

AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS QUANTI-QUALITATIVOS DO REÚSO DE ÁGUAS CINZA EM AMBIENTES AEROPORTUÁRIOS

Eduardo de Aguiar do Couto¹; Maria Lúcia Calijuri²; Luna Gripp Simões Alves³; Lucas Sampaio Lopes⁴; Anibal da Fonseca Santiago⁵

Resumo – A escassez hídrica é apontada como um dos principais problemas do século XXI. Frente a esse panorama, o reúso de águas cinza surge como alternativa para a redução do consumo de água. Complexos aeroportuários são grandes consumidores de água, em que a adoção da prática de reúso de águas cinza pode representar significativa economia de recursos financeiros e ambientais. O objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial de ambientes aeroportuários em reutilizar águas cinza em usos não potáveis. O estudo foi desenvolvido no Aeroporto Internacional Tancredo Neves, em Confins, Minas Gerais. Foi proposto um sistema de tratamento composto por tanque de equalização, filtro anaeróbio e desinfecção ultravioleta e as características do efluente tratado foram comparadas com os limites sugeridos pela NBR 13969/1997. Os dados de consumo de água e produção de águas cinza foram obtidos através dos valores hidrometrados e da aplicação de questionários. Os resultados mostram que é possível poupar 1.137,45m³ (15% do total consumido) de água no AITN através da aplicação de tecnologia simples, de baixo custo e fácil replicação, o que permite concluir que aeroportos possuem imenso potencial para o reúso de águas cinza.

Abstract – The scarcity of water resources is recognized as one of the main problems of the twenty-first century. Facing this scenario, the reuse of gray water appears as an alternative for reducing water consumption. Airport complexes are large consumers of water, then the adoption of gray water reuse can represent significant savings of money and environmental resources. The purpose of this study was to evaluate the potential for airport environments to reuse gray water in non-potable uses. The study was developed at Tancredo Neves International Airport, located in Confins, Minas Gerais. Has been proposed a treatment system composed of equalization tank, anaerobic filter and ultraviolet disinfection and the characteristics of the treated effluent were compared with the limits suggested by the NBR 13969/1997. The data of water consumption and gray water production were obtained from the values of hydrometers and questionnaires. The results show that it is possible to save 1137.45 m³ (15% of the total consumed) of water at this airport by applying a simple technology, which not only cheap, but it's easy to replicate, leading to the conclusion that airports have a tremendous potential for reuse of gray water.

Palavras-Chave – Águas Cinza, Reúso, Ambientes Aeroportuários.

¹ Mestrando em Saneamento Ambiental, DEC, UFV. Av. P. H. Rolfs s/n, 36570-000, tel: (31) 3899-3098, eduardo.acouto@hotmail.com

² Professora Tit. da UFV, DEC. calijuri@ufv.br

³ Mestranda em Saneamento Ambiental, DEC, UFV

⁴ Graduando em Eng. Ambiental, UFV

⁵ Doutorando em Saneamento Ambiental, DEC UFV

1 – INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e a intensificação da urbanização têm contribuído para o agravamento do problema relativo ao acesso à água tratada e de qualidade. Boa parte da água que sai das estações de tratamento e chega às edificações é utilizada para atender demandas cuja qualidade da água não precisa ser potável. É o caso de usos como a manutenção de áreas verdes, lavagem de pisos e pátios, utilização em sistemas de ar condicionado, lavagem de veículos, acionamento de descargas de sanitários entre outros.

A utilização consciente e planejada de águas servidas, como o reúso de esgotos domésticos tratados e o aproveitamento de águas de chuva, é um instrumento eficaz e moderno para garantir a sustentabilidade da gestão dos recursos hídricos. Os benefícios ambientais relacionados a essa prática vão desde a redução da captação de águas superficiais e subterrâneas, à redução do lançamento de efluentes em cursos d'água e ao aumento da disponibilidade de águas para usos mais exigentes, como abastecimento público e hospitalar. Em relação aos benefícios econômicos, há a redução dos custos de produção, aumentando assim a competitividade, e o alcance da conformidade ambiental em relação a padrões e normas ambientais, dentre outros. (Calijuri et al, 2011).

