

**“O FATOR EXPOSIÇÃO PARA A ANÁLISE DE RISCO MICROBIOLÓGICO
DE DESCARGA DE VASO SANITÁRIO; UMA CONTRIBUIÇÃO
METODOLÓGICA”**

Jony Cley Rodrigues da Silva Cruz⁽¹⁾

Graduando em Engenharia civil pela universidade Estadual de Feira de Santana.

Eduardo Henrique Borges Cohim Silva⁽²⁾

Doutorado em Energia e Meio Ambiente (2011), mestrado em Tecnologias Limpas (2006) e graduação em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal da Bahia (1983)

Endereço⁽¹⁾: R. Jean Félix, 250 - Tomba, Feira de Santana - BA, CEP: 44092-452 – Brasil – Tel: (75) 98298-4991 – e-mail: jonycley10@gmail.com

Endereço⁽²⁾: R. São Cosme e Damião, 421 – Santa Monica – BA, CEP: 44077-744 – Brasil – Tel: (75) (75)9227-0770 – e-mail: edcohim@gmail.com

RESUMO

A água cinza é uma boa alternativa para reduzir o consumo de água potável de uma residência quando empregada em descargas de vasos sanitários, os valores arbitrários comumente encontrados na literatura para a quantidade de água ingerida durante uma descarga quando comparados com dados sobre a quantidade de gotículas produzidas gera uma diferença na ordem de 10^{-7} DALY para doenças diarreicas, entretanto essa diferença não indica um risco elevado pois doenças diarreicas são de baixa gravidade, apontando um baixo risco para o reuso de águas cinzas em descargas..

PALAVRAS-CHAVE: Análise de Risco Microbiológico, Aerossol, descarga de vaso sanitário.

INTRODUÇÃO

Em grandes centros urbanos, a demanda de água apresenta crescimento desproporcional em relação à disponibilidade hídrica, que tendem a diminuir devido à invariabilidade dos recursos hídricos. Faz-se necessário à adequação da demanda de água com a disponibilidade hídrica da região (MONTEIRO, 2009)

A prática de reuso é uma alternativa, uma vez que possibilita a substituição de fontes para satisfazer demandas menos restritivas, liberando água de melhor qualidade para usos mais “nobres”, como o abastecimento doméstico (HESPANHOL, 2006).

A bacia sanitária é um dos dois maiores contribuintes do efluente doméstico e por tanto uma fonte de desperdício de água potável e dos recursos empregados em sua captação, sendo recomendado o uso de águas com um menor grau de potabilidade como as águas cinza.

Segundo o IPT 2016 as águas cinza são as águas já utilizadas em tanques e máquinas de lavar roupa, no banho e em lavatórios de banheiro. Não se incluem as águas da pia da cozinha e da bacia sanitária (ALVES E OUTROS, 2016).

As águas cinza assim como as demais águas servidas apresentam um determinado grau de contaminação química e biológica, sendo o seu uso uma rota de exposição para esses contaminantes. O presente artigo visa fazer uma análise sobre os riscos decorrentes dos usos de águas cinzas em descargas usando como base os dados sobre exposição encontrados na literatura, fazendo um adendo sobre os dados referenciados experimentalmente e aqueles adotados de forma arbitrária.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi empregada uma metodologia de uma AQRM (Análise Quantitativa de Risco Microbiológico) para se analisar as diferenças entre os diferentes valores para a ingestão durante um evento de Descarga.

Uma AQRM consiste na identificação do risco em decorrência da exposição a um microrganismo alvo. Ela comumente passa por quatro etapas:

- 3.1 Identificação do Risco
- 3.2 Avaliação da exposição
- 3.3 Análise da Dose Resposta
- 3.4 Caracterização do Risco

3.1 - Identificação do risco:

A identificação do risco consiste em encontrar o microrganismo alvo da análise. A água cinza como um efluente doméstico, não está sujeita a microrganismos que causem doenças raras ou de difícil identificação, é datado na literatura a presença de Enterobacteriaceae como a **E. COLI** e outras bactérias comuns no trato intestinal humano e no ambiente como a **LEGIONELLA**.

A **ESCHERICHIA COLI** é uma Enterobacteriaceae que se encontra comumente no intestino dos animais endotérmicos e na matéria orgânica em decomposição, ela tem um formato de bacilo e apresenta coloração azulada pelo método de coloração de Gram, sendo assim uma bactéria gram-negativa.

