

1 AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DE RISCO MICROBIOLÓGICO NA ÁGUA CINZA 2 TRATADA;

3 Hamilton de Araújo silva neto¹; Eduardo Henrique Cohim Silva²

4 1. Bolsista FAPESB, Graduando em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Feira de
5 Santana, e-mail: enghamiltonneto@gmail.com

6 2. Orientador, Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-
7 mail:edcohim@gmail.com

8
9 **PALAVRAS CHAVE:** Água Cinza, Reuso, Risco

10 INTRODUÇÃO

11 A água é um recurso muito valioso e limitado, muitas cidades e até mesmo países
12 passam por problemas de escassez de água e por isso há necessidade de buscar novas formas
13 de se obtê-la, a água cinza tratada é uma destas fontes.

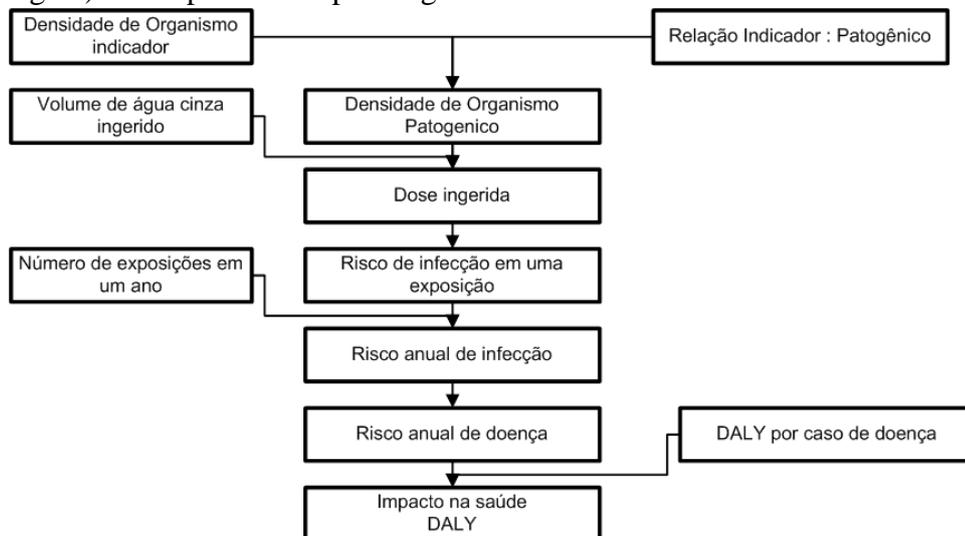
14 No entanto, há necessidade de se avaliar esta água tratada para se saber se há riscos de
15 utilizá-la ou não. “Outra razão para a separação e reuso da água cinza é que pesquisas de
16 opinião indicam maior aceitabilidade dessa corrente do que a proveniente do esgoto
17 convencional tratado” (NANCARROW et al., 2004).

18 A Avaliação quantitativa do risco microbiológico da água cinza tratada para usos não
19 potáveis é uma das formas de mostrar o potencial do uso desta e como as águas provenientes
20 de chuveiros e lavatórios possuem características que as tornam mais fáceis seu tratamento.
21 Avaliação quantitativa de risco microbiológico tem merecido aceitação no cenário
22 internacional de organizações como a OMS (Organização Mundial da Saúde), FAO (Food and
23 Agriculture Organization), Comissão Europeia, e Organização Mundial do Comércio (HAAS,
24 2002).

25 METODOLOGIA

26 Este trabalho tem como objetivo Calcular o impacto na saúde humana decorrente do
27 uso da água cinza tratada em descarga de vasos sanitários utilizando a avaliação quantitativa
28 de risco microbiológico.

29 A sequência para aplicação da AQRM (Avaliação Quantitativa de Risco
30 Microbiológico) esta representada pela Figura 01.



31
32 **Figura 1 – Fluxograma da AQRM**

33 **Fonte: Cohim 2012**

34 Para a AQRM foi utilizado resultado da densidade de organismos indicadores obtidos
35 através de estudos anteriores feitos por COHIM (2012) quando a ETAC (Estação de
36 Tratamento de água cinza) estava instalada em uma residência uni familiar.

37 A Estação de Tratamento de Água Cinza (ETAC) possui como estratégia o tratamento
38 através de sistemas anaeróbios (Reator Anaeróbio Compartimentado – RAC) e sistema
39 aeróbio (Filtro Intermitente – FI).

40 Neste trabalho, foi modelado o risco para Rotavírus, Campylobacter e Criptosporidium
41 representando os piores casos para, respectivamente, vírus, bactérias e protozoários na
42 transmissão de doenças (WHO 2006).

