



II-415 - AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE UM FILTRO ANAERÓBIO NO PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZA

Samantha Avance Pereira Ramos⁽¹⁾

Química pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

Leandro Anderson Carvalho Sales

Técnico em Química pelo Colégio Salesiano Nossa Senhora da Vitória. Graduando do Curso Superior de Tecnologia em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal do Espírito Santo (IFES).

Ricardo Franci Gonçalves

Engenheiro Civil e Sanitarista pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Pós-graduado em Saúde Pública pela ENSP/RJ, DEA – Ciências do Meio Ambiente – Univ. Paris XII, ENGREF, ENC, Paris. Doutor em Engenharia do Tratamento e Depuração de Água – INSA de Toulouse, França. Professor Adjunto do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

Raquel Machado Borges

Engenheira Química pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Doutora em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Professora da Coordenadoria de Saneamento Ambiental do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES).

Carolina Francisco Tonani

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). Especialista em Engenharia do Meio Ambiente pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Mestranda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

Endereço⁽¹⁾: Rua Moacir Avidos, 270/101 – Praia do Canto - Vitória - ES - CEP: 29055-350 - Brasil - Tel: (27) 8828-4554 - e-mail: samantha.avance@gmail.com

RESUMO

A água é um elemento fundamental na manutenção da vida. Seu uso compreende desde o abastecimento doméstico e industrial até atividades de lazer e recreação, energia elétrica, irrigação, diluição de efluentes, entre outros. A interferência do homem na geração de despejo doméstico e industrial contribui para a introdução de diversos compostos nos corpos d'águas, afetando a sua qualidade.

A necessidade de tratamento das águas residuárias é primordial para manutenção da qualidade do ambiente e de vidas das populações, contudo o acesso a tecnologias que possibilitem esse tratamento tem custo elevado e nem sempre atende a toda a demanda.

O saneamento ecológico segregava as diferentes formas de esgotos nas suas origens, como águas cinza, amarelas, negras e marrons e se mostra uma alternativa eficaz para resolver os problemas nas grandes cidades. Este trabalho teve como objetivo estudar a eficiência de um filtro anaeróbio de fluxo ascendente no tratamento de águas cinza, a partir de análises físico-químicas feitas em laboratório, cuja eficiência na remoção de SST foi de 57,6%

PALAVRAS-CHAVE: *filtro anaeróbio, fluxo ascendente, águas cinza, reuso.*

INTRODUÇÃO

Todas as formas de vida existente na Terra necessitam de água para sobreviver, seja direta ou indiretamente. Entretanto, a água doce tão vitalícia tem se tornado cada vez mais escassa. Através dos séculos, a complexidade dos usos múltiplos da água pelo homem aumentou e produziu enorme conjunto de degradação e poluição (TUNDISI, 2003).

A água é essencial para o desenvolvimento econômico e para a qualidade de vida da população. O fornecimento de água de boa qualidade e a implantação de redes de esgoto diminui a ocorrência de doenças veiculadas pela água, a mortalidade infantil e as internações. Aumenta a produtividade das pessoas no trabalho e no estudo, gerando impactos econômicos e sociais.



A crescente dificuldade de atendimento a uma demanda cada vez maior de água para o abastecimento público doméstico e a escassez de mananciais próximos ou de qualidade, agravam os problemas de saneamento nas áreas urbanas, resultando num processo onde reuso da água para fins não potáveis parece bastante plausível.

Com base na idéia de preservação e recuperação de água surgiu o conceito de saneamento ecológico, em que a coleta e tratamento das águas residuárias é feita de forma diferenciada, para aproveitar o seu potencial de reuso. A principal diferença entre este e o Saneamento Comum é que os dejetos são vistos como um recurso e não como material para descarte.

O saneamento ecológico se utiliza da segregação das diferentes formas de esgotos nas suas origens, como águas cinza (são geradas pelo uso de chuveiros, pias, lavatórios, tanques e máquinas de lavar roupas, principalmente), águas amarelas (urina e água), águas negras (fezes misturadas com urina e pouca água) e águas marrons (fezes e água), para que dessa forma cada tipo seja destinado a um fim adequado de acordo com as características apresentadas,

A água cinza pode receber um tratamento simplificado, com remoção de sólidos e matéria orgânica, e ser reutilizada para fins não potáveis em edificações, por exemplo, reuso nas descargas dos vasos sanitários, lavagens de pisos e de carros ou irrigação dos jardins.

A opção pelo tratamento por via anaeróbia se justifica, uma vez que o processo anaeróbio possui uma habilidade única de converter resíduos inadequados para disposição *in natura* em produtos que podem ser aproveitados, como o lodo e o biogás. Com a preocupação global a respeito da baixa oferta energética, esforços maiores na direção de fornecimentos alternativos de energia são obviamente necessários (McCARTY, 2001).