Por ser comum a biota dos animais endotérmicos e por ser de fácil detecção é comumente usada como indicador da presença de contaminação por coliformes fecais, apesar de comum na biota intestinal a **E. COLI** possui algumas cepas patogênicas capaz de causar diarreia aquosa e hemorrágica, essas características fizeram com que o patógeno alvo escolhido fosse a **E. COLI**.

É datada na literatura que os valores de E. COLI encontrados ao se testar a água cinza podem indicar uma maior contaminação fecal devido ao recrescimento das colônias; por esse motivo o presente artigo usou a estimativa da concentração através do indicador de coprostanol.com base no trabalho de Ottoson e Stenstrom (2003).

Ottoson e Stenstrom (2003) mediram a concentração de coprostanol em efluentes de água cinza e chegaram a conclusão 0,56 mg é a contribuição diária de coprostanol no efluente de água cinza, o que indica uma contaminação de 0,04g por pessoa no efluente de água cinza, o volume de água cinza produzido por pessoa no referido estudo foi de 64,9L.

Gerba e outros (2011) encontraram que a concentração de coliformes fecais nas fezes humanas são de $8,0E+08$ NPM/g de massa fecal, adotando-se como 80% a proporção de **E. COLI** dos coliformes fecais, a concentração de **E. COLI** por mL utilizada nesse estudo foi calculada pela equação (1), chegando ao valor de 3,94NMP/mL.

$$C_{E.Coli} = 0,8 \cdot \frac{m_f}{10^3 \cdot V_{ac}} \cdot C_{cf} \quad (1)$$

$C_{E.Coli}$: Concentração de **E. COLI** por mL

m_f : massa fecal presente na água cinza; 0,04g

V_{ac} : Volume de água cinza produzido por pessoa: 64,9L

C_{cf} : Concentração de coliformes fecais por grama de fezes: $8,0E+0$

3.2 Avaliação da exposição

A avaliação da exposição consiste em analisar as variáveis envolvidas durante o evento de exposição com o objetivo de encontrar a dose referida para um único evento de exposição. Podemos definir a dose como a quantidade efetiva do microrganismo de referência que é ingerido por um indivíduo.

Durante uma descarga em um vaso sanitário ocorre um intrincado evento da mecânica dos fluidos, a interação entre dois fluidos (o ar ambiente e a água na bacia); a água que escorre pela bacia em contato com o ar produz uma corrente de ar que desce ao fundo da bacia que ao se chocar com o fundo produz um efeito de vórtice que lança partículas de água contaminada para além da borda do vaso sanitário.

As mucosas nasais podem filtrar partículas pequenas com relativa eficiência até o diâmetro de $10\mu\text{m}$, partículas inferiores a essa dimensão podem adentrar o organismo, partindo da suposição que uma bactéria ou vírus podem ser transportadas por partículas cujo diâmetro seja igual ou superior a sua maior dimensão; as gotículas em suspensão são uma possível fonte de contaminação microbiológica.

Li e outros (2020) em trabalho computacional demonstrou que partículas virais podem chegar até 106,5cm a partir do piso, resultado que corroboram com os trabalhos de O'Toole e outros (2009) que mediu gotículas a até 42 cm da borda do vaso sanitário. Apesar dessas alturas ainda estarem distantes da área de inalação das foças nasais, podemos considerar a contaminação ocorrendo por uma pessoa abaixada ou por uma criança pequena.

A concentração de aerossóis varia a medida que se aumenta a distância da borda do vaso sanitário e portanto mesmo quando se usam dados provenientes de experimentos essa variação não é levada em conta devido à

dificuldade em medir as concentrações a medida que a altura varia já que a maior parte das partículas produzidas são extremamente finas se concentrando entre 0 – 3 μ m segundo dados de Lai e outros (2017) apresentados na tabela (1).

Johnson e outros (2013) demonstra como o modelo de descarga influencia na produção de aerossóis que pode ser mais do que dez vezes maior em um flushometer do que em um vaso convencional (tanque) diferença essa a ser considerada para cenários de exposição. A tabela (2) apresenta a produção de gotículas para os diferentes tipos de descarga encontrada por Johnson e outros (2013).