43 Embora idealmente uma avaliação de risco deva ser feita com base em dados medidos
44 do organismo analisado, a carência de dados e o custo de sua obtenção limitam essa
45 possibilidade. Assim, a densidade de organismos patogênicos na água foi estimada a partir da
46 relação entre organismo indicador e patogênico, abordagem já adotada por Ahmed et al.
47 (2005). Conforme este último, a relação [indicador]:[patogênico] obedece uma distribuição
48 Log-normal, cujas médias e variações são mostradas na Tabela 02.

49 Tabela 1- Relação E. coli: organismo patogênico

Relação E. coli: organismo patogênico			
Organismo	relação indicador patogênico		
	5%	50%	95%
Rotavírus	1,20E+04	1,00E+05	8,40E+05
Campilobacter	1,20E+04	1,00E+05	8,30E+05
Cryptosporidium	1,10E+05	1,00E+06	8,60E+06

50 Fonte: Ahmed et al 2005

51 Neste trabalho utilizou-se os seguintes valores: da mínima, moda e a máxima serão
52 respectivamente 0,0ml, 0,1ml e 0,5ml. Esses valores se justificam pela ausência de indicativo
53 da presença de aerossóis a uma altura superior a 1,0 m do solo, conforme estudos de Cohim et
54 al. (2007). Embora conservador, o volume ingerido proposto aqui está em consonância com
55 aquele recomendado por Ottoson (2003), igual a 0,01 ml. A frequência de uso do vaso
56 sanitário terá valor médio de 05 usos diários.

57 O risco de infecção devido a uma única exposição pode ser descrito por um modelo
58 exponencial ou modelo Beta-Poisson. Para o Cryptosporidium utilizou o modelo exponencial
59 para expressar a infecção devido a uma única exposição, já para o Rotavírus e o
60 Campylobacter foi utilizado o modelo Beta-Poisson.

61 A caracterização do risco se inicia calculando o risco anual de infecção, o impacto na
62 saúde é expresso como o tempo comprometido ou perdido com doença medido em anos,
63 DALY.

64 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

65 A Tabela 05 e 06 mostra os resultados da mediana do risco anual e o valor em DALY,
66 para cada doença junto com os seus respectivos valores estatísticos e gráficos para melhor
67 avaliação.

68 Tabela 5 - Risco anual de doença

Risco anual de doença		
Organismo	ACT	ACB
Rotavírus países em desen.	2,11E-05	6,27E-03
Campylobacter	8,35E-06	2,64E-03
Cryptosporidium	8,40E-08	2,64E-05

70

71

Tabela 6 - DALY

72

DALY'S		
Organismo	ACT	ACB
Rotavírus países em desen.	5,49E-07	1,63E-04
Campylobacter	3,84E-08	1,22E-05
Cryptosporidium	1,09E-10	3,44E-08

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

De acordo com MARA 2006 (em níveis de proteção, um dos documentos na revisão das séries de suas diretrizes de qualidade de água potável, da OMS (2006) afirma que, "em locais ou situações onde a carga global da doença a partir de microrganismos, produtos químicos ou exposições radiológicas de todas as vias de exposição é muito alta, estabelecendo 10^{-6} DALY [perda] por pessoa por ano, o risco anual de exposição terá pouco impacto sobre a carga global da doença. Portanto, estabelecendo um nível menos rigoroso do risco aceitável, tal como 10^{-5} ou 10^{-4} DALY [perda] por pessoa por ano, a partir da exposição pela água pode ser mais realista, mas ainda consistentes com o objetivo de proporcionar alta qualidade, água segura e incentivar a melhoria incremental da qualidade da água".

84

85

86

Ou seja, a carga global em DALY recomendada pela OMS é de 10^{-6} DALY [perda] por pessoa por ano e de acordo com vários pesquisadores este valor é muito rigoroso e poderia ser exigido entre 10^{-5} ou 10^{-4} [perda] por pessoa por ano.

87

88

89

Os resultados obtidos para a água cinza tratada através dos cálculos e o programa utilizado ficaram abaixo do exigido pela OMS. O Rotavírus foi responsável pelos valores mais altos, tanto para a água cinza tratada quanto para a bruta.

90

91

92

93

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 8. É possível observar que o impacto resultante do uso da água cinza para descarga de vaso sanitário, mesmo sem tratamento, é algumas ordens de grandeza menor que os fatores de risco apresentados.