O reuso de águas cinza pode resultar em economia de água potável, economia de energia elétrica e menor produção de esgoto sanitário na escala das edificações. Em uma escala maior, resulta em preservação dos mananciais de água, por diminuir a quantidade de água captada e por reduzir o lançamento de esgoto sanitário pelas áreas urbanas. (GONÇALVES, 2006).

MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em um aparato experimental localizado no parque experimental do Núcleo Água na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), conforme mostra a Figura 1(b). O sistema de tratamento das águas cinza consiste em uma elevatória de água cinza bruta (EACB) e dois filtros anaeróbios construídos de tubulação de PVC de 3 m de altura, 25 cm de diâmetro e altura efetiva de filtro de 2 m, instalados com a possibilidade de operarem em paralelo. O filtro anaeróbio 1 (Filtro 1) possui meio de suporte de tampas plásticas de garrafa, enquanto o filtro anaeróbio 2 (Filtro 2) possui meio de suporte de agregado leve de argila de 20 mm, conhecida como cinasita. A alimentação de água cinza nos filtros anaeróbios é realizada em fluxo ascendente e por meio de duas bombas peristálticas paralelas de vazão controlável. A Figura 1(a) ilustra o aparato experimental usado no processo.

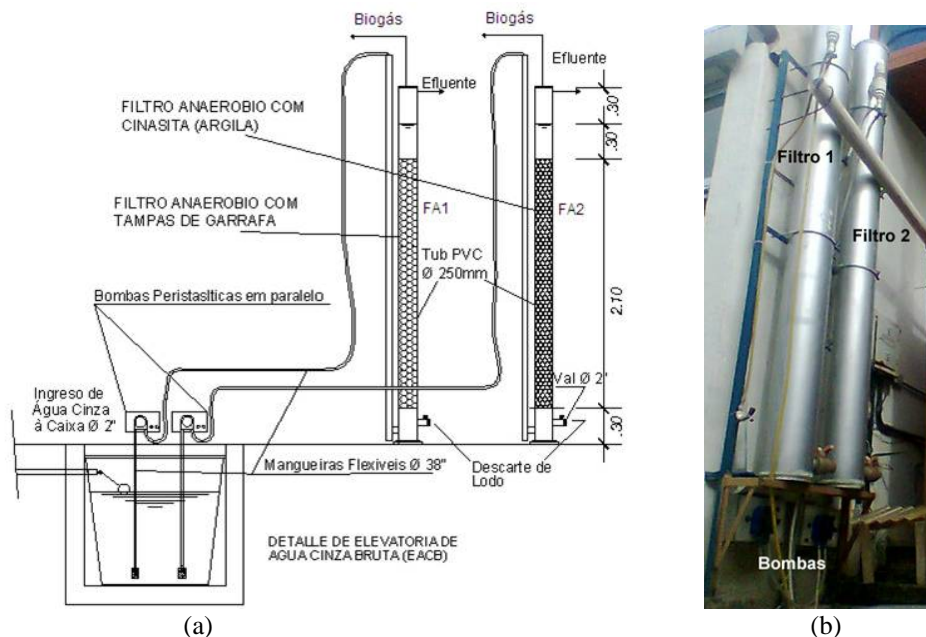


Figura 1. Aparato experimental para tratamento de águas cinza por filtros anaeróbios. (a) planta do piloto e (b) foto do piloto.

As águas cinza que alimentam os filtros anaeróbios são provenientes de uma edificação cujo projeto hidrossanitário foi desenvolvido com a segregação das águas residuárias (águas cinza, águas negras, e águas amarelas).

Com relação à produção de água cinza nesta pesquisa, ela é composta por água proveniente da lavagem de roupas (75%), lavatórios (18%), chuveiros (6%) e lavagem do banheiro (1%), conforme Figura 2. Os dados da composição da água cinza foram obtidos por meio de controle de uso dentro dos banheiros experimentais. A baixa frequência de uso dos chuveiros e lavatórios dificultou a manutenção do nível de água cinza bruta no reservatório.

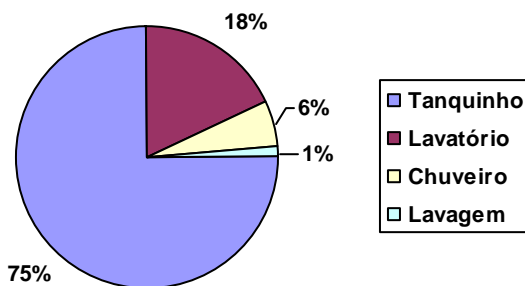


Figura 2: Estimativa da produção da água

Devido ao baixo aporte da água cinza bruta, optou-se por operar somente o Filtro 1, que segundo as análises comparativas feitas, tinha apresentado melhor resultado. Para fins de melhora no desempenho do filtro e de objetivo do projeto, alguns ajustes foram feitos no protótipo inicial.