Tabela 1 – Produção de gotículas por faixa de diâmetro

Gotas por Faixa de diâmetro				GOTAS TOTAIS/m ³	(GOTAS TOTAIS)	VOLUME (L)	PRESSÃO
>2,0 -10µm	>1,5 -2,0µm	>0,6 -1,5µm	0,3-0,6µm				
1,98E+03	8,10E+03	4,17E+04	2,46E+05	3,15E+06	287400±32700	14	400kPa
1,27E+03	6,10E+03	1,83E+04	6,18E+04	8,80E+05	80200±6900		200KPa
						VOLUME (L)	ALTURA
2,90E+02	8,00E+02	5,30E+03	8,40E+03	1,50E+05	13700±3000	10	95cm
3,80E+02	7,00E+02	5,90E+03	8,60E+03	1,59E+05	14500±2100		46cm

Tabela 02 – Produção de gotículas para os diferentes tipos de descargas

Tipo de descarga	Volume (l)	Gotas Totais	Desvio Padrão	Gotas/ m³
PAT, high-volume flush	4,9	4,05E+04	±1955	3,12E+06
Pre-FEPA gravity flow	13,3	5,44E+04	±6764	5,44E+06
HET, low volume- flush	3,8	8,22E+03	±616	6,85E+06
Flushometer	5,3	1,45E+05	±8325	1,34E+07
PAT, low-volume flush	4,2	2,58E+04	±1855	1,98E+06
HET, high volume flush	4,9	1,06E+04	±1060	8,85E+05

Dados extraídos de Johnson e outro (2013)

Devido as partículas produzidas durante a descarga se concentrarem em uma faixa de diâmetro muito pequena, sua medição apresenta dificuldades o que levou diversos autores a adotarem valores arbitrários para a quantidade de água ingerida durante um evento de descarga.

Para efeito de simplificação de cálculo foi adotado um diâmetro médio para todas as gotículas da nuvem, como uma bactéria só pode ser transportada por uma gotícula cujo diâmetro é maior igual a sua maior dimensão a concentração de gotículas consideradas no presente estudo encontram-se na faixa de 2,0 µm (Largura mínima para uma célula de E. coli) e 10µm (Tamanho onde as mucosas nasais passam a ter maior eficiência filtrante).

Visando plotar um cenário que esteja de acordo com a realidade da maioria das residências brasileiras os dados utilizados nesse estudo foram relativos ao vaso Pre-FEPA gravity flow, o vaso com tanque de dez litros localizado a 46cm da borda do vaso sanitário e os dados de O'Toole e outros (2009) que utilizaram uma descarga de acionamento único.

O'Toole e outros (2009) só conseguiram medir gotículas na faixa de 2,0µm a 3,0µm por esse motivo foi adotado um diâmetro médio de 2,5 µm para todas as gotículas da nuvem. Sem a separação por faixa adotou-se o mesmo diâmetro para os dados de Johnson e outros (2013).

Lai e outros (2017) mediram a concentração de aerossóis em faixas diferentes de diâmetro, permitindo assim uma escolha mais precisa focada apenas na faixa de diâmetros capazes de transportar o microrganismo utilizado nesse estudo. Essa faixa é a de 2,0 – 10,0µm. Essa seleção é o motivo de uma diferença de três ordens de grandeza em relação aos demais estudos.

Para se chegar a quantidade ingerida através do número de gotículas produzidas é necessário fazer-se algumas considerações, como considerar a taxa de respiração humana e uma densidade uniforme da nuvem de aerossóis tendo em vista que dados sobre sua variação encontram-se indisponíveis na literatura, a equação (2) foi utilizada para chegar a quantidade efetiva de água inalada.

$$V_i = V_a \cdot T_x \cdot t \quad (2)$$

V_i : Volume inalado

V_a : Volume de água em suspensão no ar ml/m^3

T_x : Taxa de respiração humana considerou-se 13,0L/min (USEPA, 2011) a partir do fato que ir ao banheiro não configura uma atividade extenuante.

t : é tempo de exposição de permanência no banheiro, para contemplar uma série de cenários adotou-se o tempo de permanência máximo de 300 segundos.