94

Tabela 7- DALY para outros fatores de risco no Brasil

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

95

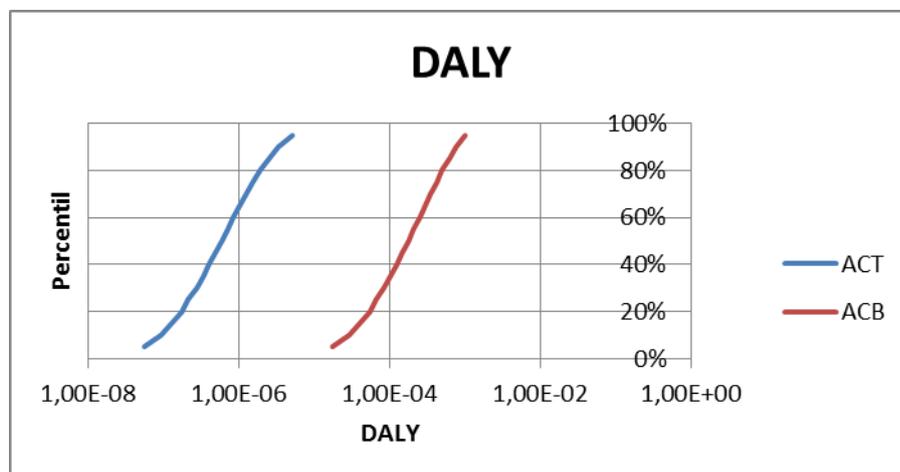
Fonte: Cohim et.al. 2012

96

97

A Figura 2 mostra a eficácia do tratamento da ETAC e as Figuras 3 e 4 mostra como os gráficos obedecem a curva Log-Normal.

98



99

100

Figura 2 - DALY da ACB e ACT

101 CONCLUSÃO

102 De acordo com o estudo feito é possível foi verificado que mesmo a recomendação da
103 Organização Mundial de Saúde frente a qualidade da água seja alta o que diminui a
104 possibilidade de se usar alguns tratamentos não tão eficazes os valores obtidos da ACT esta
105 dentro do recomendado pela OMS.

106 Caso a exigência da OMS fosse menos rigorosa como MARA (2006) recomenda a ACB
107 poderia ser utilizada para a descarga de vasos sanitários.

108 O trabalho aqui realizado demonstrou para alguns dos principais patogênicos encontrados
109 na água que a ETAC utilizada foi capaz de diminuir sensivelmente a probabilidade de uma
110 pessoa ficar doente utilizando a água cinza tratada para descarga de vasos sanitários.

111 Este trabalho demonstrou que a água tratada pela ETAC é capaz de ser usada na
112 descarga de vasos sanitários, pois o risco do usuário ficar doente é baixo em relação ao
113 recomendado pela OMS.

114 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

115 AHMED, M.F. et al. Risk Assessment of Arsenic Mitigation Options (RAAMO). Dhaka:
116 APSU, 2005. 80 p.

117 BAZZARELLA, B. B. Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não-potável
118 em edificações. Espírito Santo, Vitória, 2005.

119 COHIM, E.. Uso de água cinza para fins não potáveis: um critério racional para definição da
120 qualidade. *COBESA*, 2007.

121 COHIM, E. (s.d.). Tratamento Local de Água Cinza para Reuso: Avaliação do Impacto na
122 Saúde. *AIDIS*, 2012.

123 FEWTRELL L., Water and Health, Aberystwyth University, 2012.

124 .GERBA, C.. Eviromental Microbiology. *Academic Press*, 2000.

125 HAAS C.N., R. J.. Quantitative microbial risk assessment. *John wiley& Sons*, 1999.

126 HAAS, C.. Progress and data gap in quantitative microbial risk assessment. *Water Science
127 and Techology*, 2002, p. 277-284.

128 IGNOTO, R.. Avaliação quantitativa de risco microbiológico em águas e bioossólidos: estado
129 da arte. . São Paulo, 2010.

130 MARA, D. 'A Guide to the Guidelines: A Numerical Guide to the 2006 WHO Guidelines on
131 Wastewater Use in Agriculture and Practical Advice on how Transpose them into National
132 Standards. School of Civil Engineering, University of Leeds, Leeds LS2 9JT, UK, Novembro
133 2006.

134 NACARROW, B., KAERCHER, J., & PO, M. Literature review of factors influencing public
135 perceptions of water reuse. *Australian Water Conservation and Reuse Program*, 2004.

136 OTTOSON, J., & STENSTROM, T. A. Faecal contamination of greywater and associated
137 microbial risks. *Water Research*, 2003, 645–655.