Ambientes aeroportuários são grandes consumidores de água, uma vez que necessitam de grandes quantidades deste recurso para a manutenção de sua infraestrutura e operação. Muitos dos usos que compõem a demanda dos aeroportos consistem em fins não potáveis, o que permite dizer que os aeroportos constituem-se em ambientes potenciais à implementação de medidas, processos e tecnologias com vistas à conservação da água.

A viabilidade técnica e econômica de tratamento, além da produção em quantidade satisfatória, coloca a reutilização de águas cinza como uma das principais alternativas para a economia de água potável em aeroportos.

Este estudo tem por objetivo a avaliação dos aspectos quanti-qualitativos da reutilização de águas cinza como forma de redução do consumo de água em ambientes aeroportuários.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido no Aeroporto Internacional Tancredo Neves (AITN). O AITN localiza-se na cidade de Confins, a cerca de 40 km do centro de Belo Horizonte. Está instalado em um sítio aeroportuário de 15 km², e possui infra-estrutura capaz de movimentar mais de 40.000 toneladas de carga e capacidade para até 5 milhões de passageiros por ano, sendo que essa já foi superada (MARQUES, 2009).

As informações relativas ao consumo de água no aeroporto foram obtidas através dos valores hidrometrados e da aplicação de questionários, que visavam reconhecer o padrão de

consumo de cada edifício dentro do complexo aeroportuário. A partir desses dados, obteve-se o volume de água não potável que pode ser utilizado nas atividades do aeroporto, assim como a produção de águas cinza.

Foi proposta uma unidade de tratamento de águas cinza (UTAC) que consistia em um tanque de equalização, filtro anaeróbio e desinfecção ultravioleta. A unidade recebia efluente originado de chuveiros e torneiras de um dos vestiários existentes no aeroporto. A Figura 1 mostra um esquema do tratamento utilizado.

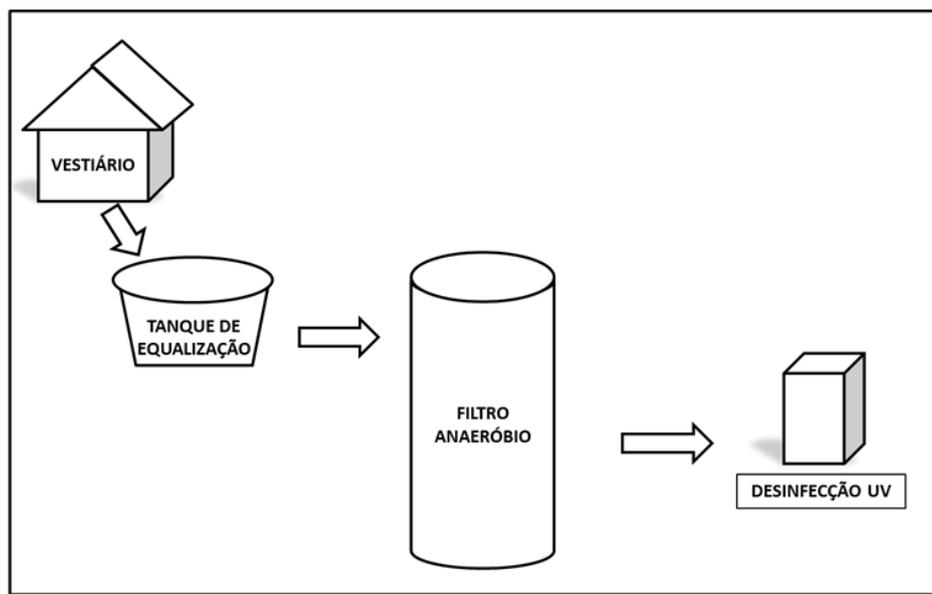


Figura 1 - Unidade de Tratamento de águas cinza.