A quantidade de água inalada calculada através do número de gotículas esta apresentada na tabela 4. Para o cálculo efetivo da dose foi usado a equação (3); nesta equação tem uma constante que é uma taxa de redução de 50% na concentração do patógeno alvo (**E. COLI**) adotada devido ao fato de que a água ingerida por inalação não chega efetivamente ao intestino; sendo a quantidade de microrganismo que chega a área propícia para o seu desenvolvimento resultado da deglutição dos patógenos aderidos as mucosas.

$$Dose = \frac{V_i \cdot C_E \cdot 0.5}{100} \quad (3)$$

C_E : Concentração de E. Coli em águas cinzas NMP/100ML

V_i : Volume de água ingerido

3.3 Analise dose resposta

A análise da Dose resposta é uma relação entre a quantidade de micro-organismos ingeridos e a resposta em decorrência, essa resposta não se resume a casos clínicos, mas a casos assintomáticos e fatais. A relação dose-resposta para uma série de microrganismos diferentes se encontram na literatura e fogem do escopo do presente trabalho e portanto não será abordado de forma aprofundada.

A partir da análise da relação entre a dose e a resposta uma série de modelos de risco microbiológicos foram produzidos, para esse artigo adotou-se o modelo Beta-Poisson; equação (4).

$$P(d) = 1 - \left(1 + \frac{d}{\beta}\right)^{-\alpha} \quad (4)$$

$P_{(d)}$ é a probabilidade de infecção em decorrência de um único evento de exposição; d é dose referente; α e β são coeficientes calculados a partir de dados epidemiológicos que podem ser consultados na literatura especializada para α e β adotou-se 0,155 e 24400.

Após se calcular o risco para um único evento é possível calcular o risco anual através da equação (5) onde n é o número de eventos de exposição que ocorrem no período de um ano.

$$P_{anual} = 1 - (1 - P_{(d)})^n \quad (5)$$

3.4 - Caracterização do risco

A caracterização do risco é a etapa final de uma AQRM ela consiste no cálculo efetivo do risco através de um dos modelos de dose resposta disponíveis na literatura; neste estudo empregou-se a equação (2) para o cálculo do risco por evento, e a equação (3) para o cálculo do risco anual, para a padronização do resultado o valor para o risco anual foi padronizado em DALY equação (6).

$$P_{DALY} = G \cdot T \cdot P_{inf/d} \cdot P_{anual} \quad (6)$$

P_{DALY} : Risco anual em DALY

G: Gravidade da doença; 0,067 para diarreia aquosa (HOWARD E OUTROS 2006)

T: Tempo com a doença; 0,0068 anos (CHEN E OUTROS 2016)

$P_{inf/d}$: Proporção de infecções que levam a doença; 0,25(Howard E OUTROS 2006)

RESULTADOS

A Tabela 4 apresenta a quantidade de água inalada usando como base informações sobre produções de gotículas. Ao comparar-se esses valores com os encontrados na literatura encontra-se uma diferença de até três ordens de grandeza.

Sinclair e outros (2016) fez uso de ácido cianúrico químico para medir a ingestão de água produzida por sprays durante a lavagem de carros, seus estudos apesar de não focados em outras formas de aspersão de partículas como irrigação e a descarga de vasos sanitários corrobora que a ingestão por sprays é significativa, o valor provável encontrado para a inalação por spray foi de cerca de 0,06mL, ao consideramos que a quantidade de gotículas produzidas por um jato contínuo de água a alta pressão indicam que há uma superestimação nos valores comumente adotados para a ingestão.

A Tabela 5 apresenta o risco ajustado em DALY para os diferentes níveis de exposição encontrados na literatura, vale ressaltar que os cenários de baixa exposição ainda apresentam uma grande diferença em relação aos baseados em dados sobre a produção de gotículas.

Tabela 4 – Volume de água em suspensão após uma descarga com base em dados experimentais

Autor	GOTAS/m ³	Diâmetro (µm)	Volume ingerido (mL)
O'TOOLE E OUTROS (2009)	1,70E+06	2,5	9,04E-07
JOHNSON E OUTROS (2013)	5,44E+06	2,5	2,89E-06
LAI E OUTROS (2017)	3,69E+03	4,0	8,04E-09

Tabela 5 – Risco em DALY para as diferentes referências a respeito da ingestão de água

