

ANÁLISE DE DISPERSÃO DO AEROSSOL DA DESCARGA SANITÁRIA PARA O APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE REÚSO

¹Antonio Herick Cunha dos Santos; ²Hamilton de Araújo Silva Neto; ³Pâmila Suelen Carvalho Adôrno; ⁴Vanessa Silva Santos; ⁵Eduardo Borges Cohim

RESUMO - Em meio a atual conjuntura, é necessário pensar em soluções para usos mais sustentáveis dos recursos hídricos. Uma das alternativas é o reúso da água, com o objetivo de ser empregada em atividades que não exijam a sua potabilidade. Fazendo uma análise dos possíveis locais que podem ser utilizados a água de reúso, surge o uso em descarga de vasos sanitários, uma questão bastante importante nesse escrito é a quantidade de aerossol ingerido ao se dá a descarga. Nesse intuito o trabalho teve como objetivo principal avaliar a taxa de ingestão através da inalação de aerossóis no momento da descarga do vaso sanitário. Os resultados mostraram que a taxa de ingestão é baixa pois os aerossóis que ultrapassam a altura de 100 cm do chão são muito poucos o que pode conotar um baixo risco ao reúso de água cinza na descarga do vaso sanitário.

ABSTRACT -. In the midst of the current situation, it is necessary to think of solutions for more sustainable uses of water resources. One of the alternatives is the return of water, with the objective of being used in activities that do not demand its potential. Making an analysis of the possible locations that can be used in reused water, outbreak or use in flushing toilets, a very important issue in this case is the amount of ingested aerosol that can cause a flush. In this case, the main objective of the study was to evaluate the rate of ingestion through inhalation of aerosols at the time of flushing the toilet. The results shown in the intake rate are low, as aerosols exceed the height of 100 cm from the floor, are very low or can reach a low risk when returning to gray water in the toilet flush.

Palavra-chave: reúso, água, descarga.

Antonio Herick (UEFS, Rua Fidel Castro, 75 98800-6332, herickengcivil17@gmail.com)

Hamilton Neto (UEFS, Papagaio, 75 99199-6980, enghamiltoneto@gmail.com)

Pâmila Suelen (UEFS, Feira VI, 75 99176-8576, pamila.suelen@gmail.com)

Vanessa Santos (UEFS, Rua Fidel Castro, 75 99213-2787 silvasantos.vanessa015@gmail.com)

Eduardo Cohim (UEFS, Rua São Cosme e Damião, 75 99195-9399, edcohim@gmail.com)

1- INTRODUÇÃO

Devido às condições hídricas atuais no mundo, afirmar que a água é um dos bens naturais mais importantes que existe para sobrevivência humana se torna imprescindível. Um dos principais desafios da humanidade é o enfrentamento da escassez hídrica quanto ao abastecimento de água para consumo humano. Logo, é necessário pensar em medidas sustentáveis para melhorar a eficiência do uso da água. Uma das alternativas é o aproveitamento da água de reúso em atividades que não exijam padrões de potabilidade, tais como: irrigação de jardim, limpeza de áreas externas, lavação de veículos e descarga de bacias sanitárias.

Quanto ao reúso de água para descarga de bacias sanitárias, esta medida de melhoria da eficiência do uso da água se justifica pelo fato desta atividade corresponder a cerca de 27% do uso interno de água em uma residência, de acordo com Douglas Barreto (2008), se caracterizando como uma das atividades domésticas que mais exige de água. Para isso, é necessário a certificação do grau dos riscos microbiológicos desta atividade que não comprometa a saúde dos usuários das bacias sanitárias, a qual pode ser realizada através da Análise Quantitativa de Riscos Microbiológicos (AQRM).

Neste sentido, uma questão importante para análise é a quantidade de aerossol inalada por via nasal ou bucal. De acordo com David *et al.* (2012) os banheiros na utilização da descarga, com a tampa do vaso aberto produzem uma quantidade de substâncias que ficam no cômodo em forma de aerossol, podendo ocasionar doenças ao indivíduo.