O filtro anaeróbio é um reator biológico com fluxo através do lodo aderido e retido em um leito fixo de material inerte. Foi selecionado por apresentar elevada eficiência na remoção de matéria orgânica, inclusive dissolvida, resistir à variação de vazão afluente e possuir rotina de operação simples (Andrade Neto, et al. 2002).

O filtro anaeróbio foi dimensionado a partir da norma NBR 13969/1997, que dispõe sobre a disposição final de efluentes líquidos. Ele possui 1,8m de altura e 1,0m de diâmetro. A 0,3m de altura existe uma grade, com o objetivo de distribuir o fluxo dentro do filtro. O meio suporte é constituído de conduítes elétricos, de 1", cortados em pedaços de 4cm. Eles foram escolhidos por serem bem leves e por possuírem maior superfície específica, quando comparados com a brita.

A etapa desinfecção foi adicionada ao tratamento com o objetivo de inativar organismos patogênicos que estiverem presentes no efluente do filtro anaeróbio, tornando-o mais seguro para futuros usos. O método de desinfecção selecionado foi a radiação ultravioleta. O dispositivo de desinfecção é da marca Pond Clean e operava com 90 watts de potência.

De acordo com Guo et al. (2009), a desinfecção ultravioleta apresenta vantagens de não produzir subprodutos tóxicos e possuir operação simplificada. As análises realizadas no efluente

foram feitas de acordo com o Standards Methods for the Examination and Wastewater (APHA, 2005), e os resultados obtidos foram comparados com as concentrações sugeridas pela NBR 13969/1997 para reúso de efluentes.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Grandes volumes de água potável podem ser poupados quando se utiliza efluentes tratados para atendimento de usos que podem ser contemplados com águas de qualidade inferior, como a irrigação de áreas verdes, a descarga de sanitários e a lavagem de pisos e veículos. Estudos desenvolvidos no Aeroporto Internacional Tancredo Neves permitiram a estimativa que, do volume médio de água consumido ($7.281,88\text{m}^3$ mensais), 65% são utilizados em atividades que não necessitam de água potável, o que é referente a um volume de $4.733,22\text{ m}^3$. A Figura 2 apresenta a demanda mensal no AITN das principais dessas atividades.

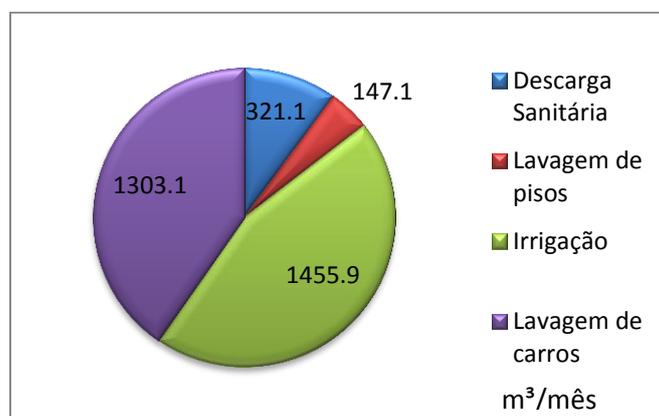


Figura 2. Demanda das principais atividades de uso não potável.

Uma vez que não possuem contribuição de vasos sanitários, e conseqüentemente reduzida contaminação fecal, as águas cinza são acompanhadas de menor risco sanitário, o que torna seu reúso mais atrativo e por vezes mais econômico, já que seu tratamento com vistas ao reúso pode ser simplificado.

A NBR 13969 de 1997 define diferentes níveis de padrões exigidos de qualidade da água para reúso, baseados em classes em que se enquadram as diversas atividades passíveis de aplicação das águas residuárias:

- Classe1: lavagem de veículos e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador incluído chafarizes;
- Classe2: lavagens de pisos, calçadas e irrigação de jardins, manutenção de lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes;
- Classe 3: reúso nas descargas de vasos sanitários;

• Classe 4: reúso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual.

A discriminação dos dados de consumo de água no aeroporto mostraram que a produção de água cinza é de 1.137,45m³/mês. Além disso, a análise dos valores hidrometrados permitiu a identificação da demanda das atividades das classes 1, 2 e 3, sendo elas de 1.301,1, 1.603,0, e 321,1m³/mês, respectivamente. No AITN não são contempladas atividades definidas pela classe 4.