	AUTOR	INGESTÃO	RISCO (PIPA)	RISCO (DALY)
Baixa exposição	SHRESTHA E OUTROS (2017)	9,00E-03	2,04E-02	2,32E-06
	HORA E OUTROS (2007)	1,00E-02	2,26E-02	2,57E-06
Média exposição	NRMMC (2006)	3,00E-03	6,84E-03	7,79E-07
	FEWTRELL E KAY (2007)	1,00E-02	2,26E-02	2,57E-06
	HORA E OUTROS (2007)	1,00E-01	2,04E-01	2,33E-05
Alta exposição	SHRESTHA E OUTROS (2017)	1,10E-02	2,48E-02	2,83E-06
	HORA E OUTROS (2007)	5,00E-01	6,80E-01	7,75E-05
Experimentais	JOHNSON E OUTROS (2013)	2,89E-06	6,62E-06	7,54E-10
	O'TOOLE E OUTROS (2009)	9,04E-07	2,07E-06	2,35E-10
	LAI E OUTROS (2017)	8,04E-09	1,84E-08	2,09E-12

A OMS (Organização Mundial de Saúde) estabelece um limite de 10^{-4} para o risco anual para doenças infecciosas, esse risco ajustado em DALY é de 10^{-6} ; adotando esses parâmetros fica perceptível a influência dos parâmetros de ingestão adotados no resultado final do risco. O risco calculado através de parâmetros não experimentais encontrados na literatura são significativamente maiores que o baseado na produção de

gotículas. Segundo esses mesmos parâmetros a água cinza é segura para uso bruto se consideramos apenas o DALY isso ocorre pois o patógeno alvo desse estudo é de baixa periculosidade sendo o risco em decorrência de uma infecção muito pequeno.

Ao se considerar os dados baseados na produção de gotículas como os mais precisos a água cinza bruta não apresenta um alto risco ao ser empregada em bacias sanitárias, entretanto os resultados obtidos neste estudo não são o suficiente para afirmar a segurança do uso de águas cinzas em descargas, isso se dá pelas limitações do método empregado.

As limitações do método estão ligadas as características da água cinza como um efluente doméstico. A água cinza apresenta variações dependendo de alguns fatores entre esses fatores vale salientar a variação na concentração dos microrganismos na água cinza, que são influenciados pelo clima, fatores sociais e econômicos.

Essas limitações são a razão pela qual mesmo que os dados indiquem que o uso de águas cinzas em descargas é seguro não se pode afirmar esse resultado com confiança. Vírus são entes mais resistentes que bactérias e possuem um tamanho relativamente muito menor sendo mais facilmente transportados por aerossóis e portanto apresentando uma possibilidade de uma dose significativamente maior em relação a bactérias.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

Através desse estudo ficaram evidentes os indícios de que os valores comumente adotados para a ingestão durante uma descarga de vaso sanitário são em demasia elevados em relação aos valores baseados na produção de gotículas indicando uma abordagem conservadora que pode levar a uma superestimação de até oito ordens de grandeza.

Visando uma melhor abordagem na quantificação do risco este estudo recomenda o uso de dados baseados na produção de gotículas para o cálculo da quantidade água inalada, assim como aponta a necessidade de mais estudos afim de refinar essa abordagem visando solucionar incertezas como a variação dos diâmetros em função da altura assim como o tempo de suspensão das gotas.