2- OBJETIVO

Esse trabalho teve como objetivo geral a análise da dispersão das gotículas de água de uma descarga sanitária de duplo acionamento em um toailete doméstico, comparando o alcance dos aerossóis em diferentes alturas para os volumes de 3L, 6L e 9L da bacia sanitária.

3- METODOLOGIA

Foram feitos dois experimentos. Para a metodologia foi necessário fazer dois experimentos envolvendo a avaliação de exposição nas bacias sanitárias. Para o primeiro experimento, a avaliação da exposição do usuário após acionamento da descarga da bacia sanitária foi realizada através da contagem das gotículas de água em diferentes alturas em relação a borda da bacia sanitária. Para isso, foram posicionadas folhas de papel metro branco, com dimensão de 1 m², em quatro alturas diferentes, sendo elas: 0, 30, 60 e 100 cm, em relação a borda da bacia sanitária de duplo acionamento.

O marcador vermelho foi elaborado através da diluição de 100 gramas de anilina em um litro de água. A contagem das gotículas de água foi realizada para acionamentos da descarga de 3 e 6 litros, com 5% de marcador em ambos acionamentos, sendo assim, utilizou-se respectivamente 150 e 300 mililitros. Para cada altura foram feitas cinco repetições. Para o segundo experimento a contagem das gotículas de água foi feita em três alturas diferentes, posicionando o papel de 0,94x1 m em três alturas, tendo como marco inicial o vaso sanitário, as alturas estabelecidas foram estas: 0,2; 0,7 e 1,3 metros. Para cada teste foi realizado cinco repetições. Na altura de 0,2 metros foi realizado dois, o primeiro com 9 litros de água e 45 gramas de anilina e o segundo com 3 litros e 15 gramas de anilina. Para o de 0,7 metros ocorreu um teste com seis litros de água e 30 gramas de anilina. Para a altura de 1,3 metros foi feito dois testes, um com nove litros e outro com três litros de água, tendo respectivamente 45 e 15 gramas de anilina. A tabela abaixo descreve os testes executados.

Tabela 1 – representação dos testes executados

	3 litros	6 litros	9 litros
0,2	X		X
0,7		X	
1,2	X		X

Após ter feito os experimentos, tirou os registros fotográficos dos documentos. No segundo experimento a captura fotográfica ocorreu por meio de um celular Xiaomi Redmi note 7 com captura de até 8 milímetros. Os passos seguintes foram idênticos em todos os dois experimentos as fotografias foram padronizadas nas dimensões de 2060x2008 pixels através do *software* Photoshop Portable CS 6. A contagem das gotículas de água foi realizada através do auxílio do *software* ImageJ.

Para análise dos dados foi empregado o *test-t student* nas médias das áreas com nível de confiança de 5%, com o objetivo de verificar se existia diferença significativa entre as alturas e também entre os volumes de descarga.

4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras abaixo mostram os resultados para os testes feitos no vaso sanitário com três

litros de armazenamento. A unidade padrão de medida é o pixel e o tamanho total do papel foi padronizado em 4.284.800 pixels (2060x2080). A Figura abaixo mostra os resultados obtidos utilizando três litros de água.