Diante dos valores apresentados, pode-se concluir que, em termos quantitativos, o volume de água cinza produzido seria suficiente para atender às demandas das atividades da classe 3 e parcialmente da classe 2, priorizando-se os usos menos restritivos.

A norma determina ainda que o reúso de efluentes deve ser realizado após tratamento, para finalidades que não exigem padrões de água potável, porém, sanitariamente segura. A Tabela 1 apresenta os limites dos parâmetros de qualidade da água exigidos para as classes 1, 2 e 3.

Tabela 1. Padrões para reúso de águas residuárias

Classe	Turbidez	Coliformes Fecais	Sólidos dissolvidos totais	pH	Cloro residual
CLASSE 1	<5 uT	<200 NMP/100 ml	Inferior a 200 mg/L	Entre 6 e 8	Entre 0,5 mg/l e 1,5 mg/l
CLASSE 2	<5 uT	<500 NMP/100 ml	-	-	Superior a 0,5 mg/L
CLASSE 3	<10 uT	<500 NMP/100 ml	-	-	-

Fonte: NBR 13969 (1997)

A Figura 3 apresenta os resultados obtidos com o tratamento proposto em relação à turbidez, assim como os valores exigidos pela NBR.

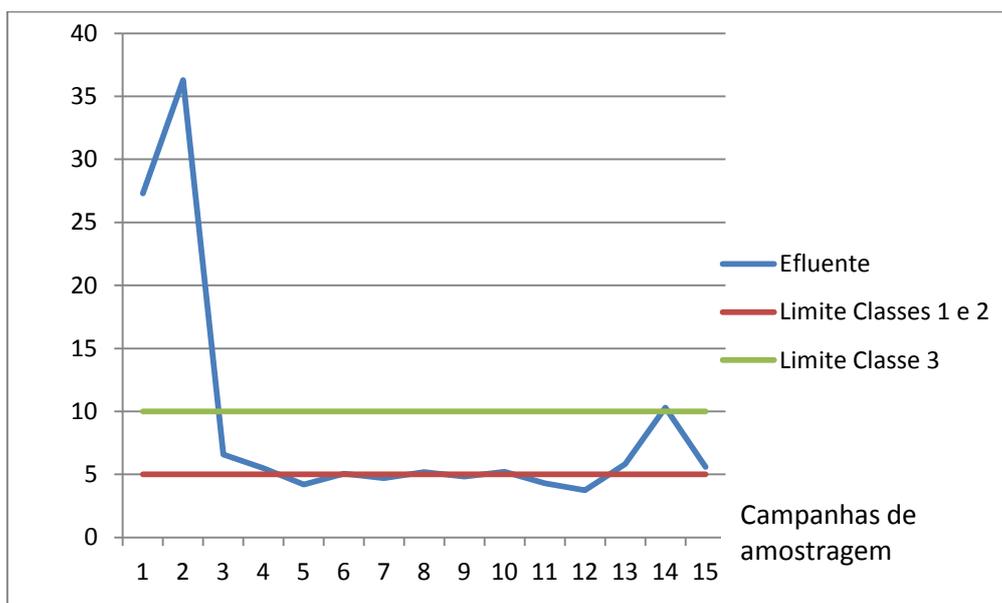


Figura 3. Resultados obtidos para turbidez.

Pode-se observar que na fase inicial de operação o filtro não foi eficiente na remoção de turbidez. No entanto, após este período, observou-se um aumento desta eficiência, e a adequação de 90% das amostras para reúso em atividades classe 3 e 55% das atividades para as classes 1 e 2.

O período inicial de baixa eficiência do filtro pode ser associado ao tempo necessário para o desenvolvimento do biofilme aderido ao meio suporte. Lee et al (2008) afirmam que filtros anaeróbios em escala piloto necessitam de um período médio de 90 dias para adaptação da microbiota anaeróbia, o que justifica a baixa eficiência no começo do monitoramento. Estes autores relatam ainda, que em condições ótimas de operação, o filtro atinge sua eficiência máxima de remoção em aproximadamente 120 dias.

