrico (Colorímetro Plus, Alfa Kit), sólidos totais dissolvidos (Conduvímetero Digital mCA 150), turbidez (Turbidímetro, Hanna, HI 93773), pH (Peagâmetro digital, Hanna HI 2221), fósforo total realizado pelo método descrito no Standard Methods (APHA, AWWA, WEF, 1992), nitrogênio amoniacal determinado pelo método Kjeldahl (Cotta et al., 2006), demanda química de oxigênio, com a utilização de membrana de íon seletivo (Oxímetro Alfa Kit, AT 170), além de características de crescimento da raiz (verificado por uma regra graduada), peso (verificado através de balança digital), número de indivíduos e desenvolvimento de pecíolo das plantas (realizado por contagem).

O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC) e os dados foram analisados utilizando o *software* computacional *Microsoft Excel*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 temos a relação percentual de ganhos na planta, sendo que para crescimento de raiz o tanque 3 C foi o que apresentou maior crescimento e para massa fresca da planta de aguapé o tanque 4 A. Este crescimento ocorreu pois os tanques 3 e 6 recebiam menos luz de acordo com a localização próxima a um arbusto e menor disponibilidade de fósforo, visto que a raiz cresce para buscar o nutriente no fundo do tanque.

Tabela 1 - Relação percentual dos parâmetros físicos finais de crescimento do aguapé. IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes/MG 2015.

Tanque	Ganho de peso	Crescimento de raiz	Aumento de pecíolos
1 a	21,1	84,6	148
4 a	66,1	126,2	164
2 b	49,3	52,3	192
5 b	55,2	69,2	276
3 c	48,0	160,0	192
6 c	46,1	118,5	224

Na Tabela 2 encontra-se os valores médios da amostra bruta e para cada parâmetro analisado que corresponde à média de triplicata do sistema por nível, onde para cada filtro foi estabelecido a média de cinco coletas no mês de dezembro do ano de 2014.

Tabela 2 – Relação de valores médios da água residuária bruta e dos resíduos, em triplicata, por nível para cada parâmetro analisado no sistema. IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2015.

Parâmetro	Valor médio bruta	Nível	Valor médio da triplicata
Condutividade elétrica	157,66 $\mu\text{S cm}^{-1}$	1°	126,39
		2°	105,26
Sólidos totais dissolvidos	79,31 mg L^{-1}	1°	63,15
		2°	55,84
Fósforo total	105,26 mg L^{-1}	1°	18,61
		2°	21,05
pH	7,24	1°	6,61
		2°	6,59
Cor	0 mg Pt L^{-1}	1°	50,92
		2°	51,94
Turbidez	0 NTU	1°	16,97
		2°	17,31
DQO	102,38 mg L^{-1}	1°	87,08
		2°	82,70
Nitrogênio amoniacal	0,0056 % (v/v)	1°	0,006733
		2°	0,004867

Não há referência aos limites de condutividade em efluentes, entretanto Esteves (1998) esclareceu que a condutividade elétrica reflete a concentração de íons dissolvidos. Ainda na tabela, podemos observar que o 1º nível (tanques 1, 2 e 3) apresentou a média de remoção quando comparado com a amostra bruta de 19,84% e quando comparado ao 2º nível (tanques 4, 5 e 6) com o 1º pode-se observar remoção média de 16,96, levando em consideração como 100% o valor de 126,4 retirando-se assim o que já fora removido no primeiro nível, de diminuição da condutividade elétrica, totalizando remoção média de 33,43%, nível 1 e nível 2 interligados em comparação à bruta.

A referência aos limites de sólidos totais dissolvidos (STD) em efluentes estabelece o valor máximo de 500 mg L⁻¹. A água residuária do setor do PFH se enquadra ao limite antes mesmo do tratamento, com média de 79,31 mg L⁻¹. O 1º nível (tanques 1, 2 e 3) apresentaram a média de remoção de sólidos totais dissolvidos quando comparado com a amostra bruta de 20,38% e quando comparado ao 2º nível (tanques 4, 5, e 6) com o 1º podemos observar remoção média de 11,55%, levando em consideração como 100% o valor de 63,1, retirando-se assim o que já fora removido no primeiro nível, totalizando uma remoção média de STD de 29,58%.

De acordo com o limite de lançamento (0,1 mg L⁻¹) estabelecido pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 1 de 05 de maio de 2008, o fósforo total apresentou-se fora do permitido, havendo o não esperado, acúmulo do mesmo no sistema. O 1º nível (tanques 1, 2 e 3) apresentou a média de acúmulo de 192,59% quando comparado com a amostra bruta. Quando comparamos o 2º nível (tanques 4, 5 e 6) com o 1º, podemos observar uma remoção de 35,55%, levando em consideração como 100% o valor de 0,52 mg L⁻¹ retirando-se assim o que já fora removido no primeiro nível, neste caso acumulado, totalizando média final de 88,58% de aumento na concentração de fósforo total.

Estes valores negativos indicam o acúmulo de fósforo total, sugerindo que o fósforo presente se encontra em forma inorgânica que pode ser justificado devido ao detergente utilizado na higienização do local e aos resíduos de fertilizantes em alimentos processados devido a pré-lavagem, conforme já citado por Harper (1992), além da interferência climática, como exposição à chuva (Cetesb, 2015). Contudo o

sistema demonstra tendência à redução, indicando que a inserção de mais níveis devem reduzir a carga de fósforo total na água.