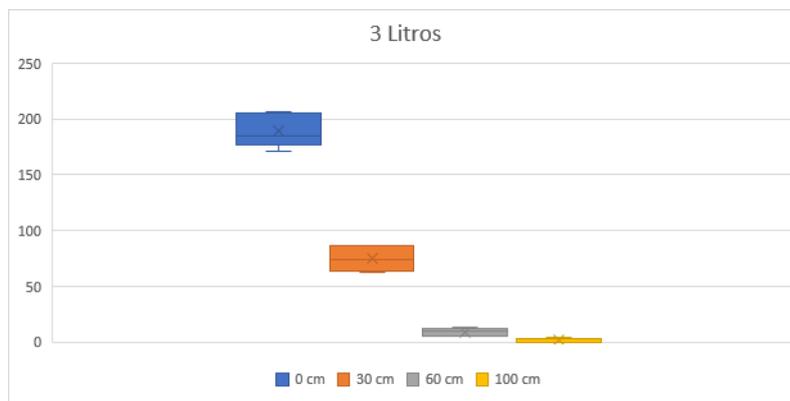


Figura 1: Área ocupada no papel em pixel com a tinta na descarga de três litros

Através dos resultados é possível perceber que há um lançamento de água no ar após a descarga e que essas gotículas conseguem atingir alturas de 1 metro, no entanto, a quantidade em um metro é muito baixa e em alguns ensaios demonstrou não haver lançamento a essa altura. Na altura de 60 cm os valores também são baixos, no entanto, em todos os ensaios demonstrou sempre haver gotículas nessa altura. Em 30 cm e 0 possuem uma quantidade considerável já que nenhum resultado chegou a zero e é visível através da Figura 1 que os valores aumentam em 30 cm e 0.

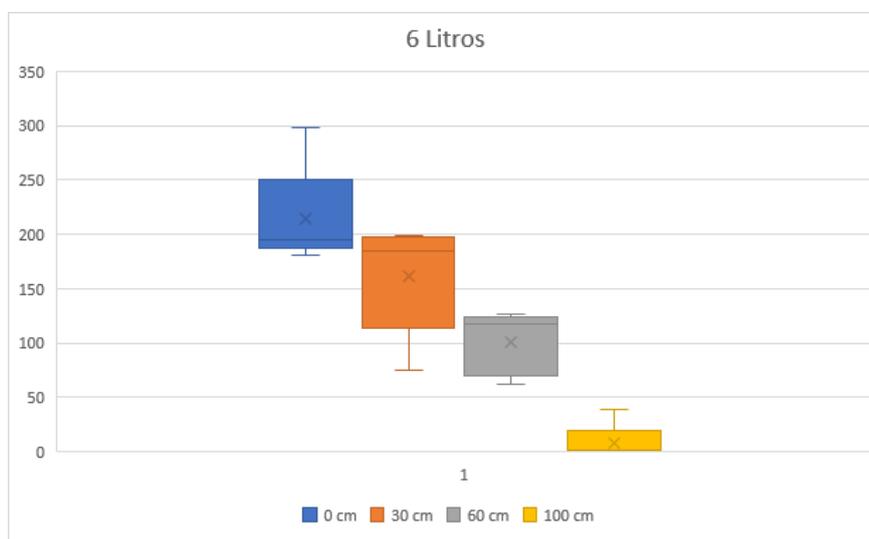


Figura 2: Área ocupada no papel em pixel com a tinta na descarga de seis litros

Com a descarga de 6L os resultados se mostraram consistente com 3L quanto a alcance em altura das gotículas de água, pois, em 1 m não houve uma quantidade considerável e alguns ensaios mostraram um valor de 0. Nas demais alturas houve sim uma presença considerável de partículas e se demonstrou possuir um volume maior que 3 L

As Figuras abaixo mostram os resultados obtidos do segundo experimento.