Os resultados obtidos para pH encontram-se apresentados na Figura 4.

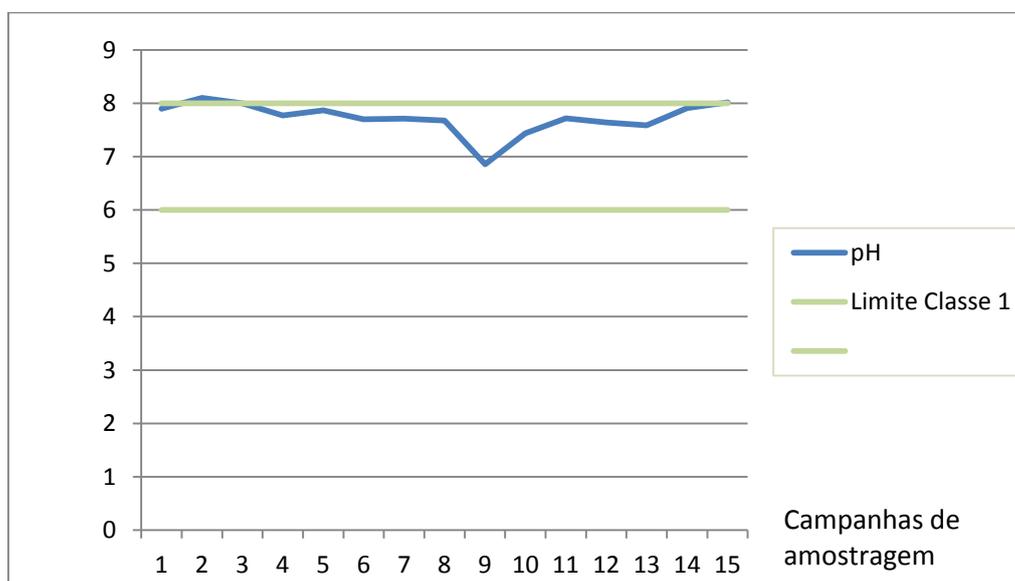


Figura 4. Resultados obtidos para pH.

Em 86% das amostras, o pH manteve-se na faixa exigida pela NBR para o reúso nas atividades classe 1. Para as outras classes, a norma não apresenta exigência em relação a este parâmetro.

Os resultados em relação à contaminação microbiológica indicaram a ausência de *E. coli* em 80% das amostras, e valores na ordem de 10^0 , quando encontrados (Tabela 2). Tais resultados comprovam a alta qualidade sanitária das águas cinza produzidas, o que garantiria a adequação aos padrões de coliformes exigidos pela norma.

Tabela 2. Resultados para *E. coli*

Coleta	Efluente (NMP/100mL)
1	1,00
2	4,10
3	ND
4	ND
5	ND
6	ND
7	ND
8	ND

ND=Não detectado

Para sólidos dissolvidos, a NBR apenas define padrão para as atividades de classe 1. Para este uso, 91% das amostras mostraram-se inadequados em relação à norma. Tal fato está relacionado à qualidade da água de abastecimento do aeroporto, que apresenta altos valores de dureza, devidos às características cársicas da região de captação da água utilizada no aeroporto.

Em suma, para as atividades de classe 3, apenas um evento de amostragem do parâmetro turbidez excedeu padrões da norma, o que sugere que uma operação mais criteriosa do tratamento seria suficiente para a viabilização do reúso para essa classe. Para as atividades de classe 2, o único parâmetro em desacordo com a norma foi a turbidez, que em grande parte das amostras se mostrou bem próxima ao limite exigido. Assim, um incremento na eficiência do filtro, baseado, por exemplo, no aumento do tempo de detenção, ou na utilização de meio suporte com maior superfície específica, seria suficiente para adequar as águas cinza a este reúso. Apesar do dispositivo de desinfecção ter se mostrado eficiente, a NBR exige, para essa classe, a manutenção de cloro residual. Dessa forma, seria necessária inclusão de equipamento de cloração antes da utilização.