O padrão de lançamento de pH é de 6,0 a 9,0. A água residuária do setor do PFH se enquadra ao limite antes mesmo do tratamento, com média na faixa de 7,24. Ainda na tabela 2 podemos observar que o 1º nível (tanques 1, 2 e 3) apresentaram a média de variação quando comparado com a amostra bruta de 8,68% e quando comparamos o 2º nível (tanques 4, 5 e 6) com o 1º podemos observar uma variação média de 0,25 (levando em consideração como 100% o valor de 6,61 retirando-se assim o que já fora variada no primeiro nível) de diminuição pH totalizando assim uma remoção média de 8,91%.

A água residuária do setor do PFH se enquadra ao limite de cor estabelecido pela Deliberação Normativa antes mesmo do tratamento, entretanto dentro do sistema este parâmetro obteve um aumento na média para 50,92 mg Pt L⁻¹ no 1º nível ainda se mantendo enquadrado ao limite estabelecido, e obteve um aumento considerável para 51,94 mg Pt L⁻¹ no 2º nível, permanecendo ao limite estabelecido pela cor verdadeira de até 75 mg Pt L⁻¹. Vale ressaltar que o sistema construído estava sobre interferência climática e durante o período de coleta (dezembro/2014) tivemos dias chuvosos.

O mesmo ocorreu para o parâmetro de turbidez. A água residuária do PFH se enquadra ao limite de turbidez de até 100 UNT antes mesmo do tratamento, entretanto obteve aumento da média para 7,05 UNT no 1º nível, mas reduziu para 3,68 UNT no 2º nível, ainda se mantendo enquadrado ao limite estabelecido. Esse aumento justifica-se pela interferência climática ao sistema, visto que o mesmo estava exposto a chuva. Mess (2006) obteve aumento de turbidez aos meses de precipitação em tratamento por aguapé de efluente de frigorífico e matadouro.

A Normativa estabelece para DQO o limite até 180 mg L⁻¹, ou tratamento com eficiência de redução em, no mínimo, 70% ou média anual igual ou superior a 75%. A água residuária do setor do PFH se enquadra ao limite antes mesmo do tratamento. O 1º nível (tanques 1, 2 e 3) apresentou a média remoção de 14,95% quando comparado com a amostra bruta. Quando comparamos o 2º nível (tanques 4, 5 e 6) com o 1º, podemos observar uma remoção de 4,87% (levando em consideração como 100% o valor de 87,1 mg L⁻¹ retirando-se assim o que já fora removido no primeiro nível), totalizando uma média final de 19,09% de remoção na concentração de DQO.

Para nitrogênio amoniacal estabelece o limite de até 20 mg L⁻¹, indicando que a água residuária antes e depois do tratamento atende ao limite estabelecido. O 1º nível (tanques 1, 2 e 3) apresentou a média de acúmulo de 20,24% quando comparado com a amostra bruta. Quando comparamos o 2º nível (tanques 4, 5 e 6) com o 1º, podemos observar uma remoção de 22,94% (levando em consideração como 100% o valor de 0,0067 mg L⁻¹ conforme o que já fora acumulado no primeiro nível), totalizando uma média final de 7,35% de redução na concentração de nitrogênio amoniacal. Mess (2006) obteve redução média de 11% de nitrogênio amoniacal em tratamento por aguapé de efluente de frigorífico e matadouro.

CONCLUSÕES

O filtro de aguapé pode ser empregado em conjunto com sistemas *wetlands* para tratamento de águas residuárias provenientes de unidades de processamento de frutas e hortaliças por adequá-las aos padrões de lançamento estabelecidos pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 1 de 05 de maio de 2008. Novos estudos deverão ser realizados com o intuito de elucidar diferentes tempos de detenção hidráulico ao utilizado e complementar etapas para remoção de fósforo.

REFERÊNCIAS

- APHA – American Public Health Association, AWWA – American Water Works Association, WEF – Water Environment Federation. Standard methods for the examination of water and wastewater. 18th ed. Washington: APHA, 1992.
- CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Águas superficiais: variáveis de qualidade das águas. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/34-variaveis-de-qualidade-das-aguas>>. Acesso em 12 de abril de 2015.
- COPAM/CERH - Conselho Estadual de Política Ambiental/Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Deliberação Normativa Número 1 de 13 maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e padrões de lançamento de resíduos, e dá outras providências. 2008.
- COTTA, J. A. O., SALAMI, F. H., MARQUES, A. R., RESENDE, M. O. O., LANDGRAF, M. D., Validação do método para determinação de Nitrogênio Kjeldahl. Revista Analytica, Nº 26, Dezembro 2006/Janeiro 2007.
- ESTEVES, F.A. Fundamentos de limnologia. 2. Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602 p.
- HARPER, D. M. *Eutrophication of freshwaters: principles, problems, and restoration*. London: Chapman & Hall, 1992. 327 p.
- MESS, J. B. Uso de aguapé (*Eichhornia crassipes*) em sistema de tratamento de efluente de matadouro e frigorífico e avaliação de sua. Cascavel, 2006.