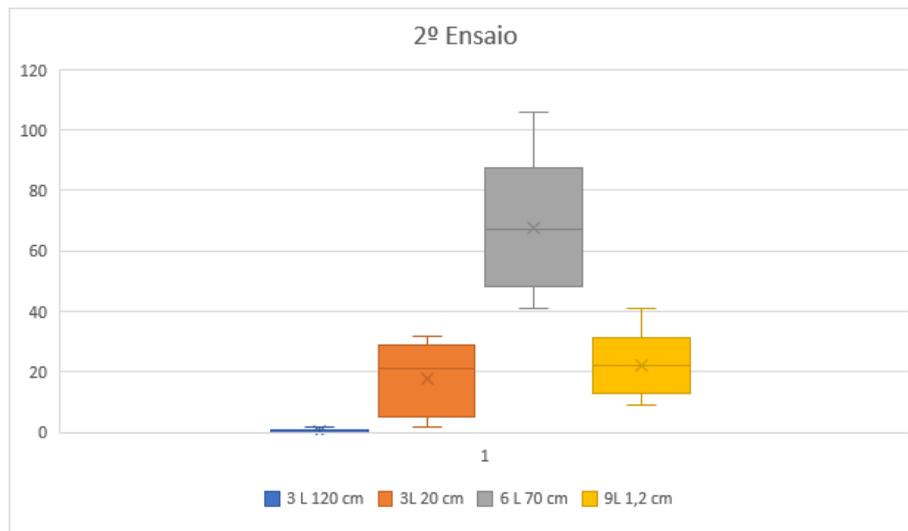


Figura 3: Área ocupada no papel em pixel com a tinta no segundo experimento

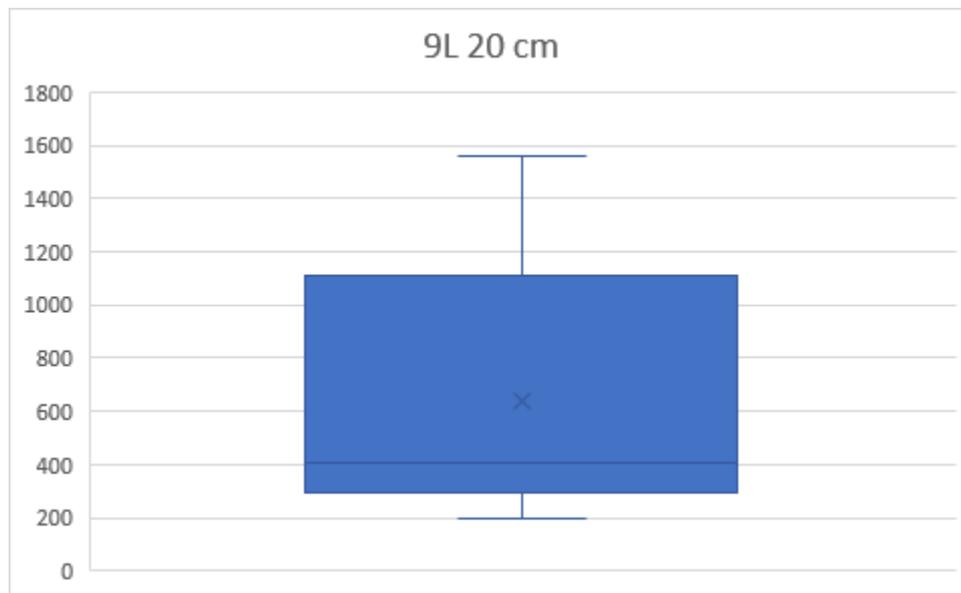


Figura 4: Área ocupada no papel em pixel com a tinta no segundo experimento para a descarga de 9 Litros a uma altura de 20 cm

O segundo experimento reforçou o fato de que a quantidade de partículas de água lançada no ambiente depende do volume de água acionado, outro fato que é importante ressaltar é que a altura acima de 1,2 m possui uma quantidade muito pequena de partículas de água independente do volume a ser acionado.

Um fato a ser ressaltado é que o experimento de 9L para uma altura de 20 cm houve um grande número de área manchada com a tinta no papel.

Com o uso dos dados acima foram feitos testes estatísticos para analisar a diferença com o nível de confiança de 5% entre as médias os resultados estão listados no quadro abaixo.

Quadro 1 – Test-t student das médias dos valores das áreas

Teste	Resultado
Mesma altura acionamento diferente	
Altura de 0 cm, diferença entre 3L e 6L	Não há diferença significativa
Altura de 30 cm, diferença entre 3L e 6L	Há diferença significativa
Altura de 60 cm, diferença entre 3L e 6L	Há diferença significativa
Altura de 100 cm, diferença entre 3L e 6L	Não há diferença significativa
Mesmo acionamento (6L) altura diferente (imediatamente superior)	
Acionamento de 6L, diferença entre 0 cm e 30 cm	Não há diferença entre as médias
Acionamento de 6L, diferença entre 30 cm e 60 cm	Não há diferença entre as médias
Acionamento de 6L, diferença entre 60 cm e 100 cm	Há diferença significativa
Mesmo acionamento (3L) altura diferente (imediatamente superior)	
Acionamento de 3L, diferença entre 0 cm e 30 cm	Há diferença significativa
Acionamento de 3L, diferença entre 30 cm e 60 cm	Há diferença significativa
Acionamento de 3L, diferença entre 60 cm e 100 cm	Há diferença significativa

Com o auxílio do Quadro 1 e da Figura 1 é possível perceber que ao chegar na altura do chão de 100 cm a quantidade de partículas é pequeno, apesar de sua existência, e que possui uma variação considerável da mesma para a altura de 60 cm.