Foram realizadas variações de vazão, para avaliar a influência do tempo de detenção hidráulica no tratamento de água cinza, na remoção de matéria orgânica (DBO e DQO), considerando a variação da temperatura ambiente.

Com o intuito de estimar a eficiência operacional do filtro anaeróbio, foram analisados diversos parâmetros físico-químicos na entrada e saída do tratamento, tais como DQO, DQO filtrada, DBO₅, Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Suspensos Totais, Alcalinidade, Dureza, Cloretos, NTK, Amônia, Sulfato, Sulfeto, Ortofosfato, Fosfato, Cor, Turbidez e pH. As análises foram realizadas de acordo com as metodologias estabelecidas no Standard Methods (AWWA, 1995).



RESULTADOS

A água cinza apresenta características em termos de quantidade e de composição que variam de acordo os seguintes fatores: localização, nível de ocupação da residência, faixa etária, estilo de vida, classe social e costumes dos moradores e com o tipo de fonte de água cinza que está sendo utilizado (lavatório, chuveiro, máquina de lavar, etc). Outros fatores que também contribuem para as características da água cinza são: a qualidade da água de abastecimento e o tipo de rede de distribuição, tanto da água de abastecimento quanto da água de reuso.

A Tabela 1 apresenta os dados de entrada e saída do sistema para efeito de comparação e verificação da eficiência dos filtros.

Tabela 1: Dados comparativos de parâmetros relativos ao tratamento de água cinza por um filtro anaeróbio.

		Parâmetros					
		DQO (mg/L)	DQOf (mg/L)	Turbidez (UNT)	SST (mg/L)	ST (mg/L)	pH
nº de amostras		40	18	34	15	15	40
Entrada		275	239	105	225,7	596	7,55
Saída	Filtro 1	193	201	76	17,7	389	7,51
% de Redução	Filtro 1	29,8	15,9	27,6	92,2	34,7	-

É possível destacar a redução dos Sólidos Suspensos Totais, uma vez que estes estão diretamente relacionados com a presença de matéria orgânica.

Na Tabela 2 estão dispostos os dados referentes ao afluentes tratado pelo Filtro 1, e na Tabela 3 constam os dados de outras pesquisas para uma eventual comparação entre os resultados dessa pesquisa e demais pesquisadores.

Tabela 2 – Dados da caracterização do afluente tratado pelo Filtro 1.

Parâmetro	N	Med	Mín	Máx	DP	CV
Turbidez (NTU)	40	157	27	473	107	0,68
SST (mg/L)	40	116	15	427	87	0,74
Cor (uC)	47	0,15	0,02	0,61	0,13	0,89
Amônia (mg/L)	11	0,25	0,07	0,71	0,17	0,69
NTK (mg/L)	20	0,22	0,05	0,69	0,15	0,70
Fósforo total (mg/L)	12	0,47	0,10	1,62	0,44	0,94
DQO (mg/L)	55	385	106	1025	204	0,51
DQOf (mg/L)	37	271	78	778	162	0,60
DBO₅ (mg/L)	20	196	100	360	81	0,41
Sulfeto (mg/L)	20	3,1	0,1	9,2	2,5	0,80
Sulfato (mg/L)	21	74	50	96	13	0,18
pH	49	7,6	6,3	10,1	0,6	0,07
Alcalinidade (mg/L)	24	38	15	67	13	0,35
Dureza (mg/L)	26	50	20	102	18	0,36
Cloretos (mg/L)	25	23	5	53	15	0,64



Tabela 3. Dados coletados de outras pesquisas tratando água cinza (Adaptado de Bazzarella, 2005)

Referência	Local	Parâmetros									
		Turbidez (NTU)	SST (mg/L)	ST (MG/L)	DQO (mg/L)	pH	NTK (mg/L)	P _t (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	Sulfeto (mg/L)	Sulfato (mg/L)
Bazzarella (2005)	Vitória	58	53	1004	521	9,06	3,6	17,7	184	0,11	355,4
Siegrist <i>et. al.</i> (1976)*	EUA	-	280	1340	380	-	-	57	380	-	-
Christova-Boal <i>et. al.</i> (1996)	Austrália	50-210	-	-	-	9,3 10	1,0 40	0,062- 42	48-290	-	-
Almeida <i>et. al.</i> (1999)	Inglaterra	-	165	-	1815	-	-	-	-	-	-
Jamrah <i>et. al.</i> (2004)	Al-Mwaleh	439	665	4500	340	8,04	-	-	212	-	-
	Al-Hail	494	120	3150	278	8,87	-	-	236	-	-
	Al-Khodh	400	160	450	76	8,08	-	-	91	-	-

Com exceção do NTK os demais parâmetros encontrados por esta pesquisa estão em nível de comparação com os dados de outras pesquisas. Vale ressaltar que os dados das outras pesquisas colocados na tabela são referentes à água cinza proveniente de lavanderia. Fez-se assim, pelo fato de que mais de 70% da água cinza produzida por esta pesquisa é proveniente da máquina de lavar.