Também é necessário levar em consideração que a água cinza apresenta matéria orgânica dissolvida assim como surfactantes que em todo o mundo têm sido substituídos por versões bio degradáveis; tal fato significa que essas substâncias iram começar a se decompor quando a água cinza for armazenada produzindo fases nocivos e mal cheirosos motivo pelo qual apesar de não oferecer um grande risco potencial a água cinza não é recomendada para uso bruto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AÍRA E. A. S., ERIVAN F. S., LEITE M. E. S., SÁ M. L. A. (2018) “Eficiência do Sistema Bioágua no Tratamento de Águas Cinzas”. *cbESF: Congresso Brasileiro dos Engenheiros Sem Fronteiras – Natal RN*.
2. ARABI M., GHAEDI M., OSTOVAN A., WANG S. (2016) “Synthesis of lab-in-a-pipette-tip extraction using hydrophilic nano-sized dummy molecularly imprinted polymer for purification and analysis of prednisolone”. *Journal of Colloid and Interface Science*, Volume 480, pp. 232-239.
3. BLANKY M., SHARABY Y., MARTÍNEZ S. R., MALKA HALPERN M., FRIEDLER E. (2017) “Greywater reuse - Assessment of the health risk induced by *Legionella pneumophila*”. *Water Research*, Volume 125, pp. 410-417.
4. CHEN, GAO, WANG, ZHOU, XU. (2016) “Health impact assessment of wastewater reuse for replenishing an urban landscape lake by disability-adjusted life year”. *Journal of Water Reuse and Desalination*, pp. 371–381.
5. FIORI, S.; FERNANDES, V. M. C.; PIZZO, H. (2006) “Avaliação qualitativa e quantitativa do reuso de águas cinzas em edificações”. *Ambiente Construído*, Volume. 6, pp. 19-30.
6. FOUNTOULAKIS M.S., MARKAKIS N., PETOUSHI I., MANIOS T. (2016) “Single house on-site grey water treatment using a submerged membrane bioreactor for toilet flushing”. *Science of The Total Environment*, Vol. 551–552 pp. 706-711.
7. GERBA C. P., TAMIMI A. H., PETTIGREW C., WEISBROD A.V., RAJAGOPALAN V. (2011) “Sources of microbial pathogens in municipal solid waste landfills in the United States of America”. *Waste Management & Research – The Journal for a Sustainable Circular Economy*;29(8): pp. 781-790.
8. GHRAIR A.M., AL-MASHAQBEH, O.A., MEGDAL S.B., (2015) “Performance of a Grey Water Pilot Plant Using a Multi-Layer Filter for Agricultural Purposes in the Jordan Valley”. *Clean Soil Air Water*, Vol. 43 pp. 351-359.
9. GONÇALVES R. F., VAZ L. O., PERES M., MERLO S. S. (2021) “Microbiological risk from non-potable reuse of greywater treated by anaerobic filters associated to vertical constructed wetlands”. *Journal of Water Process Engineering*, Volume 39, 101751.
10. GONÇALVES R. F., MARTINELLI G. S. S., WANKE R. (2010) “Reúso de águas Cinzas em Edificações Urbanas – Estudo de Caso em Vitória (ES) e Macaé (RJ)”. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica*. Vol. 3, No. 1, 120 – 131.
11. HALALSHEH M., DALAHMEH S., SAYED M., SULEIMAN W. (2008) "Grey water characteristics and treatment options for rural areas in Jordan". *Bioresource Technology* 99 pp. 6635 – 6641.
12. HAMILTON K. A., AHMED W., TOZE S., HAAS C. N. (2017) “Human health risks for *Legionella* and *Mycobacterium avium* complex (MAC) from potable and non-potable uses of roof-harvested Rainwater”. *Water Research*, Volume 119, pp. 288-303.
13. HAMILTON K. A., HAMILTON M. T., JOHNSON W., JJEMBA P., BUKHARI Z., LECHEVALLIER M., HAAS C. H. (2018) “Health risks from exposure to *Legionella* in reclaimed water aerosols: Toilet flushing, spray irrigation, and cooling towers”. *Water Research*, Volume 134, pp. 261-279.
14. HESPANHOL, I. (2006) “Água e Saneamento Básico. In: Rebouças, A. C.; Braga, B.; Tundisi, J. G. (Org). *Águas doces no Brasil*. São Paulo: Escrituras, 3, 269-324
15. HINES S. A., CHAPPIE D. J., LORDO R. A., MILLER B. D., JANKE R. J., LINDQUIST H. A., FOX K. R., ERNST H. S., TAFT S. C. (2014) “Assessment of relative potential for *Legionella* species or surrogates inhalation exposure from common water uses”. *Water Research*, Volume 56, pp. 203-213.
16. HORA J. D., COHIM E. B., SIPERT S., LEÃO A. (2018) “Quantitative Microbial Risk Assessment (QMRA) of *Campylobacter* for Roof-Harvested Rainwater Domestic Use” *Proceedings*; 2(5):185.
17. HOWARD G, PEDLEY S, TIBATEMWA S. (2006) “Quantitative microbial risk assessment to estimate health risks attributable to water supply: can the technique be applied in developing countries with limited data?”. *Journal of Water and Health*, pp. 49-65.

