FILTRO INTERMITENTE COM ENCHIMENTO DE GEOTEXTIL PARA RECUPERAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA CINZA EM UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR PARA USOS DOMÉSTICOS NÃO POTÁVEIS

Tamires da Silva Cordeiro¹; Eduardo Henrique Borges Cohim Silva²;

1. Bolsista PIBIC/CNPq, Graduanda em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail:

tamirescordeiro@yahoo.com.br

2. Orientador, Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail:

edcohim@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE: Reuso; Água Cinza; Risco.

INTRODUÇÃO

A água desde os primórdios tem a sua função destinada a suprir a necessidade humana, a higiene, dessedentação e a agricultura incipiente. Posteriormente foi utilizada como um meio para locomoção e fins energéticos. A água tem se tornado um bem restritivo devido a sua desigual distribuição e ao grande aumento de assentamentos urbanos acentuando de forma contínua a contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

A preocupação cresce devido à necessidade de suprir esta demanda cada vez mais diminuta. Reusar a água é aproveitar a água residuária após a sua recuperação, através da remoção ou não de parte dos resíduos por ela conduzida devido ao uso anterior, e usá-la outra vez em aplicações menos exigentes que o primeiro uso, encurtando assim o ciclo da natureza em favor do balanço energético. (Metcalf & Eddy, 2003). Para que esta possa ser utilizada, deve-se levar em consideração a saúde pública, ou seja, os possíveis riscos que as pessoas terão após entrarem em contato com a água, uma vez que não está isenta de contaminação. A água cinza pode apresentar grandes quantidades de microrganismos, tais como bactérias, vírus, protozoários e helmintos. Esses, quando patogênicos, podem usar a água como veículo para disseminação de graves doenças, principalmente, em crianças, grávidas, idosos e imunocomprometidos. Os microrganismos são introduzidos nas águas cinza por meio do banho e da lavagem das mãos, de alimentos e de roupas fecalmente contaminados (Gonçalves *et al.*, 2006;).

As análises probabilísticas desses possíveis contaminantes são feitas através da Avaliação Quantitativa de Riscos Microbiológicos (AQRM), que é uma ferramenta que auxilia na estimativa de risco de infecção, doença ou morte em decorrência da exposição a patógenos. (GERBA *et al.*, 2002).

METODOLOGIA

A iniciação científica faz parte de um projeto de pesquisa da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) financiado pelo CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), que se trata de um Grupo de Pesquisa em Saneamento Sustentável. A pesquisa foi iniciada em agosto de 2016 e foi desenvolvida em uma residência unifamiliar de alto padrão situada na cidade de Feira de Santana, onde se encontra implantada a Estação de Tratamento de Água Cinza (ETAC).

A estação de tratamento de água cinza (ETAC) localiza-se no pavimento térreo, no fundo da residência ocupando uma área total de 11 m². Nesta casa residem quatro pessoas com faixa etária entre 1 ano a 45 anos. Neste trabalho foi aplicada a ferramenta AQRM. O tipo de reuso é o não potável para fins domésticos, ou seja, a água

proveniente do banho, do lavatório e da máquina de lavar definida como Água Cinza, foi reutilizada pós-tratamento em lavagem de piso, descarga sanitária e irrigação.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

É possível observar na Figura 1 que há uma superposição na distribuição das características microbiológicas entre as águas cinza bruta e água cinza tratada. Através de uma análise estatística foi feito um Teste de Hipóteses para a Diferença entre duas médias, analisando desta forma se a ETAC promoveu tratamento ou não no presente estudo. Através do programa Excel, foi calculado o valor de “P”, definido como probabilidade de erro, ou seja, a chance dessa diferença entre as médias ser devido ao acaso ou realmente foi efeito do tratamento. A diferença entre as médias da Água Cinza Bruta e Tratada foi significativa do ponto de vista estatístico para $\alpha=0,05$, ou seja, o tratamento realizado pela ETAC teve 94,5% de eficiência na capacidade em remover a bactéria E.Coli.

No entanto é possível verificar na tabela que em alguns dias esse tratamento praticamente não obteve êxito, esses dias são explicados pelo uso da máquina de lavar que possui uma vazão média de 103 L por ciclo sobrecarregando a ETAC no momento que é utilizada, influenciando negativamente na ETAC, portanto recomenda-se inserir antes da entrada da ETAC um tanque de equalização, para que a vazão dentro da estação seja controlada..

Figura 1: Resultados de E.Coli na Água Cinza Bruta e Água Cinza Tratada.

A Tabela 1 permite uma comparação dos resultados de E.Coli nas águas cinza obtidas em outras pesquisas com as do presente estudo. Os resultados do autor comparados com o de Pasin (2013) são similares, e isso é explicado porque é proveniente da água cinza, já o valor encontrado por Hora (2017) não se assemelha por pertencer à água de chuva, portanto a Água da chuva apresenta menor risco de infecção do que a Água cinza. Observa-se também que os resultados de Pasin são mais conservadores, pois a mesma considerou que os todos os microrganismos atuam com patogenicidade.

Tabela 1: Comparação de *E.Coli* para diferentes fins

Finalidade de reuso	Resultados do autor (Água Cinza)	PASIN, D. B (2013) (Água Cinza)	HORA, J. S. (2017) (Água de Chuva)
Irrigação	4,55E-03	3,05E-02	-

Descarga	4,55E-03	2,6E-01	1,18E-06
Lavagem de Piso	4,55E-03	2,28E-03	-

Nas diretrizes da OMS, três organismos patogênicos são adotados como índice: *Campylobacter* (bactéria), *Cryptosporidium* (protozoário), Rotavírus (vírus). O valor de risco aceitável recomendado pela OMS é igual a 1 μ DALY. A tabela 2, expressa os resultados destes microorganismos em diferentes cenários com percentis em 90%, ou seja, 90% dos resultados se situam nesse ponto ou abaixo dele.