Entre os acionamentos não há muita diferença entre as alturas extremas (0 cm e 100 cm) no entanto o teste mostrou a existência da diferença entre as alturas medianas (30 cm e 60 cm).

No acionamento de 6L a única altura que apresenta diferença significativa entre ela e a altura imediatamente superior é a de 60 cm para 100 cm. No entanto, na bacia sanitária com acionamento de 3L apresentou diferença significativa entre todas as alturas.

Fazendo um estudo com base em resultados de outros autores, como Cohim (2012) que fazendo experimento com a água cinza, obteve valor de $6,20 \times 10^{-7}$ DALY.pppa⁻¹. Enquanto o experimento de Jálvaro da Hora (2017) realizado com água da chuva conseguiu o resultado de $1,40 \times 10^{-7}$ DALY.pppa⁻¹. Mesmo o resultado de Jálvaro estando com o resultado melhor, até mesmo porque foi usada uma água com melhor qualidade, chegasse a um denominador comum, pois todos os resultados podem ser utilizados para uso do vaso sanitário.

5- CONCLUSÃO

Torna-se possível concluir que é muito pouco provável que o usuário do vaso sanitário tenha uma ingestão através das vias aéreas (boca e nariz), pois os resultados mostraram que a quantidade de gotículas que saem do vaso sanitário é muito pequeno, tornando uma possibilidade viável de fazer o reúso de água cinza na descarga de vaso sanitário. No entanto, há uma possibilidade de contato com a pele do usuário, podendo haver uma contaminação através da epiderme, sendo necessária uma avaliação de risco microbiológico levando em consideração essa forma de contaminação.

É importante ressaltar que é válido para trabalhos futuros analisar os tipos de fluxo dos vasos sanitários, pois, a depender desses, pode haver um lançamento maior ou menor de partículas de água no ar.

AGRADECIMENTO

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angústia e por ter me dado a chance de ter chegado até aqui e concluído este trabalho. Agradeço à Instituição por todo o suporte com todos os materiais necessários para a realização do mesmo, que permitiu que esta obra fosse realizada. Agradeço a toda a equipe que esteve envolvida na produção da obra, em especial a Eduardo Cohim. Agradeço a todos aqueles que, diretamente ou indiretamente, influenciaram na realização desta obra. As pessoas com quem convivi nesses espaços ao longo desse ano. A experiência de uma produção

compartilhada na comunhão com amigos nesses espaços foram a melhor experiência da minha formação acadêmica. Agradeço também a toda minha família, assim como meus amigos e colegas por todo incentivo e suporte. E por fim quero agradecer as minhas avós e ao meu avô (*in memoriam*) por sempre acreditarem em mim e na realização dos meus sonhos.

6- REFERÊNCIAS

Barreto (2008). Perfil do Consumo Residencial e Usos Finais de Água. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 23-40.

Cohim (2012), E. Tratamento local de água cinza para reúso: Avaliação do impacto na saúde. In: II Congresso Baiano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Feira de Santana. Anais do II COBESA.

David L. Johnson *et al* (2012). , **Levantando a tampa do aerossol da sanita: uma revisão de literatura com sugestões para pesquisas futuras**

Figueirêdo (2018); Sousa (2018). A importância da reutilização de águas cinza em domicílios. CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, Recife.

Hora *et al* (2018), A. Quantitative Microbial Risk Assessment (QMRA) of Campylobacter for Roof-Harvested Rainwater Domestic Use.