18. HUSSAIN F. L., VERGOTE J., IHSAN-UL-HAQ H. K., DEPUYDT V., DEPREEUW T., VAN S. W. H. H., ROUSSEAU D. P.L., (2021) "Total value wall: Full scale demonstration of a green wall for grey water treatment and recycling". *Journal of Environmental Management*, Vol. 298.
19. JAHNE, M.A., BRINKMAN, N.E., KEELY, S.P., ZIMMERMAN, B.D., WHEATON, E.A., GARLAND, J.L. (2019) "Droplet digital PCR quantification of norovirus and adenovirus in decentralized wastewater and graywater collections: Implications for onsite reuse". *Water Research*
20. JOHNSON D., LYNCH R., MARSHALL C., MEAD K. & HIRST D. (2013) "Aerosol Generation by Modern Flush Toilets" *Aerosol Science and Technology*, pp. 1047-1057.
21. KATUKIZA A.Y., RONTELTAP M., NIWAGABA C.B., KANSIIME F., LENS P.N.L., (2014) "A two-step crushed lava rock filter unit for grey water treatment at household level in an urban slum". *Journal of Environmental Management*, Vol. 133, pp. 258-267.
22. LAI, A., TAN, T. F., LI, W. S., IP, D. (2018). "Emission strength of airborne pathogens during toilet flushing. *Indoor air*," 28(1), pp. 73-79.
23. LEITE, D. B. P. & MORUZZI, R. B. (2017) "Considerações sobre os valores máximos permitidos (VMP) de E. coli em águas cinza, visando ao reuso por meio de avaliação quantitativa de riscos microbiológicos (AQRM)" *Engenharia Sanitária e Ambiental* Volume 22, pp.57-64.
24. LI, Y. WANG, J. CHEN, X. (2020) "Can a toilet promote virus transmission? From a fluid dynamics perspective". *Physics of Fluids* 32, 065107
25. MOHAMMED HASAN AL-MUGHALLES M. H., ABDUL R. R., BINTI F. S., MAHMUD M., MASTURA S. S. A., (2012) "Mosque Grey water Quality in Sana'a, Yemen". *EJGE* Vol. 17 pp. 911 – 921.
26. MONTEIRO, R. C. M. (2009) "Viabilidade técnica do emprego de sistemas tipo wetlands para tratamento de água cinza visando o reuso não potável". *Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. 84p, São Paulo.*
27. O'TOOLE, J., KEYWOOD, M., SINCLAIR, M., LEDER, K. (2009). "Risk in the mist? Deriving data to quantify microbial health risks associated with aerosol generation by water-efficient devices during typical domestic water-using activities. *Water science and technology*". *Journal of the International Association on Water Pollution Research*, 60(11), pp. 2913–2920.
28. OTTOSON, J; STENSTRÖM, T. A. (2003) "Faecal contamination of greywater and associated microbial risks". *Water Research*, Volume 37, Issue 3, pp. 645-655.
29. SANTASMASAS C., ROVIRA M., CLARENS F., VALDERRAMA C., (2013) "Grey water reclamation by decentralized MBR prototype" *Resources, Conservation and Recycling* Vol. 72, pp. 102-107.
30. SCHOEN M. E., ASHBOLT N. J., JAHNE M. A., GARLAND J. (2017) "Risk-based enteric pathogen reduction targets for non-potable and direct potable use of roof runoff, stormwater, and greywater". *Microbial Risk Analysis*, Volume 5, pp. 32-43,
31. SHRESTHA G. C., HEWAGE K., SADIQ R. (2017) "Microbial quality of reclaimed water for urban reuses: Probabilistic risk-based investigation and recommendations, *Science of The Total Environment*, Volume 576, pp. 738-751.
32. SINCLAIR M., RODDICK F., NGUYEN T., O'TOOLE J., LEDER K. (2016) "Measuring water ingestion from spray exposures". *Water Research*, Volume 99, pp 1-6.
33. U.S. EPA. (2011) *Exposure Factors Handbook*. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-09/052F.
34. VERANI M., BIGAZZI R., CARDUCCI A., (2014) "Viral contamination of aerosol and surfaces through toilet use in health care and other settings". *American Journal of Infection Control*, Volume 42, Issue 7, pp. 758-762.
35. ZANELLA, L., ALVES W. C., MARCHESI M. T. (2016) "Manual para aproveitamento emergencial de águas cinza do banho e da máquina de lavar" *Revista IPT* pp. 54-63.
36. EPHC, NRMCC, AHMC, (2006) "Australian guidelines for water recycling: managing health and environmental risks"(Phase 1), "Environment Protection and Heritage Council", "Natural Resource Management Ministerial Council, Australian Health Ministers Conference"