Uma análise conjunta, em termos quanti e qualitativos, mostra viável a reutilização de águas cinza principalmente para as descargas em aparelhos sanitários, lavagem de pisos e calçadas e irrigação dos jardins, com a inclusão de pequenas modificações no sistema de tratamento proposto. O volume consumido por estas atividades, e portanto, passível de reúso de águas cinzas tratadas, totaliza um valor mensal de 1.924,1 m³. Assim, todo o volume de água cinza produzido poderia ser reutilizado mediante a implantação do tratamento proposto. O reúso desse efluente, baseado em tecnologia de fácil operação e baixo custo, representaria uma economia de 15% do total de água consumido pelo aeroporto. Vale ressaltar que a adoção de tal medida, além da minimização dos gastos relacionados ao consumo de água, levaria à obtenção de inúmeros ganhos ambientais, como a redução do lançamento de efluentes e a diminuição do volume de água captada no aquífero.

4 - CONCLUSÃO

O volume de águas cinza produzido no AITN seria suficiente para suprir toda a demanda relacionada à descarga de sanitários, e grande parte da associada à irrigação de áreas verdes e lavagem de pisos.

Para esses usos, no que diz respeito aos aspectos qualitativos, o tratamento composto por filtro anaeróbio e desinfecção ultravioleta mostrou-se eficiente. Pequenos ajustes, como uma operação mais criteriosa do filtro e a troca do meio suporte, permitiriam a obtenção de efluente com a qualidade exigida pela norma.

O estudo da produção de águas cinza no AITN mostrou que um volume considerável de água utilizada para usos menos restritivos pode ser substituído pela água cinza tratada, gerando economia de água da ordem de 15% e propiciando ganhos ambientais inestimáveis. É importante ressaltar que, muito embora diversos tratamentos avançados sejam utilizados em outras regiões do planeta, essa pesquisa mostrou que é possível tratar e reutilizar águas cinza produzidas em ambientes aeroportuários através de tecnologias simples e de baixo custo, atendendo aos padrões de reúso.

Diante do que foi exposto, pode-se concluir que os aspectos quanti-qualitativos relacionados ao reúso de águas cinza em aeroportos não representam limitação para a adoção dessa prática, e portanto não existem justificativas para a não implementação da mesma.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio através de bolsas e financiamento através do projeto intitulado “Avaliação da viabilidade técnico-econômica das unidades de tratamento, aproveitamento e reúso no Aeroporto Internacional Tancredo Neves, em Minas Gerais”.

BIBLIOGRAFIA

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13969/1997. Tanques sépticos - unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ANDRADE NETO, C O de; HAANDEL, A van ; MELO, H N S. (2002). O Uso do Filtro Anaeróbio para Pós-Tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios no Brasil. In: X SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2002, Braga, Portugal.

Anais do X Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Braga: APESB/APRH/ABES, 2002.

APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21.ed. Washington DC: APHA, 2005.

CALIJURI, M. L.; SANTIAGO, A. F.; ALVES, H. O.; MOREIRA NETO, R. F.; SILVA, M. D. F. M. Experiências com o uso racional de água e possibilidades de minimização com reúso em aeroportos de grande circulação. In: Uso eficiente das águas em aeroportos. 31p. 2011 (no prelo).

GUO, M.; HU, H.; LIU, W. Preliminary investigation on safety of post-UV disinfection of wastewater: bio-stability in laboratory-scale simulated reuse water pipelines. *Desalination*. 239, 22 – 28. 2009.

LEE, M.W., JOUNG, J.Y., LEE, D.S., PARK, J.M., WOO, S.H. Application of a movingwindow-adaptive neural network to the modeling of a full-scale anaerobic filter process. *Industrial and Engineering Chemistry Research*. 44, p 3973–3982. 2008.

MARQUES, A., 2009. <http://www.portaldeconfins.com.br/destaques/3-newsflash-2.html?start=3>. Acesso em: 10 de junho de 2011.