Tabela 2: Resultados em DALY com os percentis em 90%

Microorganismos	Irrigação	Descarga	Lavagem de Piso
Campylobacter	2,50E-05	4,88E-05	7,87E-05
Cryptosporidium	8,16E-08	1,54E-07	2,26E-07
Rotavírus	3,30E-04	5,74E-04	7,64E-04
TOTAL	3,55E-04	6,23E-04	8,43E-04

Fonte: Dados do autor (2017).

Observa-se na tabela 2 que para os valores de percentis a 90%, o *Cryptosporidium* individualmente, para todos os usos, apresenta risco inferior ao valor de referência da OMS, 10E-6 DALY por pessoa por ano, ou seja, riscos menores de infecção aos usuários. Já para *Campylobacter* e Rotavírus, os valores apresentados excedem ao da diretriz da OMS. Porém, o risco maior nestes três cenários se deve ao Rotavírus e sendo mais preciso em lavagem de piso. Segundo Ottoson (2003), o maior risco emana dos rotavírus que é excretado em elevados números em comparação com os outros agentes patogênicos.

Tabela 3: Resultados em DALY com os percentis em 50%

Microorganismos	Irrigação	Descarga	Lavagem de Piso
Campylobacter	7,86E-07	1,87E-06	2,43E-06
Cryptosporidium	2,29E-09	5,32E-09	7,04E-09
Rotavírus	1,15E-05	2,61E-05	3,51E-05
TOTAL	1,23E-05	2,79E-05	3,75E-05

Comparando os valores entre as tabelas 4 e 5, é possível observar que houve diferença entre os resultados finais entre os percentis de 90% e a mediana.

A OMS utiliza como padrão, o uso da mediana para as avaliações, pois é o valor médio de uma distribuição ordenada, o qual apresenta o mesmo número de valores abaixo e acima desse valor e neste caso, a tabela que dispõem dos valores das medianas apresentou resultados mais favoráveis em relação aos apresentados com percentis em 90%. Na tabela 4, a avaliação conjunta dos microrganismos nos três diferentes cenários mostra que o risco excede um pouco apenas ao valor de referência da OMS, 10E-6 DALY por pessoa por ano. Esse tratamento deveria promover uma remoção de microrganismos em 1 unidade logarítmica, resultando num risco conjunto para os três usos de 3,75E-06, inferior, portanto, ao recomendado pela OMS.

Esse resultado pode ser comparado ainda com o impacto de outros fatores de risco no Brasil, medidos em termos de DALY e mostrados na Tabela 3. É possível observar que o impacto resultante do uso da água cinza diante dos cenários expostos, é bem menor

em relação aos fatores de risco apresentados, como acidente de trabalho e homicídio, por exemplo.

Tabela 4: DALY para outros fatores de risco no Brasil

Acidente em Transporte	Acidente de Trabalho	Homicídio	Câncer
6,60E-02	1,20E-02	1,00E-01	8,50E-02

Fonte: Cohim et.al. 2012

CONCLUSÃO

O sistema de reúso de águas cinza estudado demonstrou uma eficiência considerável em remoção de E.Coli, utilizando um sistema anaeróbio e aeróbio, o tratamento apresentado pela ETAC teve 94,5% de eficiência na capacidade em remover a bactéria E.Coli.

Comparando os resultados do presente estudo com outros autores, é perceptível que a água de chuva apresenta menos riscos em relação a água cinza. Pelos resultados obtidos pode-se concluir que o resultado mais crítico foi do Rotavírus, ou seja, é o organismo de referência para AQRM.

Pode-se concluir que nas condições testadas a ETAC apresentou restrições em seu tratamento, porém essa baixa eficiência ocorreu pela sobrecarga da ETAC. Para atendimento conjunto dos usos analisados, evidenciou-se que a ETAC não proporcionou o grau de tratamento que deveria, porém esteve muito próximo, atentando ao nível de risco sugerido pela OMS que é bastante restritivo. Recomenda-se, para a sua melhor utilização, dimensionar a ETAC e inserir um tanque equalizador para controle da vazão.

REFERÊNCIAS

- HAAS C. N.; ROSE J. B, GERBA, C.P. Quantitative microbial risk assessment. New York: John Wiley & Sons, 1999, 449p.
- GERBA, C.P.; PEPPER, I.L., WHITEHEAD, L.F.A risk assessment of emerging pathogens of concern in the land application of bio solids. *Water Science and Technology*. 46, n. 10, 2002, p. 225-230
- METCALF & EDDY. Wastewater Engineering – Treatment and Reuse. 4 ed. New York: McGraw Hill, 2003.
- OTTOSON, J. and Stenström, T.A. (2003) Faecal contamination of greywater and associated microbial risks. *Water Research*, 37, pp. 645–655.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. 3rd Drinking Water Guidelines, 2004.
- GONÇALVES, R. F. et al. Gerenciamento de águas cinzas. In: GONÇALVES, Ricardo Franci (Coord.). *Uso racional da água em edificações*. 1.ed. Rio de Janeiro: ABES, 2006.
- COHIM, E. (s.d.). Tratamento Local de Água Cinza para Reuso: Avaliação do Impacto na Saúde. *AIDIS*, 2012.
- PASIN, Débora Brunheroto. Avaliação quantitativa de riscos microbiológicos (AQRM) associados à E. coli em águas cinza. 2013. 53 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia, 2013.
- HORA, Jálvaro Santana. Avaliação de risco microbiológico para aproveitamento de água de chuva para usos domésticos. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Feira de Santana, 2017.