Os valores de NTK são de grande importância, ele representa o nitrogênio orgânico total e a amônia. O nitrogênio é indispensável para o desenvolvimento de microrganismos no tratamento biológico, podendo assim comprometer a eficiência do sistema.

Na Figura 3 pode-se observar a relação existente entre DQO de entrada, Sólidos Suspensos Totais de entrada e remoção de DQO.

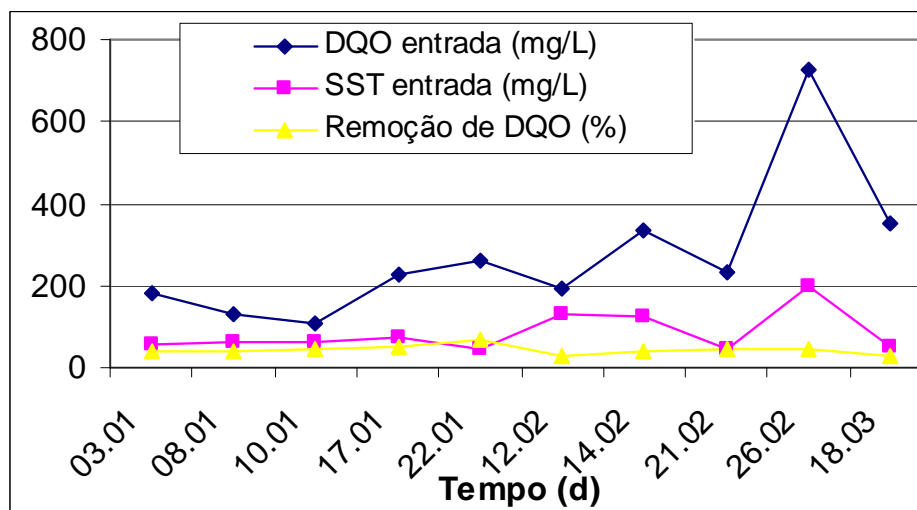


Figura 3: Relação entre DQO entrada x SST entrada x Remoção de DQO

É possível observar que a DQO e os Sólidos Suspensos Totais de entrada estão diretamente relacionados, sofrendo semelhante variação, enquanto a remoção de DQO permanece quase constante, na faixa de 30%.

É provável que outros fatores tenham maior interferência na remoção de matéria orgânica, tais como: TDH, quantidade de N e P, pois estes nutrientes são responsáveis pela nutrição de microrganismos propiciando seu crescimento, entre outros.



CONCLUSÕES

O Filtro 1 teve bons resultados como tratamento preliminar, uma vez que a remoção de sólidos suspensos totais foi satisfatória (92,2%), sendo necessário um pós tratamento para reuso, mesmo que não potável.

A baixa concentração de NTK pode influenciar a eficiência do sistema, por deixar a relação carbono-nitrogênio desbalanceada, assim seria necessário realizar experimento com e sem o acréscimo de Nitrogênio com monitoramento contínuo para melhores observações. Uma das formas de acrescentar Nitrogênio ao sistema pode ser acrescentando lodo de esgoto ou urina no tratamento.

Os resultados poderão ser usados como base para novas tecnologias que visam à reutilização de águas cinza diminuindo assim o uso desnecessário de água potável para fins menos nobres como descargas de vasos sanitários, irrigação, lavagem de carro, entre outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AWWA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 19ed. Washington, DC, 1995.
2. BAIRD, Colin. **Química Ambiental**. 2ed. Editora Bookman. 2007
3. BAZZARELLA, B. B. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não potável em edificações**. 2005. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.
4. BAZZARELLA, B. B.; GONÇALVES, R. F. – **Tratamento de água cinza em processos (anaeróbio+aeróbio) de alta taxa visando o reuso predial** - Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria Y Ambiental (AIDIS). 2006.
5. McCarty, P. L. **The development of anaerobic treatment and its future**. *Water Science and Technology*. V.44, n. 8. 2001.
6. Nuvolari, A. Telles, D. D. Ribeiro, J. T. Miyashita, N. J. Araújo, R. **Esgoto sanitário, coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. Editora Edgard Blücher LTDA. 2003.
7. ROCHA, J. C.; ROSA A. H.; CARDOSO A. A. – **Introdução à Química Ambiental**. Editora: Bookman. São Paulo. 2004.
8. TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. Editora Dirlene Martins. São Carlos. 2003.
9. VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos – Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. DESA. UFMG. 2004.